

УДК 621.391

Бондарчук А. П., к.т.н.; Солодкий В. Д., студент;
Зайчук Н. А., студентка; Срочинская А. С., аспирантка

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ OPENFLOW

Bondarchuk A.P., Solodky V. D., Zaychuk N. O., Srochynska A. S. Problems and perspectives of OpenFlow implementation. Software-defined networking (SDN) is an approach to computer networking that allows network administrators to manage network services through abstraction of higher-level functionality. Analysis of construction of modern info-communication network with using concept of building a Software-Defined Networking (SDN).

Reviewed methods of information transferring in SDN, investigated properties of OpenFlow (network management protocol of SDN devices), and inspected the key issues, which we can meet in transition to the OpenFlow standard. We described basic functions of the OpenFlow controller, solved the problem of choosing it, and showed basic device compatibility issues, which we can see in SDN. Nowadays, most networks don't have high level of organization, which doesn't allow us to manage network effectively, and solve problems due to our current demands. However, OpenFlow standard comes to help. It acts as a control protocol between network devices. In simple words, the concept of SDN is to separate the data transfer from the level of management.

Due to it we see, that on data level- data transfer is controlled by simple switches and rules, that are set by major LAN controller. SDN network structure fully virtualized, both ports virtual and physical are controlled in the same way.

Keywords: info-communication, software-defined network, OpenFlow standard, SDN, controller, management protocol, device compatibility, network technology

Бондарчук А. П., Солодкий В. Д., Зайчук Н. О., Срочинська А. С. Проблеми та перспективи впровадження OpenFlow. Виконано аналіз побудови сучасної інфокомунікаційної мережі з використанням концепції побудови програмно-орієнтованих мереж (SDN). Розглянуто методи передачі інформації в мережах SDN. Досліджено властивості OpenFlow – протоколу управління мережевими пристроями SDN. Проведений огляд ключових проблем, що виникають при переході на стандарт OpenFlow. Описано основні функції контролера OpenFlow. Вирішені проблеми вибору контролера OpenFlow, а також проблеми сумісності пристроїв, які працюють в системі SDN.

Ключові слова: інфокомунікації, програмно-орієнтована мережа, стандарт OpenFlow, SDN, контролер, протокол управління, сумісність пристроїв, мережна технологія

Бондарчук А.П., Солодкий В. Д., Зайчук Н. А., Срочинская А. С. Проблемы и перспективы внедрения OpenFlow. Выполнен анализ построения современной инфокоммуникационной сети с использованием концепции построения программно-ориентированных сетей (SDN). Рассмотрены методы передачи информации в сетях SDN. Исследовано свойства OpenFlow - протокола управления сетевыми устройствами SDN. Произведен осмотр ключевых проблем, возникающих при переходе на стандарт OpenFlow. Описаны основные функции контроллера OpenFlow.

Решены проблемы выбора контроллера OpenFlow, а также проблемы совместимости устройств, которые работают в системе SDN.

Ключевые слова: инфокоммуникации, программно-ориентированная сеть, стандарт OpenFlow, SDN, контроллер, протокол управления, совместимость устройств, сетевая технология

Введение

OpenFlow – открытый стандарт, позволяющий работать с экспериментальными протоколами в рамках существующих сетей. Данный стандарт является расширением для коммерческих маршрутизаторов, коммутаторов и даже бытовых роутеров [1], а его внедрение не требует никаких действий со стороны поставщика сетевых устройств. Стандарт является основополагающим элементом концепции Software Defined Network (SDN).

Постановка задачи

На сегодняшний день большинство сетей не обладают высоким уровнем организации, что не позволяет управлять сетью эффективно, как того требуют современные запросы. Стандарт OpenFlow решает эти проблемы. Он выступает в роли протокола управления между сетевыми устройствами. Говоря простыми словами, концепция построения сетей SDN отделяет уровень передачи данных от уровня управления [2]. Исходя из этого получается, что на уровне данных простейшие коммутаторы управляют потоками данных по заложенным заранее правилам, которые задаются центральным контроллерам сети. Сетевая структура SDN обладает высокой степенью виртуализации [1], абсолютно все порты, как виртуальные, так и физические управляются одинаково.

Целью работы является исследование перспектив и путей внедрения данных технологий в современных инфокоммуникационных сетях.

