

# Porovnanie času konvergencie siete medzi softvérovo riadenými sieťami a sieťami podporujúcimi protokol OSPF

Peter Kaňuch

Fakulta informatiky a informačných technológií  
Slovenská Technická Univerzita  
Slovenská republika, 841 04 Bratislava IV  
Email: xkanuch@stuba.sk

Nikolas Janec

Fakulta informatiky a informačných technológií  
Slovenská Technická Univerzita  
Slovenská republika, 841 04 Bratislava IV  
Email: xjanec@stuba.sk

**Abstrakt—**

**Keywords—**SDN, Mininet, OpenFlow, HP Van, OSPF, Cisco iOS

## I. ÚVOD

Najčastejšie používaným smerovacím protokolom vo veľkých korporátnych, či firemných sieťach je protokol OSPF (*Open Shortest Path First*) z dôvodu, že tento protokol podporuje širokú škálu funkcionality pre siete poskytovateľov [1]. V poslednom období sa začali dostávať do popredia SDN siete (*Softvérovo riadené siete*), ktoré prinášajú určité výhody oproti klasickým sieťam.

## II. OSPF

Protokol OSPF patrí do skupiny protokolov *Link-state*, a preto každý smerovač zapojený do siete pozná všetky ostatné smerovače v sieti, vzájomné prepojenia medzi nimi, všetky koncové aj prepojovacie siete a ceny všetkých rozhraní.

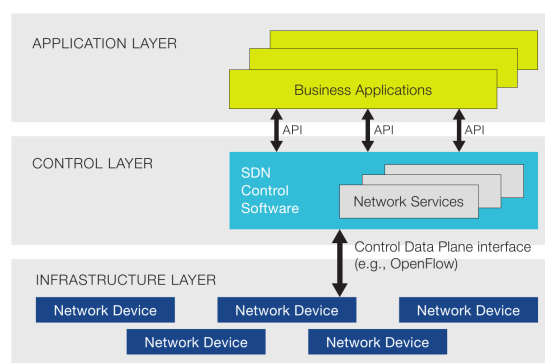
## III. SOFTVÉROVO RIADENÉ SIETE

### A. SDN

Softvérovo riadené siete (SDN) majú centralizovanú architektúru [2], čo znamená, že zariadenia v sieti sú centralizovane riadené z jedného kontroléra. SDN architektúru tvoria nasledovné vrstvy:

- Aplikačná vrstva - ponúka služby pre virtualizáciu, smerovanie, firewall, ...
- Kontrolná vrstva - pozostáva z kontrolera, ktorý jednak komunikuje s aplikáciami cez rozhranie, ale aj priamo s fyzickou vrstvou (infraštruktúrou).
- Vrstva infraštruktúry - pozostáva z fyzických zariadení pripojených v sieti

Základným prvkom v Softvérovo riadených sieťach je virtualizácia. Tá dovoľuje, aby softvér, ktorý riadi celú sieť bežal nezávisle od fyzickej vrstvy (zariadení/hardvéru) [3].



Obr. 1. SDN architektúra

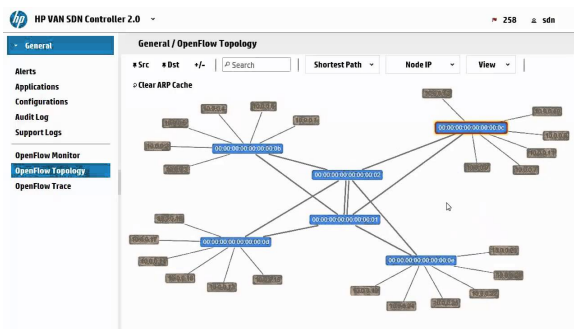
### B. OpenFlow

Komunikačný protokol pre SDN siete, ktorý umožňuje priamu interakciu kontrolera s fyzickými zariadeniami. Je štandard, ktorý dovoľuje vzdialene konfigurovať zariadenia od rôznych výrobcov [4]. Taktiež umožňuje úpravu smerovacích tabuliek pomocou pridávania rôznych pravidiel.

