

CONNECTION ESTABLISHMENT BETWEEN SDON CONTROLLER AND OF AGENTS WITHIN OXC

Tomáš Kloda

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkloda00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Lukáš Kočí

E-mail: xkocil00@stud.feec.vutbr.cz

Abstract: This paper deals with SDON (Software Defined Optical Network) within OXC (Optical Crossconnect). SDON represents a new direction in the control of optical network. This direction concerns the management of optical network elements from one place through control plane and data plane. Outcome of this paper are simulations implemented in OMNeT++. These simulations show synchronization and communication during initialization of SDON with occurrence of delay between SDON controller and OF (OpenFlow) agents.

Keywords: OF agent, OF protocol, OMNeT++, OXC, SDON, controller, Software Defined Optical Network

1 ÚVOD

V současné době je rozvoj řízení optických sítí jeden z nejdůležitějších trendů komunikačních technologií. Mnoho podniků a koncových uživatelů klade čím dál více požadavků, na které již stávající řízení optických sítí přestává být vhodné. Tato situace vede k tomu, aby současné optické sítě byly modernizovány. SDON představují nový směr v řízení optických sítí, který je založen na bázi třívrstvého modelu tradičních softwarově definovaných sítí SDN (Software Defined Network). SDN je realizováno na bázi open source, stejně, jako SDON, a není proto jasně definována výsledná podoba. V současné době již existují simulace vyšších vrstev SDN, avšak pouze v elektrické doméně [1]. Kvůli nekompatibilitě SDN pro přenos dat v optické doméně, je zavedena implementace tzv. rozšířeného záhlaví. Toto záhlaví rozšiřuje SDN o další parametry fyzické vrstvy, čímž je umožněno nasazení SDN v rámci optické domény [2].

2 NAVÁZÁNÍ SPOJENÍ MEZI SDON KONTROLÉREM A OF AGENTY

Navázání spojení SDON kontroléru s OF agenty je řešeno na základě implementace OF protokolu do navržené SDON. Jedná se o standard, který umožňuje komunikaci mezi datovou rovinou, ve které se nacházejí OF agenti, a oddělenou řídicí rovinou, ve které se nachází SDON kontrolér. Způsob navázání SDON kontroléru a OF agentů přes OF protokol probíhá na základě výměny OF zpráv [3].

2.1 OFPT_FEATURES_REQUEST/REPLY

Jako první inicializuje spojení SDON kontrolér, který vyšle zprávu *OFPT_HELLO* obsahující záhlaví. SDON kontrolér v něm nastaví svou nejvyšší podporovanou verzi OF protokolu, typ přenášené zprávy, celkovou délku zprávy a jedinečný identifikátor xid, který usnadňuje párování mezi SDON kontrolérem a OF agenty. OF agenti tuto zprávu přijmou a odpoví na ni taktéž zprávou *OFPT_HELLO*, čímž dojde k její výměně a k nastavení správné verze OF protokolu, na které bude spojení probíhat [4].

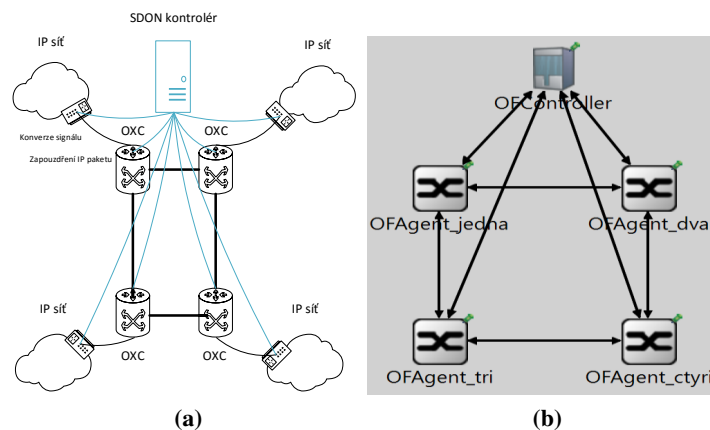
2.2 OFPT_FEATURES_REQUEST/REPLY

Po přijetí *OFPT_HELLO* zprávy, vyslanou OF agenty, si SDON kontrolér uloží její obsah do svých proměnných a následně vyšle zprávu *OFPT_FEATURES_REQUEST*. Tuto zprávu používá SDON kontrolér pro identifikaci a zjištění základních funkcí a schopností OF agentů. Po jejím obdržení vyšle OF agent asynchronní zprávu *OFPT_FEATURES_REPLY*, čímž odpovídá na požadavky zprávy *OFPT_FEATURES_REQUEST*. SDON kontrolér si obsah zprávy *OFPT_FEATURES_REPLY* opět uloží do svých proměnných [4].

2.3 OFPT_ECHO_REQUEST/REPLY

V dalším kroku je spojení mezi SDON kontrolérem a OF agenty udržováno na základě výměny zpráv *OFPT_ECHO_REQUEST* a *OFPT_FEATURES_REPLY*. Tyto zprávy slouží k výměně informací o zpoždění a šířce pásma [4].

Na obrázku 1 (a) se nachází navržená topologie SDON. Topologie je zaměřená na páteřní síť, která je složená ze čtyř OXC řízené SDON kontrolérem. Na každý OXC je napojena přístupová IP síť. IP sítě jsou v rámci topologie považovány za zdroje poskytující IP pakety pro přenos páteřní sítě do příslušné přístupové sítě. Přicházející paket z přístupové sítě je před vstupem do páteřní sítě zapouzdřen společně s parametry pro přenos skrz optickou síť [2]. Na obrázku 1 (b) se poté nachází propojení jednotlivých OF agentů s SDON kontrolérem v simulačním prostředí OMNeT++. Simulace je postavena na abstrakci fyzické vrstvy, kde OF agenti představují optické spoje OXC. Každý OF agent je s SDON kontrolérem spojen přes zpožd'ovací kanál.

