

Porovnanie doby konvergenencie SDN sietí a konvenčných sietí so smerovacím protokolom EIGRP

Matej Gurán

Fakulta informatiky a informačných technológií
Slovenská technická univerzita
Bratislava, Slovensko
xguran@is.stuba.sk

Jakub Chalachán

Fakulta informatiky a informačných technológií
Slovenská technická univerzita
Bratislava, Slovensko
xchalachan@is.stuba.sk

Abstrakt—

Táto práca sa venuje porovnaniu času konvergenencie, spôsobenej zmenou topológie (napr. zlyhaním linky), medzi konvenčnými sietami so smerovacím protokolom EIGRP a SDN sietami. Výsledky experimentu popísaného v danej práci, poukazujú na vysokú závislosť času potrebného na konvergenciu v konvenčných sietach od veľkosti topológie, zatiaľ čo v SDN sietach táto závislosť nie je výrazná. Taktiež je možné pozorovať že SDN siete potrebujú kratší čas na konvergenciu rovnakých topológií oproti konvenčným

Kľúčové slová— SDN, Mininet, konvergenca, čas konvergenencie, Ryu kontrolór, EIGRP

I. ÚVOD

Článok sa delí do 5 kapitol. Prvá kapitola stručne uvádza čitateľa do problematiky a opisuje štruktúru článku. Druhá kapitola opisuje stav konvergenencie v sietach s dynamickým smerovaním. Podrobnejšie sa venuje procesu konvergenencie a popisuje dobu konvergenencie ako významný prvok určovania výkonnosti siete. Nasledujúca kapitola opisuje testovacie prostredie, na ktorom boli vykonané merania doby konvergenencie pre porovnanie SDN sietí a konvenčných sietí so smerovacím protokolom EIGRP, spolu s postupom testovania. Predposledná kapitola opisuje získané výsledky a analyzuje ich. V závere článku sa nachádzajú závery, ku ktorým sa na základe experimentov prišlo.

II. KONVERGENCIA

Konvergenca je stav, pri ktorom viacero smerovačov má vzájomne súhlasiace informácie o topológii siete a rovnaké najkratšie trasy na smerovanie datagramov vo svojich smerovacích tabuľkách. Proces konvergenencie je vyvolaný zmenou v topológii siete, po ktorej každý smerovač prepočítava svoju smerovaciu tabuľku na základe nových

informácii o trasách. Po prepočítaní smerovacej tabuľky nasleduje jej rozšírenie medzi ostatné smerovače. Až keď sú informácie rozšírené a zhodné, medzi jednotlivými smerovačmi dochádza k stavu konvergenencie. Pri dynamickom smerovaní je funkčná a rýchla konvergenca neodmysliteľná súčasť návrhu siete ako aj správneho fungovania siete[4].

Čas konvergenencie je doba, za ktorú dosiahnu smerovače v sietí stav konvergenencie od poslednej zmeny v topológii. Tento čas je jeden z hlavných ukazovateľov výkonnosti smerovacieho protokolu. Čas konvergenencie pozostáva z viacerých zložiek, ktoré sa vzájomne sčítavajú:

- Zistenie zmeny topológie
- Spracovávanie a vypočítavanie nových tras
- Rozšírenie nových informácii o najkratších trasách
- Nainštalovanie alternatívnych tras

Čas konvergenencie závisí od veľkosti topológie, smerovacieho protokolu (RIP vs. OSPF), šírky pásma alebo napríklad zahltenia liniek[6].

III. TESTOVACIE PROSTREDIE

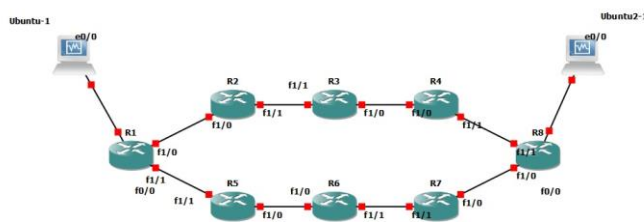
V tomto článku sme vytvorili a použili dva rôzne testovacie prostredia. Prvé na testovanie SDN sietí pozostávalo z Mininetu a Ryu kontrolóra. Mininet je opensource simulátor, ktorý dokáže simulovať openflow smerovač, hostov a kontrolór. Ryu je opensource kontrolór pre SDN siete. Umožňuje nám pomocou REST API spravovať smerovanie v topológiách, toto REST API si môžeme prispôbovať podľa vlastného uváženia[5]. Na testovanie konvenčných sietí sme zvolili simulačné prostredie GNS3, v ktorom sme simulovali operačný systém Cisco 7200 smerovačov. Na daných smerovačoch sme implementovali dynamické smerovanie prostredníctvom protokolu EIGRP. Pre konvenčné testovacie prostredie sme na simulovanie hostov použili virtualizačný