## IV. TESTOVANIE

### A. Testovacie prostredie

- VirtualBox v5.1.28
- Ubuntu-14.04.5-server-amd64
- Mininet simulátor - Mininet je nástroj určený pre simuláciu SDN sieti [5]. Napodobňuje kompletnú sieť zariadení ako hosty, prepínače a jednotlivé prepojenia medzi nimi. Dokáže simulovať sieť pomocou virtualizácie založenej na procesoch. Taktiež podporuje protokol OpenFlow.
- HP Van SDN kontrolér 2.7.18 - je softvér, ktorý poskytuje centrálny bod pre správu siete podporujúce protokol OpenFlow [6]. Taktiež poskytuje rozhranie pre vývoj Java aplikácií inými vývojarmi. Je navrhnutý najmä pre fungovanie v dátových centrách. Návod na jeho inštaláciu a potrebné nastavenia nájdete na [github.com](https://github.com) k tomuto článku.



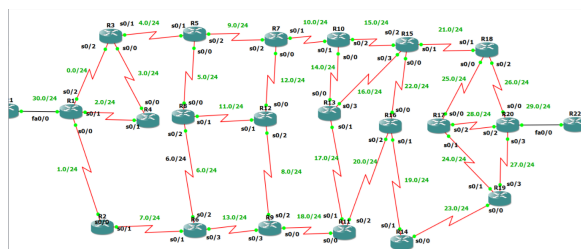
Obr. 2. HP Van SDN kontrolér

- Python
- Cisco iOS 7200
- GNS3 - nástroj určený pre simuláciu siete podporujúcich Cisco zariadenia.
- TCPping - nástroj, ktorý dokáže simulovať HTTP komunikáciu.

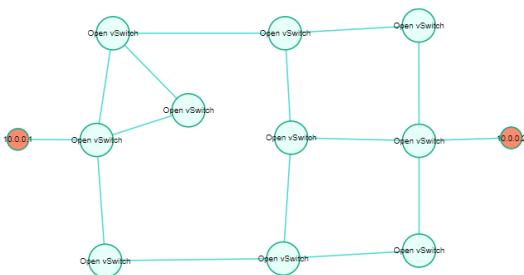
### B. Topológia siete

Pre testovacie účely sme vytvorili tri veľkostí topológie, a to topológia s desiatimi, dvadsiatimi a tridsiatimi zariadeniami. V topológii sú na oboch jej koncoch zapojené počítače. Každá linka v sieti medzi dvoma zariadeniami má nasledujúce parametre:

- 1) bandwidth linky = 10
- 2) delay = 1.5 ms
- 3) spoľahlivosť (loss) = 0



Obr. 3. Príklad topológie s dvadsiatimi zariadeniami v nástroji GNS3



Obr. 4. Príklad topológie s desiatimi zariadeniami v Mininet

### C. Konvergenca siete

Jednou z charakteristických vecí dynamických smerovacích protokolov je aj to, že sa musia v čo najkratšom možnom čase prispôbiť na akúkoľvek zmenu v sieti. Smerovací protokol OSPF si pamätá celú topológiu siete a reaguje na akúkoľvek zmenu v sieti, pripojenie/odpojenie linky a pod. Takýto stav, kedy všetky zariadenia v sieti (routre) majú informácie o všetkých linkách a najrýchlejších cestách voláme *konvergenca* a čas, potrebný na dosiahnutie takéhoto stavu po zmene v sieti, nazývame *čas konverencie* [7]. Ten v IGP protokoloch pozostáva zo štyroch hlavných častí [8]:

- 1) Reakcia na zmenu v sieti
  - Indikačný čas zlyhania/obnovenia na fyzickej vrstve
  - Indikačný čas zlyhania/obnovenia na linkovej vrstve
  - Intervaly časovačov IGP protokolov
- 2) Čas vykonania algoritmu SPF (Shortest Path First)
- 3) LSA/LSP oznámenia
- 4) Čas potrebný na aktualizáciu FIB tabuľky v hardvéri

Čas konverencie v SDN sieťach [9]:

- 1) Reakcia na zmenu v sieti
- 2) Čas potrebný na aktualizáciu topológie
- 3) Čas vykonania algoritmu SPF (Shortest Path First)
- 4) Čas potrebný na aktualizáciu Flow tabuľky

### D. Návrh scenára pre testovanie

Pre odmeranie času konverencie siete sme navrhli nasledovný scenár:

- Zapojenie navrhutej topológie z časti IV-B
- Spustenie HTTP servra na jednom z pripojených hostov do siete
- Spustenie merania pomocou nástroja TCPping z jedného hosta na host so sputeným HTTP serverom
- Odpojenie linky v sieti, cez ktorú tečie premávka a tvorí slučku v sieti

Pre uľahčenie vykonávania jednotlivých meraní sme napísali automatické testy naprogramované v pythone pre vykonanie simulácie v prostredí Mininet.