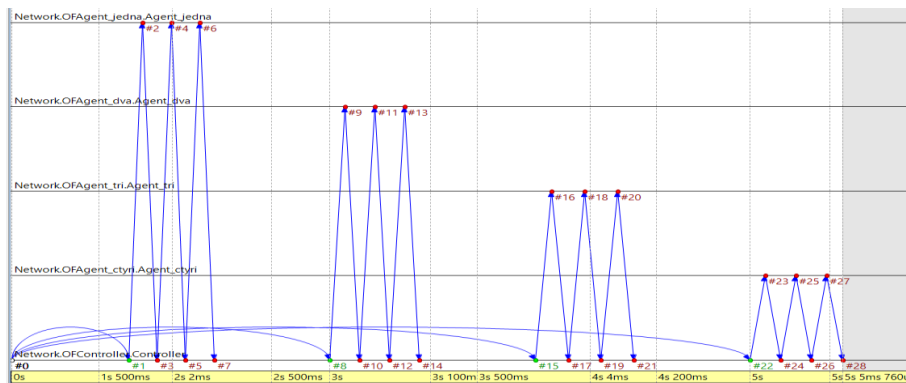


Obrázek 1: Topologie SDON. a) Návrh topologie, b) Implementace topologie v OMNeT++.

3 VÝSLEDEK SIMULACE V OMNET++

Během vytváření topologie je počítáno s reálným zpožděním, které se vyskytuje již při navázání spojení OF agentů a SDON kontroléru. Zpoždění zahrnuje dobu zpracování příchozích OF zpráv SDON kontrolérem a OF agenty, avšak majoritní dobu zpoždění určuje vzdálenost OF agentů od SDON kontroléru. V tomto případě však OF v současné době neobsahuje žádný standardní mechanismus, který by byl schopen měřit zpoždění již při úvodním navázání spojení. V dostupných referencích se však vyskytuje několik lišících se experimentálních metod, které umožňují zpoždění měřit. V grafu na obrázku 2 lze vidět kompletní navázání spojení všech čtyř OF agentů s SDON kontrolérem, které proběhlo v maximálně stanoveném simulačním čase $T = 5$ s. Hodnoty zpoždění pro zpožd'ovací kanály jednotlivých OF agentů byly zvoleny na základě metody opakovaného měření pro maximálně 20 skoků (OF agentů) v rámci jednoho kanálu, kde prvnímu skoku odpovídá průměrný rozsah zpoždění od 0 ms do 2 ms [5]. Z uvedeného rozsahu má OFAgent_jedna definované zpoždění kanálu 0,65 ms,

OFAgent_dva 0,82 ms, OFAgent_tri 1,2 ms a OFAgent_ctyri 0,96 ms. Jelikož dojde v průběhu navázání spojení k výměně celkem šesti OF zpráv, je celková doba zpoždění navázání spojení pro jediného OF agenta $6 \times X$ ms, kde X je definované zpoždění kanálu. V případě prvního OF agenta (OFAgent_jedna) je celková doba zpoždění v rámci navázání spojení $6 \times 0,65 = 3,9$ ms.



Obrázek 2: Výsledek simulace navázání spojení mezi SDON kontrolérem a OF agenty ze softwaru OMNeT++.

4 ZÁVĚR

Pomocí simulačního softwaru OMNeT++ bylo sestaveno spojení mezi SDON kontrolérem a OF agenty a odsimulován vznik zpoždění při navázání komunikace na základě reálných přenosových parametrů. Byla prokázána výměna inicializačních zpráv mezi SDON kontrolérem a jednotlivými OF agenty. Následně bylo prokázáno úspěšné navázání spojení všech OF agentů v rámci OXC. Při realizaci bylo zahrnuto zpoždění, které vzniká majoritně vlivem rozdílné vzdálenosti mezi SDON kontrolérem a OF agenty. Provedená simulace tvoří předpoklad pro následnou datovou komunikaci v OXC. Předmětem dalšího výzkumu je rozšíření simulace o konfigurační zprávy a samotný datový přenos.

REFERENCE

- [1] KLEIN, Dominik a Michael JARSCHER. An OpenFlow extension for the OMNeT++ INET framework. In: *Proceedings of the 6th International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques*. France: Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, 2013, s. 322-329. ISBN 978-1-4503-2464-9.
- [2] CHANNEGOWDA, Mayur, Reza NEJABATI a Dimitra SIMEONIDOU. Software-Defined Optical Networks Technology and Infrastructure: Enabling Software-Defined Optical Network Operations [Invited]. In: *Journal of Optical Communications and Networking*. Bristol: Ori Gerstel and Patrick Iannone, 2013, s. 274-282. ISSN 1943-0620.
- [3] HU, Fei. *Network innovation through OpenFlow and SDN: principles and design*. London: CRC Press, 2014. ISBN 978-1-4665-7210-2.
- [4] OPEN NETWORKING FOUNDATION. *OpenFlow Switch Specification: Version 1.5.0 (Protocol version 0x06)* Dostupné z: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/openflow-switch-v1.5.0.noipr.pdf>
- [5] PHEMIUS, Kevin a Mathieu BOUET. Monitoring latency with OpenFlow. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Network and Service Management*. Zürich: International Federation for Information Processing, 2013, s. 122-125. ISBN 978-3-901882-53-1.