



УДК 004.4:004.7

УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

Ю.Г. ЧАШИН
Е.С. ЧЕРНЯВСКИХ

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

*e-mail: chashin@bsu.edu.ru,
609203@bsu.edu.ru*

Исследуется новая возможность управления сетевыми ресурсами и потоками данных, в программно-конфигурируемой инфраструктуре, за счет анализа данных о составе и топологии сети.

Появление новой возможности использования высокопроизводительных процессоров для управления современными сетевыми коммутаторами, позволило объединить компьютеры и сетевое оборудование на основе новой технологии OpenFlow [1], реализующей принципиально новый механизм обработки динамических сетевых нагрузок. От этого объединения специалисты ожидают прорыва в интернет-коммуникациях.

Традиционные коммутаторы реализуют как быструю переадресацию пакетов (*data path - тракт данных*), так и высокоуровневую маршрутизацию (*control path - тракт управления*). OpenFlow обеспечивает независимость функций высокоуровневого управления от аппаратного обеспечения, за счет чего ускоряются процессы пересылки и маршрутизации. В сети OpenFlow вся интеллектуальная часть реализуется на центральном сервере, что упрощает выполнение сложных операций.

Старший вице-президент Google Урс Холзл (Urs Holzle) отмечает, что использование подобной технологии, например с управляющей вычислительной машиной с 32 ядрами, может позволить ускорить выполнение некоторых операций в 25-50 раз, поскольку упрощается реализация многих функций, трудно реализуемых на встроенных процессорах с небольшой памятью, так же появляется возможность использования всего стандартного программного инструментария для разработки программного обеспечения [2]. Таким образом, использование новой технологии должно позволить существенно уменьшить время конфигурирования систем. Так, например использование новых функций при локальном отключении электроэнергии должно позволить, вместо обновления данных множества маломощных процессорных систем коммутаторов, обновить лишь данные нескольких мощных серверов управления. Сторонники данной технологии уверены, что новая технология позволит создавать гибкие и защищенные сети, имеющие меньше проблем с прохождением трафика, чем традиционные сети, и при этом они будут дешевле в проектировании и управлении.

Исследователи из Стэнфорда и Калифорнийского университета начали разработку программно-конфигурируемых сетей в 2002 году. Идея заключалась в использовании для управления такими сетями стандартных серверов, работающих отдельно от сетевых устройств, благодаря чему сетевые администраторы должны будут получить детализированный контроль над трафиком. Проект OpenFlow стартовал в 2008-м и стал первой жизнеспособной реализацией идеи программно-конфигурируемых сетей. С тех пор количество людских и технических ресурсов, вовлеченных в его реализацию, выросло лавинообразно [3]. В настоящее время эту технологию активно исследуют и внедряют такие известные компании как Google, Juniper, Cisco и др. А в марте 2011 года компании Cisco, Facebook, Google, Microsoft и др. образовали альянс Open Networking Foundation (ONF) для пропаганды технологии OpenFlow и протокола коммутации OpenFlow Switching Protocol.

В России многие научные фонды проявляют интерес к исследованиям в области технологии OpenFlow. Так в направлениях исследования Центра прикладных исследований компьютерных сетей, которые проходят при содействии фонда «Сколково» заявлены: инструментальные средства для разработки и отладки приложений для работы в программно-конфигурируемых сетях; сетевая операционная система с открытым кодом для управления программно-конфигурируемыми сетями; OpenFlow коммутатор с оптимизированной архитектурой [4]. Так же этой весной, в Центре прикладных исследований компьютерных сетей прошел семинар о проблемах и будущем компьютерных сетей, где у всех желающих была возможность узнать, как будут строиться вычислительные сети через 5-10 лет [5].

Как уже отмечалось, в сети OpenFlow за принятие решений о высокоуровневой маршрутизации отвечает управляющий сервер, благодаря чему процессорные ресурсы коммутатора можно использовать для более быстрой переадресации пакетов и для решения иных задач, что позволяет сетевым администраторам более эффективно управлять сетями. Большинство современных коммутаторов Ethernet используют таблицы потоков, которые описывают, как наиболее эффективно доставить пакет от отправителя к получателю. Структуры таблиц потоков, у разных производителей отличаются, однако можно выделить набор функций, общих для большинства коммутаторов. OpenFlow стандартизует этот общий набор функций.