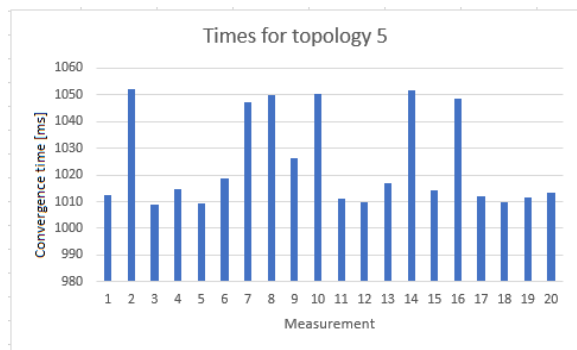
## V. VÝSLEDKY MERANÍ

V testovacom prostredí sme vykonali 20 meraní pre každú topológiu a dosiahli sme nasledovné výsledky pre čas konverencie zobrazený v grafoch.

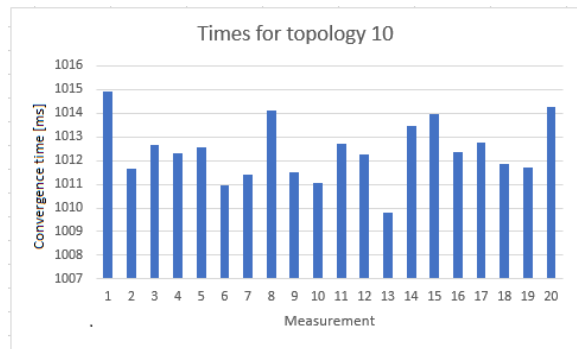
## VI. ZÁVER

Tabuľka I. MY CAPTION

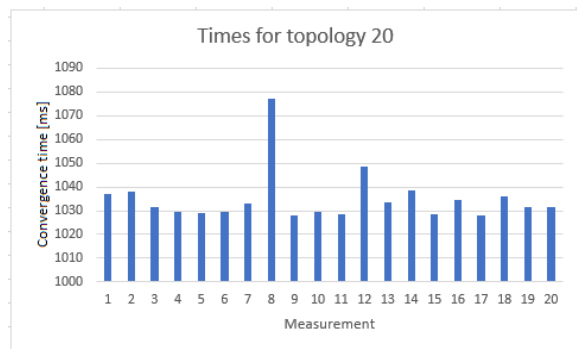
Počet zariadení	Čas konverencie	
	SDN [ms]	OSPF [s]
5	1024.47	
10	1012.415	
20	1035.059	



Obr. 5. Čas konvergence v SDN pre 5 zariadení



Obr. 6. Čas konvergence v SDN pre 10 zariadení



Obr. 7. Čas konvergence v SDN pre 20 zariadení

Time, <http://www.omnisecu.com/cisco-certified-network-associate-ccna/what-is-convergence-of-routing-tables.php>, Accessed: 19.11.2017

- [8] PORETSKY, S.; IMHOFF, B.; MICHELSSEN, K. Benchmarking Methodology for Link-State IGP Data-Plane Route Convergence. 2011.
- [9] ZHANG, Hailong; YAN, Jinyao. Performance of SDN routing in comparison with legacy routing protocols. In: Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC), 2015 International Conference on. IEEE, 2015. p. 491-494.

## LITERATÚRA

- [1] KHAN, Asad Ali, et al. A Convergence Time Optimization Paradigm for OSPF based Networks Through SDN SPF Protocol Computer Communications and Networks (CCN)/Delay Tolerant Networks. In: Proceedings of the International Conference on Future Networks and Distributed Systems. ACM, 2017. p. 43.
- [2] Software-Defined Networking (SDN) Definition, <https://www.opennetworking.org/sdn-definition/>, Accessed: 19.11.2017
- [3] FOGARTY, Susan. 7 Essentials of Software-Defined Networking. Information Week Network Computing, 2013.
- [4] What is OpenFlow? Definition and How it Relates to SDN, <https://www.sdxcentral.com/sdn/definitions/what-is-openflow/>, Accessed: 19.11.2017
- [5] Mininet: Rapid Prototyping for Software Defined Networks, <https://github.com/mininet/mininet>
- [6] HP Virtual Application Networks (VAN) SDN Controller, <https://www.sdxcentral.com/products/hp-virtual-application-networks-van-sdn-controller/>
- [7] What is Convergence of Routing Tables and What is Convergence