nástroj Oracle VirtualBox, na ktorom bola prevádzkovaná distribúcia Linuxu Ubuntu verzia 16.04.3 spolu s Wiresharkom. Pre SDN prostredie sme využili hostov generovaných pomocou programu Mininet a Wireshark bol spustený na Virtuálnom počítači na ktorom bežal Mininet, mohli sme sa teda pripájať na jeho rozhrania. Wireshark je protokolový analyzátor, prostredníctvom ktorého bolo možné odmerať čas potrebný na konvergenciu. Zoznam použitých komponentov:

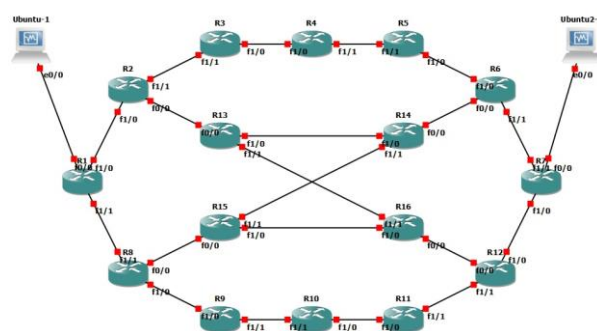
- Oracle VirtualBox 5.1.30
- Ubuntu 16.04.3 TLS
- Ryu controller
- Mininet
- Hard Disk 40 GB
- GNS3 s Cisco 7200
- Wireshark

A. Topológie

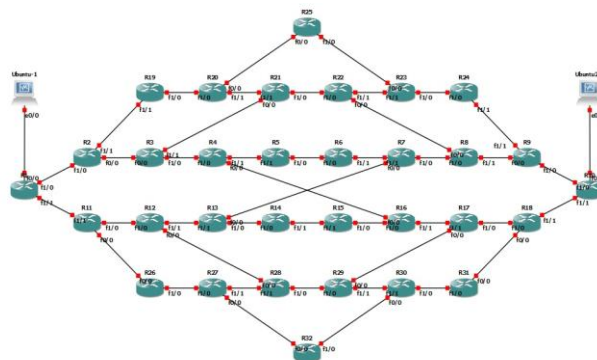
Pre testovacie účely boli vytvorené 3 rôzne topológie s rozličným počtom smerovačov. Prvá, najjednoduchšia topológia, je prstencová topológia pozostávajúca z 8 zariadení, ktorú je možné vidieť na obr. 1 V prípade výpadku jedného zariadenia v jednej vetve, sú datagramy smerované druhou vetvou. Druhá topológia sa skladá z 16 smerovačov v zmiešanej topológii obr. 2 pozostávajúcej z vonkajšieho kruhu a vnútorných kratších liniek. Posledná, najzložitejšia topológia pozostáva z 32 smerovačov, pričom tvoria topológiu s prepojením do vrstiev. Kvôli vyššiemu počtu simulovaných zariadení Cisco bolo potrebné pre jednotlivé smerovače v GNS3 nastaviť hodnotu počas nečinnosti (idle-Pc valute) aby nedošlo k vytiaženiu procesora na 100%. V prípade Mininetu, bola simulácia zariadení vďaka jeho hardvérovým nárokom bezproblémová.