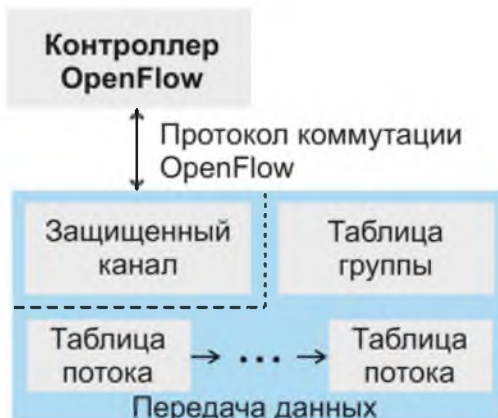


Рис. 1. Структура управления в OpenFlow

Коммутатор с OpenFlow состоит из одной или более таблиц потока и таблицы группы, с помощью которых выполняется поиск и передача пакетов. OpenFlow формирует канал к внешнему управляющему серверу - контроллеру. Коммутатор связывается с контроллером, и контроллер управляет коммутатором через OpenFlow-протокол (рис. 1).

При помощи протокола OpenFlow контроллер может добавить, обновить и удалить записи потока в таблицах потока, как мгновенно в ответ на запрос для пакета, так и заранее. Каждый поток в таблице коммутатора содержит множество записей потоков, каждая запись потока состоит из полей соответствия, счетчиков и инструкций, применяемых к пакетам.

При получении пакета коммутатор OpenFlow выполняет последовательность действий, в соответствии с приведенной схемой (рис. 2). Из пакета извлекаются служебные данные, включающие адрес назначения. Поиск соответствия начинается с первой таблицы и может продолжаться в каждой из дополнительных таблиц. Если необходимая запись найдена, выполняются инструкции связанные с конкретной записью потока. Если никакого соответствия не найдено в таблице потоков, то в зависимости от конфигурации коммутатора пакет может быть либо направлен к контроллеру по каналу OpenFlow, либо пропущен, либо перенаправлен к следующей таблице потока.

