

ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ КОНТРОЛЕРА І МЕРЕЖЕВИХ ПРИБРОЇВ В МЕРЕЖАХ SDN З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ OPENFLOW

Романов О.І., Діденко І.В.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського

E-mail: a_i_romanov@ukr.net

Features of interaction between the controller and network devices in Software-Defined Networks using OpenFlow protocol

Software defined networking (SDN) is an approach in which the control plane and the data plane are handled by physically separate devices.

Застосування Software-Defined Networks надає наступні можливості та переваги:

- гнучке управління мережами та мережевими ресурсами;
- швидке впровадження нових сервісів;
- незалежність від виробників мережевого обладнання;
- широкі можливості забезпечення мобільності користувачів;
- швидке впровадження нових технологій.

Це досягається за рахунок нового підходу до розподілу функцій передачі та контролю між пристроями мережі SDN. В традиційних мережах на кожному мережевому пристрої, комутаторі або маршрутизаторі, працюють необхідні протоколи, які забезпечують функціонування сервісів. В SDN мережах на комутатори та маршрутизатори покладається завдання тільки передачі трафіку, а всі управляючі функції покладаються на контролер. Контролер з використанням протоколу OpenFlow «розповідає» всім мережевим пристроям про те як, куди і кому передавати дані у різних випадках.

На рис.1 представлений найпростіший приклад взаємодії мережевого пристрою SDN (МП-SDN) і контролера SDN (К-SDN). Мережевий пристрій SDN і контролер SDN взаємодіють один з одним по спеціальному каналу SDN з використанням протоколу OpenFlow. Цей канал може бути відкритим або захищеним (засекреченим). Роботою каналу управляє процесор мережевого пристрою SDN за допомогою функціонального блоку під назвою «Менеджер каналу SDN (МК SDN).

Основними елементами мережевого пристрою є процесор і таблиця маршрутизації. МП-SDN приймає потоки трафіку від клієнтських пристроїв, або інших мережевих пристроїв і передає їх у відповідності до змісту своєї таблиці маршрутизації.

Потік трафіку є потоком з одного або декількох пакетів, що переносять дані з джерела в пункт призначення. МП-SDN здатне ідентифікувати пакети конкретному потоку даних на основі адреси джерела, адреси призначення та іншої інформації в заголовку пакетів. Кожен запис в таблиці маршрутизації відповідає певному потоку трафіку

