



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Л.С. Адрова, П.Н. Полежаев

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫМИ СЕТЯМИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ

(Оренбургский государственный университет)

Существующие сетевые технологии для корпоративных сетей обладают целым рядом недостатков. Сетевые протоколы, такие как Fiber Channel, Infiniband, а также традиционный Ethernet, имеют ограниченные возможности по управлению трафиком. Усовершенствованные варианты протокола Ethernet – Converged Enhanced Ethernet и Cisco Data Center Ethernet включают расширения по управлению потоками на основе приоритетов, разделению пропускной способности, управлению перегрузками и логическим состоянием полос передачи данных, по обеспечению передачи без потерь, а также по одновременному использованию нескольких параллельных путей передачи данных между узлами. Основные недостатки данных решений – сложная децентрализованная схема управления потоками данных, основанная на множестве закрытых протоколов, отсутствие гибкости внесения изменений и значительная стоимость сетевого оборудования.

Отсутствуют эффективные средства обеспечения QoS. В связи с ростом объемов мультимедийного, голосового (IP-телефония) и видео-трафика (видеоконференцсвязь) актуально обеспечение необходимых параметров качества обслуживания (максимальной гарантированной задержки, минимальной гарантированной пропускной способности, джиттера или процента потери пакетов) для соответствующих потоков данных. В настоящее время отсутствуют готовые решения по автоматической настройке параметров QoS, администраторы задают их вручную на каждом сетевом устройстве.

Для корпоративных сетей характерна сложность управления. В наши дни используется более 600 протоколов, каждый из которых имеет конкретное назначение. При выявлении проблемы к стеку протоколов TCP/IP разработчиками просто добавляется новый протокол, который ее решает. Это приводит к возрастанию сложности управления корпоративной сетью, отсутствию интеграции между протоколами, а также к увеличению стоимости сетевых устройств, которые должны иметь достаточные вычислительные мощности, чтобы поддерживать весь спектр необходимых протоколов.



Другой проблемой является необходимость наличия в компании штата высококвалифицированных специалистов, способных разбираться во всех нюансах функционирования отдельных протоколов и уметь настраивать их работу в различных сетевых устройствах. В случае если сферой работы компании являются компьютерные сети (провайдеры услуг доступа к сети Интернет, хостинг-провайдеры, провайдеры облачных услуг и т.п.), то нередко возникает необходимость в разработке собственных протоколов или сетевых сервисов, решающих критичную для компании задачу по управлению трафиком, настройке параметров качества обслуживания, обеспечению масштабируемости или безопасности сети. В этом случае компании понадобятся еще более квалифицированные специалисты, разбирающиеся в вопросах программирования для сетевых устройств различных производителей.

Закрывать программных платформ сетевых устройств – еще одна проблема корпоративных сетей. Сетевые устройства большинства производителей имеют проприетарное программное обеспечение, для него отсутствуют SDK. Это делает невыполнимой задачу по программированию для подобных платформ.

Также для корпоративных сетей характерна высокая стоимость существующего сетевого оборудования, необходимость оплачивать труд целого штата высококвалифицированных сотрудников, занимающихся их администрированием.

Данное исследование направлено на разработку эффективных алгоритмов управления корпоративными сетями на основе технологии программно-конфигурируемых сетей (ПКС) [1, 2].

В основе подхода ПКС лежит возможность динамически управлять пересылкой данных в сети с помощью открытого протокола OpenFlow. Все сетевые коммутаторы, поддерживающие OpenFlow, объединяются под управлением контроллера OpenFlow, который обеспечивает приложениям доступ к управлению сетью.

Каждый коммутатор OpenFlow имеет таблицу потоков, содержащую правила обработки пакетов. Каждое правило включает две части – признаки заголовков пакетов и набор действий. При поступлении в коммутатор нового пакета, происходит сопоставление его заголовков с признаками правил в таблице. В случае совпадения выполняются все действия из соответствующего набора. Если подходящее правило в таблице отсутствует, то пакет передается контроллеру OpenFlow. Контроллер принимает решение о дальнейших действиях над пакетом, которое реализуется в виде команды передачи пакета на определенный порт коммутатора и/или в установке для пакета нового правила в таблицу данного и, возможно, других коммутаторов.

Признаки заголовков позволяют управлять пакетами на уровнях L1–L3 модели OSI. В число возможных действий над пакетом входит его передача на заданный порт, на все порты, удаление, изменение его заголовка и т.п.



Технология ПКС позволяет устранить все вышеупомянутые недостатки традиционных корпоративных сетей:

1. В основе ПКС лежит централизованная схема управления, при которой контроллер, обладающий максимально полной информацией о текущем состоянии сети, принимает решения по управлению потоками данных, включая их маршрутизацию, балансировку и устранение перегрузок. Открытый API контроллера OpenFlow позволяет разрабатывать любые собственные решения по управлению корпоративной сетью.

2. На основе ПКС могут быть реализованы эффективные средства обеспечения параметров QoS для потоков данных, основанные на распределении потоков данных по альтернативным путям передачи или на управлении очередями пакетов на портах коммутаторов OpenFlow. При этом за счет наличие предустановленных правил классификации потоков данных на контроллере OpenFlow настройка параметров QoS может проводиться в автоматическом режиме.

3. При использовании ПКС значительно упрощается управление сетью, отпадает необходимость в отдельных протоколах маршрутизации, распределения нагрузки, обеспечения QoS и др., либо данные протоколы могут быть реализованы на основе технологии ПКС. Контроллер OpenFlow выступает интегрирующим звеном для реализации различных протоколов. Функции управления потоками данных выносятся из коммутаторов OpenFlow на контроллер, это приводит к упрощению программной и аппаратной составляющей коммутаторов OpenFlow, что положительным образом сказывается на их стоимости.