Этапы развития стандарта

Первая концепция стандарта OpenFlow была разработана в Стэнфордском Университете в 2008 году [1]. Более чем через год, в декабре 2009 г. увидела свет первая версия протокола OpenFlow. После выпуска протокол OpenFlow стал управляться организацией Open Networking Foundation (ONF), которая занимается разработкой и внедрением протокола OpenFlow и концепцией SDN [3]. Вскоре после релиза, большинство компаний анонсировали поддержку протокола OpenFlow в своих устройствах. Стоит отметить, что OpenFlow не единственный такой протокол, существуют так же и другие: OpFlex, Yangi NetConf, но они не такие распространенные как OpenFlow [4].

Описание технологии OpenFlow

Несмотря на возраст, OpenFlow – это достаточно перспективная разработка в области сетевых технологий. По этой причине возникает вопрос — необходима ли такая технология в наше время. В классических маршрутизаторах или коммутаторах, передача пакета и маршрутизация на высоком уровне выполняется на одном устройстве, тогда как при использовании OpenFlow эти действия разделяются [5].

Контроллер SDN в концепции сетей SDN (Рис. 1) является мозгом всей сети, передавая данные к коммутаторам и маршрутизаторам «по низу», через southboundAPIs, а к программным приложениям “по верху”, через northboundAPIs [6]. Для организации работы нескольких SDN сетей контроллеры должны быть объединены между собой, для этого и используется протокол OpenFlow. Для работы в такой сети устройство-контроллер должен полностью отвечать всем требованиям, которые необходимы для работы с интерфейсом OpenFlow. Через этот интерфейс, контроллер SDN записывает изменения в таблицу правил позволяя администратору сети разделять трафик для увеличения производительности сети и приступить к тестированию новых приложений, устройств и конфигураций [7].

Что же такое контроллер OpenFlow? Это разновидность SDN контроллера, использующего протокол OpenFlow [2]. Собственно, SDN контроллер — это основная точка в сетях SDN (Рис. 1). Контроллер OpenFlow использует одноименный протокол для соединения и конфигурации сетевых устройств [8], таких как маршрутизаторы и коммутаторы для определения лучшего пути по которому пройдет трафик приложения. Контроллеры SDN упрощают управление сетью, сосредотачивая весь процесс коммуникации между приложениями и устройствами для эффективного регулирования сети и ее модификации [9] (если, конечно, она требуется). Вследствие того, что управление сетью

осуществляется программными методами, администраторы могут работать с трафиком более эффективно, тем самым повышая производительность сети. Обобщая, можно сказать, что контроллеры OpenFlow создают центральную точку для управления совместимыми устройствами в сети [10-13]. Этот протокол был создан для увеличения гибкости работы с сетью, с помощью универсализации всех устройств сети.

Действия	
1	Отправка пакета на все порты кроме входящего
2	Отправка пакета на контроллер
3	Отправка пакета на процессор
4	Работа с таблицей правил
5	Направление пакета на порт-отправитель
6	Направление пакета на порт назначения
7	Сброс пакета