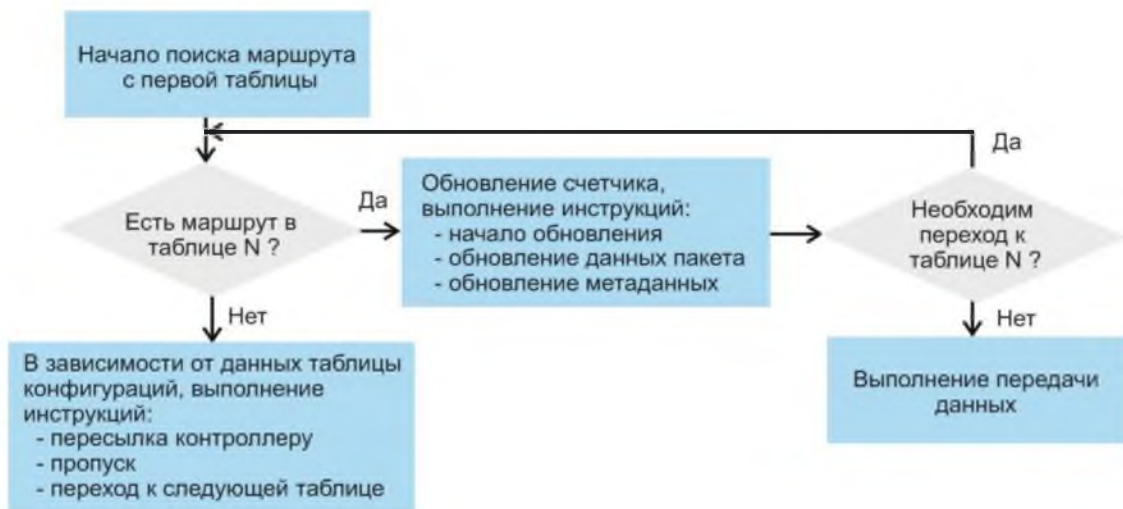


Рис. 2. Схема прохождения пакета через коммутатор OpenFlow



Инструкции, связанные с каждой записью потока или содержат действия, или изменяют конвейерную обработку. Действия, включенные в инструкции, описывают пересылку и модификацию пакетов, а также обрабатывают группы таблиц. Инструкции конвейерной обработки позволяют пакетам быть отправленными к последующим таблицам для дальнейшей обработки, и позволяют информации быть переданной между таблицами в форме метаданных. Обработка таблиц останавливается в том случае, когда система команд, связанная с соответствующей записью потока, не указывает следующую таблицу; в этой точке пакет обычно изменяется и передается.

К преимуществам исследуемой технологии можно отнести:

1. **Производительность.** Разделение тракта данных и тракта управления позволяет централизованно управлять маршрутизацией всей сети, а контроллерам направить все свои ресурсы на ускорение перемещения трафика.

2. **Стоимость.** За счет виртуализации управления сетью технология OpenFlow снижает расходы на построение и сопровождение сетей.

3. **Функциональность.** Благодаря открытому и единому интерфейсу прикладных программ (API) администраторы могут создавать различное ПО управления. Ранее данная задача была труднореализуемой, поскольку у маршрутизаторов и коммутаторов, предлагаемых крупными поставщиками, не было единого API.

4. **Администрирование.** За счет использования централизованного сервера повышается удобство администрирования. Так же предполагается возможность создания виртуальных сетевых топологий — построение виртуальных локальных или глобальных сетей без физического изменения сети [6].

К опасениям относительно данной технологии можно отнести:

1. **Масштабируемость.** Сосредоточение всех функций сетевого управления на одном сервере вызывает опасения. В обычных сетях все коммутаторы участвуют в управлении, и с ростом сети ее масштабируемость обеспечивается за счет новых коммутаторов.

2. **Безопасность.** Поскольку в OpenFlow вся функциональность управления реализуется на одном сервере, взломать такую сеть будет проще.

3. **Совместимость.** Имеются опасения, что добавление к сети OpenFlow проприетарных (собственных) расширений, может породить реализации, несовместимые с другими.

Таким образом, на настоящий момент OpenFlow скорее является интересным научным проектом, чем готовой к внедрению технологией. Пока большинству пользователей нужны коммутаторы и маршрутизаторы, которые работают без трудоемкой настройки. Если технологии OpenFlow удастся достигнуть такого уровня функциональности, который позволит упростить архитектуру сети и управление ею, то в этом случае за данной технологией будет большое будущее.

Список литературы

1. List of OpenFlow Software Projects. Switch Software and Stand-Alone OpenFlow Stacks. <http://yuba.stanford.edu/~casado/of-sw.html>
2. Rick Merrit. Google describes its OpenFlow network. <http://www.eetimes.com/electronics-news/4371179/Google-describes-its-OpenFlow-network>
3. Чулан. OpenFlow for dummies. <http://habrahabr.ru/post/133107/>
4. Центр прикладных исследований компьютерных сетей. Направления исследований ЦПИ КС. <http://www.arccn.ru/research>
5. OpenFlow в Москве. http://security-corp.org/administration/sys_admin/3551-openflow-v-moskve.html
6. Стивен Воган-Николс. OpenFlow: сеть нового поколения? <http://www.osp.ru/os/2011/08/13011110/>

DATA FLOW CONTROL IN THE PROGRAM CONFIGURED COMPUTER NETWORKS

Y.G. CHASHIN

E.S. CHERNYAVSKIKH

*Belgorod National Research
University*

*e-mail: chashin@bsu.edu.ru,
609203@bsu.edu.ru*

New possibility of management by network resources and data flows, in program configured infrastructure, at the expense of the analysis of data on structure and network topology is investigated.

Keywords: computer, network, analysis, flow.