Obrázok 1: Schéma topológie z 8 smerovačov



Obrázok 2: Schéma topológie z 16 smerovačov



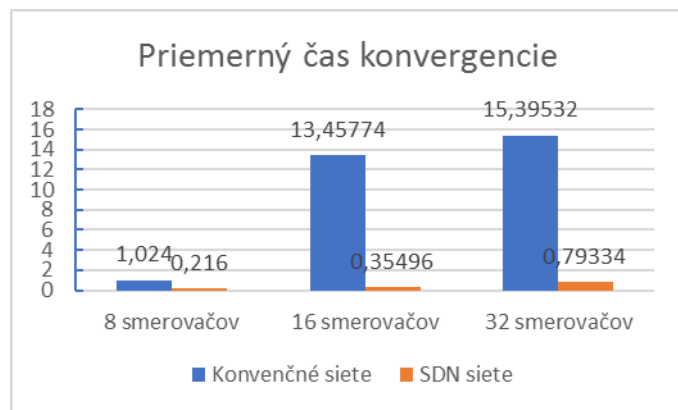
Obrázok 3: Schéma topológie z 32 smerovačov

B. Priebeh testovania

Testovanie spočívalo v nakonfigurovaní vyššie spomínaných 3 topológií. Pre otestovanie konvenčných sietí bol manuálne nakonfigurovaný protokol EIGRP na všetkých zariadeniach. Pri testovaní SDN sietí boli nasimulované smerovače pripojené priamo na Ryu kontrolór. Následne bola overená funkčnosť smerovania pomocou príkazu „ping“ medzi jednotlivými zariadeniami. Prostredníctvom príkazu „traceroute“ overená používaná najkratšia trasa od hosta k hostu. Týmto spôsobom sme súčasne zistili, ktorú časť trasy je potrebné prerušiť aby sme mohli simulovať zlyhanie linky. Pri testovaní konvenčných aj SDN sietí bol následne na jednom hoste spustený program Wireshark a z druhého hosta bol pustený príkaz „ping“ s prepínačom, ktorý umožnil zvýšiť intenzitu posielania pingov. Vďaka tomuto prepínaču sa nám podarilo odmerať dobu konvergencie s odchýlkou 0.01s. Po úspešnom prejení pár datagramov, bola existujúca cesta v manuálne prerušená a vo Wiresharku zaznamenaný označený posledný prijatý datagram časovou značkou. Prerušované boli rôzne linky, pričom zakaždým aspoň jedna bola súčasťou existujúcej najlepšej trasy. Nasledovala, podľa veľkosti topológie, časová prestávka, počas ktorej prebiehal proces konvergencie. Potom ako sa sieť dostala do stavu konvergencie a začali prechádzať datagramy, bol zaznamenaný prvý prichodzí datagram vo Wiresharku. Rozdiel v čase označeného datagramu a datagramu, ktorý prišiel po konvergencii

predstavuje dobu potrebnú na konvergenciu. Tento proces prerušovania a merania bol opakovaný 20 krát, každý čas bol zaznamenaný a na konci experimentu s danou topológiou bol vypočítaný ich priemer.

IV. VÝSLEDKY A ANALÝZA



	8 smerovačov	16 smerovačov	32 smerovačov
SDN siete	0,216	0,35496	0,79334
Konvenčné siete	1,02418	13,45774	15,39532

Tabuľka 1. Porovnanie časov potrebných na konvergenciu v sekundách

Z výsledkov v tabuľke 1 je možné vidieť, že čas potrebný na konvergenciu SDN sietí je výrazne nižší ako čas na konvergenciu v konvenčných sieťach s dynamickým protokolom EIGRP. Ani v prípade malej topológie nie je časový rozdiel zanedbateľný, so zvyšujúcim sa počtom smerovačov tiež rastie čas na konvergenciu v konvenčných sieťach rýchlejšie ako v SDN sieťach. Tento rozdiel vzniká na základe rozdielov v procese konvergencii SDN sietí a konvenčných sietí[3].

A. Proces konvergence v SDN sieťach

Po zapnutí kontroléra sa najskôr pridajú k jednotlivým zariadeniam IP adresy, ktoré by sa mali nachádzať na jeho rozhraniach - tu nie je potreba určovať rozhranie, ku ktorému sa viaže IP adresa, ale postačuje ju len pridať k správne smerovaču. Následne sa vypočíta smerovanie a odošle sa do smerovačov. Teraz je už topológia pripravená na začatie testu a prenos údajov.