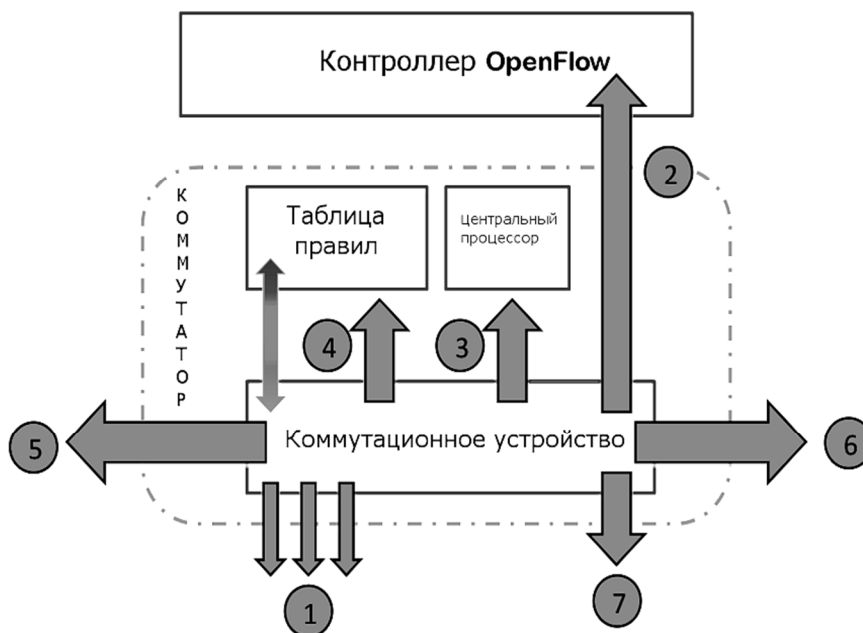


Рис. 1. Возможные действия в сети SDN

Решение задач внедрения протокола OpenFlow

Первой такой задачей является выбор контроллера OpenFlow. Так как контроллер является центральной точкой сети, именно его быстродействие задает эффективность работы всей сети, а также именно его поломка, скорее всего и выведет из строя всю управляемую им сеть. Несмотря на то, что выбор контроллеров для построения сети SDN достаточно велик (OpenDayLight, NOX, POX, Beacon, Floodlight, Maestro, SNAC, Trema, Ryu, FlowER, Mul) пользователь, а скорее администратор сети получает всего лишь заготовку, причиной этому является то, что OpenFlow это открытая архитектура. Сравнить такое положение дел можно с некоторыми профессиональными дистрибутивами ОС Linux— вроде и готовая операционная система, но нам нужно «подогнать» ее для своих нужд, а это требует вложения большого количества сил. Конечно, для крупных компаний это не является большой проблемой, например, Microsoft недавно создали свой дистрибутив Linux для работы с Azure. Исходя из этого становится ясно, что настройка такого устройства OpenFlow для них особой проблемой не будет. А что делать компаниям, мягко сказать, помельче? Эти компании будут вынуждены нанимать в штат собственных программистов, которые великолепно разбираются в сетевых технологиях, а это означает повышение затрат.

Далее идет проблема с временем — для подготовки проекта к запуску и его тестирования требуются не только дорогостоящие программисты, но и драгоценное время. Избежать все это можно с помощью покупки готовых коммерческих решений. Но и тут возникает проблема — коммерческое решение означает закрытую архитектуру, а основным плюсом OpenFlow является ее открытость [4].

Второй задачей является совместимость. Так как речь идет об открытой системе, вроде бы ничего не мешает специалисту “подогнать” данный протокол под свое решение. Но все это не так. Множество устройств уже устарело и не полностью совместимо с протоколом OpenFlow, а в некоторых случаях даже не поддерживает его. Из этой проблемы вытекает другая — готовность коммутаторов.

Огромное количество выполняемой работы на программном уровне выставляет требование к увеличению объема памяти на коммутаторе, а сегодня не все устройства имеют достаточный ее объем для работы сети SDN на самом высоком уровне производительности. Причиной этому является то, что в современных коммутаторах для хранения таблиц используется Ternary Content Addressable Memory — это единственный, на данный момент, вменяемый способ хранения данных в коммутаторах, от которого никуда не убежишь. Стоит такой метод дорого.

Поэтому коммутаторы в которых используются самые современные аппаратные решения, могут поддерживать OpenFlow чисто формально, так как не способны работать с заявленными функциями протокола на физическом уровне. Конечно, это решается благодаря добавлению сетевых процессоров, но приводит к заметному повышению в цене и энергопотреблении, а из-за этого выплывает вопрос: «Нужно ли это все?», поскольку причиной обращения к OpenFlow было упрощение и удешевление сети, а на выходе получилось обратное.

По причине того, что стандарт все еще молодой и будет сильно дорабатываться, компании не спешат выпускать «заточенные» решения. Однако из-за того, что данный протокол значительно увеличивает стабильность, производительность и легкость в управлении сети, а также обеспечивает относительно невысокую стоимость, крупные производители обязательно начнут выпускать устройства, работающие на 100% с OpenFlow в большом количестве уже в ближайшем будущем. Причина банальна — стандарту нужно время.

Выводы. OpenFlow даст огромный толчок развитию сетевых технологий в будущем, так как учитывает в себе удобство в построении сети, в ее управлении и в ее работе. Да, на данный момент не все сети и устройства готовы к повсеместному внедрению протокола OpenFlow, но это не значит, что от него нужно сразу же отказываться как от “вредного”. Протокол достаточно молодой и еще потребует достаточно много времени, что бы он был готов для работы в сетях любого назначения: будь то домашняя сеть или сеть крупного предприятия. Уже специалист может построить небольшую высокопроизводительную сеть без вовлечения сторонних усилий других разработчиков поэтому остается всего лишь ждать того времени, когда стандарт будет готов к работе в любых сетях, а ждать осталось недолго.