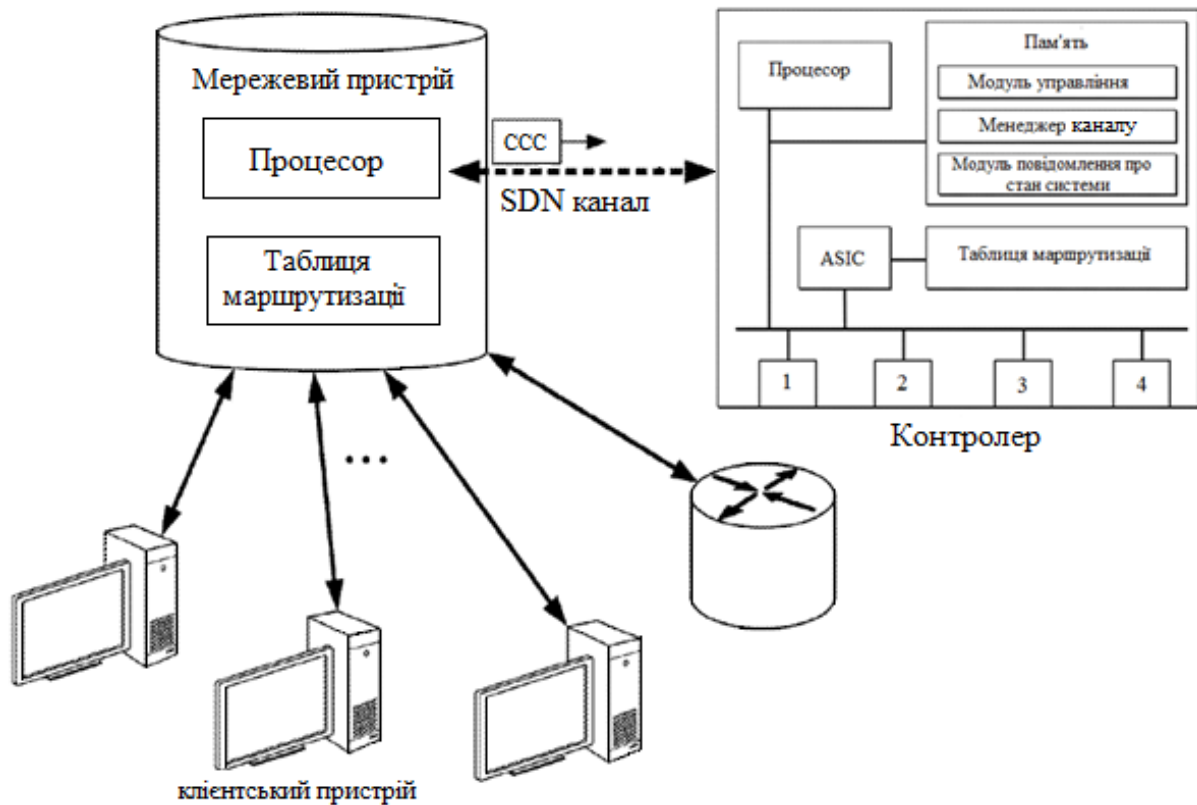


Рис. 1.

Слід зазначити, що канал SDN використовується для передачі тільки керуючої інформації. Це може бути, наприклад:

- заявка від МП-SDN до контролера на пошук маршруту для пакета, який не має необхідних даних в таблиці маршрутизації.
- відповідь контролера SDN про внесення необхідних змін до таблиці маршрутизації при появі нових потоків і зміни структури мережі.

Зазвичай передача інформації по каналу SDN ведеться з використанням протоколу OpenFlow.

Канал протоколу SDN може працювати через пряме з'єднання між мережевим пристроєм SDN і контролером SDN або непряме з'єднання через безліч вузлів в мережі. Фізичні з'єднання, які підтримують канал SDN, можуть бути з'єднаннями LAN, WAN-з'єднаннями, проводовими, оптичними або безпроводовими з'єднаннями і т.д. Канал протоколу SDN може інкапсулювати пакети в тунелі між мережевим пристроєм SDN і контролером SDN. У деяких випадках тунель може бути захищеним тунелем з використанням SSL або іншого протоколу шифрування.

Контролер SDN містить безліч портів (1, 2, 3, 4) зв'язку, які можуть бути, наприклад, портами Ethernet, оптичними портами, портами волоконного каналу та інші, крім того процесор і таблицю маршрутизації. Таблиця маршрутизації зберігається в енергозалежному або енергонезалежному пристрої зберігання даних або пам'яті. Пристрій SDN додатково містить ASIC, яка призначена для обробки операцій пересилання потоку на основі вмісту таблиці маршрутизації.

Контролер SDN діє як рівень управління для мережевого пристрою SDN. Контролер SDN може давати вказівки на додавання записів, або видалення записів з таблиці маршрутизації мережевого пристрою SDN. При використанні попереджувальних методів мережевий пристрій, або контролер попередньо заповнює таблицю маршрутизації, вводючи потоки, які найчастіше використовуються, завчасно, а в реагуючих методах контролер додає записи потоку по мірі необхідності.

Наприклад, якщо мережевий пристрій SDN приймає потік, який не можна переадресувати на підставі поточного вмісту його таблиці маршрутизації, він може відправити повідомлення через канал SDN в контролер SDN, щоб попросити допомогу у визначенні того, як потік слід переадресувати. У відповідь контролер SDN може відправити команди пересилання мережевому пристрою SDN та / або вказати додавання або зміну запису в таблиці маршрутизації мережевих пристроїв SDN. Оскільки він здатний повідомляти рішення про маршрутизацію потоку, канал протоколу SDN в цілому досить чуйний і здатний до відносно швидкої передачі даних. Протокол SDN повинен бути відносно простим і легким протоколом.