4. API, предоставляемый существующими контроллерами OpenFlow для разработки сетевых приложений, доступен для освоения обычными прикладными программистами, разбирающимися в сетевых технологиях. При этом программы для контроллера пишутся с применением высокоуровневых языков программирования, таких как C++, Java, Ruby, Python. С использованием ПКС может быть разработана система управления корпоративной сетью компании, решающая в автоматическом или полуавтоматическом режиме большинство задач по администрированию. В случае, если компания использует готовую (купленную или бесплатную открытую) систему управления, то, по сравнению с традиционными корпоративными сетями, при администрировании ПКС необходим меньший штат сотрудников с меньшей квалификацией, что приводит к экономии на оплате трудовых часов.

5. Последние тенденции на рынке сетевых технологий показывают, что производители сетевого оборудования активно внедряют поддержку OpenFlow в собственные коммутаторы. При этом им нет необходимости раскрывать собственные проприетарные программные платформы, достаточно просто реализовать поддержку стандарта открытого протокола OpenFlow в качестве дополнительного сервиса наравне с существующими. Также уже начинают появляться коммутаторы, ориентированные на поддержку только одного протокола OpenFlow.



В рамках настоящего исследования ПКС используются для решения следующих задач:

1. Сбор информации о топологии сети и сетевой статистики. Создан алгоритм, который с помощью ПКС и протокола LLDP отслеживает появление в сети новых коммутаторов, хостов, сетевых связей, а также их отключение. ПКС и протокол SNMP также позволяют собирать детальную информацию о текущем состоянии сети (состояние очередей на портах коммутатора OpenFlow, текущую задержку, пропускную способность сетевых связей, количество переданных/полученных байт на порту и др.). Вся данная информация объединяется и хранится на контроллере OpenFlow в его базе данных. Это обеспечивает наличие у контроллера актуальной информации о топологии вычислительной системы и текущем состоянии ее сети.

2. Маршрутизация и обеспечение QoS. Разработан алгоритм, решающий задачи по классификации потоков данных, выбору и обеспечению для них параметров QoS одновременно с определением путей для передачи. При выборе путей алгоритм руководствуется топологией и текущим состоянием сети, необходимостью сбалансировать нагрузку на сетевое оборудование, а также гарантировать для потоков данных значения параметров максимальной задержки или минимальной пропускной способности.

Предложенные алгоритмы являются основными алгоритмами управления корпоративной сетью с использованием технологии ПКС. Они будут реализованы в качестве отдельных модулей для прототипа системы управления корпоративной сетью, который планируется создать на базе одного из существующих контроллеров OpenFlow с открытой лицензией. Дополнительно будет создан модуль взаимодействия с пользователями, реализующий Web-интерфейс прототипа системы управления.

Созданный прототип системы управления корпоративной сетью, основанный на распределенном контроллере OpenFlow, его алгоритмы управления планируется исследовать с помощью экспериментального образца корпоративной ПКС, который имеется у Оренбургского государственного университета и включает в себя несколько территориально разделенных сегментов.

Важнейшим достоинством предлагаемых решений по использованию ПКС для управления корпоративной сетью является их тесная интеграция, подчиненная единым целям обеспечения эффективности – производительности, сбалансированности, QoS, безопасности и масштабируемости.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ (проекты №13-07-97046 и №14-07-97034).

Литература

1. McKeown N., Anderson T., Balakrishnan H., Parulkar G., Peterson L., Rexford J., Shenker S., Turner J.; Openflow: enabling innovation in campus networks // ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2008, vol. 38, p. 69-74.



2. Полежаев П.Н., Ушаков Ю.А., Шухман А.Е. Система управления ресурсами для высокопроизводительных вычислений, основанная на использовании программно-конфигурируемой сети // "Системы управления и информационные технологии: научно-технический журнал", 2013. - №4(54). - С. 65-69.

Ю.С. Артамонов

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОСТУПНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Введение. В настоящее время используется множество платформ для научных вычислений. В одном проекте может быть задействовано несколько различных окружений. Нехватка вычислительных ресурсов приводит к необходимости использования пакетных систем или же простых очередей заданий. Если в наличии есть разные по производительности и загруженности вычислительные ресурсы, то требуется оптимально выбрать окружение для расчётов. Критерием выступает отметка времени окончания вычислений.

При использовании суперкомпьютерной техники с пакетными системами пользователю требуется знать, когда его задание будет запущено. Если вычислительная задача выполняется в интерактивном режиме и выдаёт данные по мере вычислений, то ставится задача об оптимизации времени старта и завершения при условии, что вычислительных ресурсов достаточно для работы программы. Это может быть необходимо для последующего анализа выходных данных внешними по отношению к окружению инструментами.

Для решения этих задач требуются данные о загруженности вычислительных ресурсов и о профиле их использования. При прогнозировании следует принять во внимание как большой массив исторических данных по исполнению задач, так и тренд загрузки ресурсов. Значимыми могут являться и исторические данные, и тренд, также возможна ситуация когда влияние одного из факторов может быть ничтожно.

Выделим 3 задачи прогнозирования доступных вычислительных ресурсов:

1. Прогноз момента запуска вычислительной задачи.
2. Прогноз завершения вычислений задачи.
3. Прогноз доступных вычислительных ресурсов окружения.

Отдельно рассмотрим ограничения на общий объём вычислительных ресурсов.

1. Фиксированный объём вычислительных ресурсов.
2. Динамически изменяемый объём вычислительных ресурсов.

Случай с фиксированным объёмом вычислительных мощностей характерен для суперкомпьютерной техники, а примером случая с динамически изменяемыми вычислительными мощностями могут являться Desktop Grid системы.