Литература

1. Смелянский Р. Программно-конфигурируемые сети [Электронный ресурс] / Р. Смелянский // Открытые системы. – 2012. – № 9. – Режим доступа до статті: www.osp.ru/os/2012/09/13039421/.
2. Shalimov A. Advanced study of SDN. OpenFlow controllers / Shalimov A., Zuikov D., Zimarina D., Pashkov V., Smeliansky R. // Proceedings of the 9th Central & Eastern European Software Engineering Conference in Russia. – ACM, 2013. – С. 1.
3. Pongracz G. Removing roadblocks from SDN: OpenFlow software switch performance on Intel DPDK / G. Pongracz, L. Molnar, Z. L. Kis // Software Defined Networks (EWSDN), 2013 Second European Workshop on. – IEEE, 2013. – P. 62-67.

4. Akyildiz I. F. A roadmap for traffic engineering in SDN-OpenFlow networks / Ian F. Akyildiz, Ahyoung Lee, Pu Wang, Min Luo, Wu Chou // Computer Networks, 2014. – Т. 71. – С. 1-30.
5. Autenrieth A. Cloud orchestration with SDN/OpenFlow in carrier transport networks / A Autenrieth, JP Elbers, P Kaczmarek // Transparent Optical Networks (ICTON), 2013 15th International Conference on. – IEEE, 2013. – С. 1-4.
6. Kogan K. Towards efficient implementation of packet classifiers in SDN/OpenFlow / K Kogan, S Nikolenko, W Culhane, P Eugster // Proceedings of the second ACM SIGCOMM workshop on Hot topics in software defined networking. – ACM, 2013. – С. 153-154.
7. Cvijetic N. SDN and OpenFlow for dynamic flex-grid optical access and aggregation networks / N Cvijetic, A Tanaka, P Ji, K Sethuraman // Lightwave Technology, Journal of. – 2014. – Т. 32. – №. 4. – С. 864-870.
8. Karimzadeh M. Applying SDN / M. Karimzadeh, L. Valtulina, G. Karagiannis // OpenFlow in Virtualized LTE to support distributed mobility management (DMM) . – 2014.
9. Salsano S. Information centric networking over SDN and OpenFlow: Architectural aspects and experiments on the OFELIA testbed / S Salsano, N Blefari-Melazzi, A Detti, G Morabito // Computer Networks. – 2013. – Т. 57. – №. 16. – С. 3207-3221.
10. Бондарчук А. П. Когнітивні технології та головні напрями розвитку ІКТ / А. П. Бондарчук // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. – 2013. – №. 1. – С. 57-62.
11. Красотин А. А. Программно-конфигурируемые сети как этап эволюции сетевых технологий / А. А. Красотин, И. В. Алексеев // Моделирование и анализ информационных систем. – 2013. – Т. 20. – №. 4. – С. 110-124.
12. Thomas A. Limoncelli OpenFlow: A Radical New Idea in Networking / A. Thomas // Communications of the ACM. – New York. – 2012. – Т. 55, № 8. – P. 42-47. – ISSN 0001-0782. – DOI:10.1145/2240236.2240254.
13. Фещенко О. А. Анализ задач, возложенных на программно-конфигурируемые сети // Системы обработки информации. – 2013. – Выпуск 9 (116). – С. 181-183.

Авторы статьи

Бондарчук Андрей Петрович, кандидат технических наук, доцент, декан факультета информационных технологий, Государственный университет телекоммуникаций, г. Киев. Тел.: +380 (97) 408 61 31. E-mail: 0-99@mail.ru

Солодкий Владислав Дмитриевич, студент, инженер 1 категории кафедры прикладного программирования, Государственный университет телекоммуникаций, г. Киев. Тел.: +380 93 972-1378. E-mail: obrest@obrest.info

Зайчук Наталия Александровна, студентка факультета информационных технологий, Государственный университет телекоммуникаций, г. Киев. Тел.: +380 93 941-1675. E-mail: zaychuk66@gmail.com

Срочинская Анна Станиславовна, аспирантка кафедры инфокоммуникаций, Государственный университет телекоммуникаций, г. Киев. Тел.: +380 97 392-7099. E-mail: michalskaya@rambler.ru

Дата надходження в редакцію: 22.10.2015 р. Рецензент: д.т.н., проф. Б. Ю. Жураковський