Мережевий пристрій передає інформацію про стан системи мережевого пристрою в контролер, посилаючи повідомлення стану системи по каналу протоколу певного програмного забезпечення (SDN). Повідомлення стану системи може включати в себе заголовок, який вказує, що повідомлення відноситься до стану системи, і корисне навантаження. Корисне навантаження може включати в себе поле типу стану системи, що вказує тип інформації стану системи, і поле значень, що надає інформацію стану системи.

Оскільки повідомлення стану системи включає в себе поле типу стану системи, а також поле значення стану системи, цей підхід є гнучким і не обмежується тільки одним типом стану системи. Він може використовуватися для передачі різної інформації про стан системи і в деяких випадках може повідомляти про складні зміни в стані системи.

Крім того, оскільки мережевий пристрій передає інформацію про стан системи контролеру SDN по каналу протоколу SDN, воно може бути доставлено відносно швидко. Використання SDN-протоколу, такого як Open Flow Protocol для передачі інформації про стан системи, дозволяє контролеру швидко отримувати повідомлення про зміни.

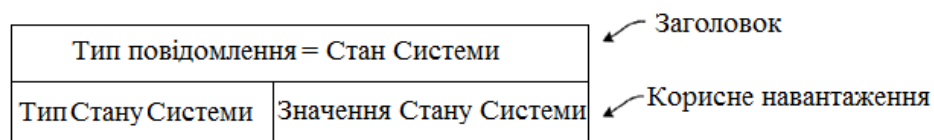


Рис. 2.

На рис. 2 показана загальна структура повідомлення про стану системи. Повідомлення включає в себе заголовок і корисне навантаження. Заголовок включає в себе поле типу повідомлення, яке вказує, що повідомлення відноситься до стану системи.

Тип повідомлення = Стан Системи		Довжина Повідомлення
Тип Стану Системи	Довжина Оповіщення	Значення Стану Системи

Рис. 3.

На рис. 3 показаний ще один приклад загальної структури для повідомлення про стану системи. Він аналогічний показаному на рис.2, але також включає в себе поле довжини повідомлення і поле довжини повідомлення про стан системи. Поле довжини допомагає контролеру дізнатися, коли закінчилося повідомлення стану системи або окреме повідомлення про стан системи в повідомленні стану системи.

Версія	Тип= Оповіщення про стан системи	Довжина
Ідентифікатор (ID) транакції		
Корисне навантаження		

Рис. 4. Заголовок повідомлення про стан системи протоколу OpenFlow.

Рис. 4 ілюструє конкретний приклад заголовку повідомлення про стан системи, використовуючи протокол OpenFlow більш докладно. Додатково до полів, вже описаним на рис.3, заголовок на рис.4 включає в себе поле версії протоколу OpenFlow (OFP), яке вказує, що повідомлення відповідає OFP, а також може вказувати версію OFP, використовувану, і поле ID транзакції, яке вказує номер транзакції для повідомлення. Повідомлення включає в себе корисне навантаження, що включає щонайменше одне повідомлення про стан системи, яке може, наприклад, мати структуру, показану на рис. 2, або на рис. 3.

Таким чином, в роботі проведено аналіз процесу взаємодії контролера і мережевого пристрою в мережі SDN. Розглянуто завдання, які вирішує контролер при відсутності необхідної інформації в маршрутних таблицях мережевого пристрою. Визначено структуру сигналів протоколу OpenFlow в процесі взаємодії контролера і мережевого пристрою

Література

1. "OpenFlow Specification 1.5.1" - Open Networking Foundation, March 15, 2015.
2. OpenFlow-enabled SDN and Network Functions Virtualization// ONF Solution Brief// February 17, 2014.
3. <https://www.google.ch/patents/WO2014192005A1?cl=en>.