Po vypadnutí linky kontrolér zistí túto skutočnosť pomocou handlera a požiada smerovače o ich aktívne linky - následne prepočíta smerovanie a informácie o nových smerovacích kanáloch preposiela naspäť smerovačom. Akonáhle smerovače prijmu nové informácie o smerovaní od kontroléra, sú schopné prenášať údaje a sieť je teda skonvergovaná.

B. Proces konvergence v konvenčných sieťach so smerovacím protokolom EIGRP

Proces konvergence sa podobne ako v SDN sieťach začína identifikovaním zmeny v súčasnej topológii, ktorá bola doteraz v stave konvergence. EIGRP sa pozrie najprv do svojej topologickej tabuľky, či existuje náhradná cesta (feasible successor route). V prípade že existuje náhradná cesta, smerovač ju dokáže ihneď použiť a premávka v sieti dokáže byť obnovená bez väčšieho zdržania. Ak náhradná cesta neexistuje, je potrebné ju vypočítať.

Pre toto vypočítavanie je používaný algoritmus DUAL (Diffusing Update Algorithm). DUAL používa informácie o vzdialenosti na výber efektívnych ciest bez slučky a vyberá trasy pre vloženie do smerovacej tabuľky na základe uskutočniteľných nástupcov (feasible successor).

Realizovateľným následníkom je susedný smerovač používaný na presmerovanie datagramov, ktorý je najlacnejšou cestou k cieľu, pričom musí byť splnená podmienka, že nebude súčasťou smerovacej slučky. Keď sused zmení metriku alebo keď dôjde k zmene topológie, napríklad zlyhaním alebo pridaním novej trasy, algoritmus DUAL vykoná testy pre uskutočniteľných nástupcov. Ak sa nájde jeden, DUAL ho a vyhne sa dali zbytočným prepočtom a dôjde k urýchleniu doby potrebnej na konvergenciu. Keď neexistuje žiadny uskutočniteľný nástupcov, ale susedia stále propagujú cieľ, musí prebehnúť difúzný výpočet na určenie nového nástupcu.

Po nájdení nástupcu, teda alternatívnej trasy je táto trasa propagovaná do susedných smerovačov, ktorými je spracovaná a pridaná do svojej smerovacej tabuľky. Po rozšírení novej cesty do všetkých smerovačov je obnovené spojenie a sieť sa nachádza v stave konvergence[1][2].

V. ZÁVER

V článku sme sa dopracovali prostredníctvom testovania k záverom, že v prípade zmeny topológie, napr. zlyhanie alebo vytvorenie novej linky, dochádza v konvenčných sieťach so smerovacím protokolom EIGRP, k nárastu času potrebného na konvergenciu vzhľadom k rastu veľkosti topológie. Jedným z hlavných prvkov je zistenie zmeny v danej sieti a následne vymieňanie a šírenie informácií v rámci topológie spôsobom zaplavovania.

Aj pri SDN narastal čas konvergence v závislosti od počtu smerovačov avšak tento nárast bol omnoho menší. Jeho hlavná príčina bol vyšší čas výpočtu najkratšej trasy a minoritne aj doba posielania údajov do smerovačov. Rýchlosť konvergence v SDN by sa teda dala zlepšiť implementáciou rýchlejšieho algoritmu na výpočet najkratšej novej cesty.

ZDROJE

- [1] R. Albrogton, J.J. Garcia-Luna-Aceves, J. Boyle, „EIGRP--A Fast Routing Protocol based on Distance Vectors“, University of California, 1994.
- [2] Ravi Malhotra. 2017. „How EIGRP Works“. [ONLINE] Dostupné na: <https://www.safaribooksonline.com/library/view/ip-routing/0596002750/ch04s03.html>.

- [3] Lance Cockcroft. 2014. Understanding the protocols underlying dynamic routing. [ONLINE] Dostupné na : <https://www.techrepublic.com/article/understanding-the-protocols-underlying-dynamic-routing/>.
- [4] Jakob Danielsson, Tobias Andersson “ INVESTIGATING METHODS FOR MEASURING NETWORK CONVERGENCE TIMES,” Mälardalen University, 2016.
- [5] Bc.Pavol Vrablic, „Simulace SDN Síťe“, VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, 2017
- [6] Ixia. 2014. Measuring Network Convergence Time. [ONLINE] Dostupné na: <https://intl.ixiacom.com/sites/default/files/resources/whitepaper/convergence.pdf>