УДК 004.724.4

С.В. Губанков, А.В. Мартиненко, Е.В. Старкова, К.В. Герасименко

Государственный Университет Телекоммуникаций, Киев

УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ И ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ MPLS

В статье рассмотрены возможности управления трафиком и преимущества использования технологии MPLS в компьютерных сетях.

Ключевые слова: *управление трафиком, коммутация, метка, передача данных.*

Вступление

В сети любого большого провайдера возникает необходимость управления трафиком. И чем больше сеть, тем острее эта необходимость ощущается. На помощь в планировке и построении сети приходит MPLS (multiprotocol label switching) – механизм в высокопроизводительной телекоммуникационной сети, осуществляющий передачу данных от одного узла сети к другому с помощью меток. MPLS является масштабируемым и независимым от каких-либо протоколов механизмом передачи данных. В сети, основанной на MPLS, пакетам данных присваиваются метки. Решение о дальнейшей передаче пакета данных другому узлу сети осуществляется только на основании значения присвоенной метки без необходимости изучения самого пакета данных. За счет этого возможно создание сквозного виртуального канала, независимого от среды передачи и использующего любой протокол передачи данных.

Основная часть

Управление трафиком (TE) связано с оптимизацией рабочих характеристик сетей. TE включает в себя технологию и научные принципы измерения, моделирования, описания.

Главной целью управления трафиком в Интернет является достижение эффективной и надежной работы сети. Управление трафиком стало непременной функцией многих автономных систем, из-за высокой стоимости услуг Интернет.

Ключевые характеристики, сопряженные с управлением трафиком, могут относиться к следующим категориям:

- Ориентированные на трафик.
- Ориентированные на ресурсы.

Задачи, ориентированные на управление трафиком, включают в себя улучшение информационных потоков. В модели "оптимальных усилий" для интернет-сервиса ключевая задача управления трафиком включает в себя: минимизацию потерь пакетов и задержек, оптимизацию пропускной способности и согласование наилучшего уровня услуг. В данной модели минимизация вероятности потери пакетов является наиболее важным аспектом. Одним из подходов решения таких проблем является оптимизация использования всех имеющихся ресурсов сети. В частности, желательно гарантировать, чтобы наборы сетевых ресурсов не были перегружены, в то время как аналогичные ресурсы на альтернативных маршрутах недогружены. Полоса пропускания является критическим ресурсом современных сетей. Следовательно, центральной функцией управления трафиком является эффективное управление пропускной способностью.

Минимизация перегрузок является первичной задачей. Здесь речь идет не о кратковременных перегрузках, а о долгосрочных, влияющих на поведение сети в целом. Перегрузка обычно проявляется двояко:

- Когда сетевых ресурсов недостаточно или они не соответствуют существующей загрузке.
- Когда потоки трафика неэффективно распределены по имеющимся ресурсам.

Первый тип проблем перегрузки может быть решен путем:

- Расширения ресурса.
- Применением классических средств управления перегрузкой.
- Сочетанием предыдущих подходов.

Классическое управление перегрузкой пытается регулировать уровень потребности, снижая его до имеющегося в распоряжении уровня ресурсов. Классическое управление перегрузкой включает в себя: ограничение потока, управление шириной окна для потока, управление очередями в маршрутизаторе, диспетчеризацию. Второй тип проблем перегрузки, связанный с неэффективным размещением ресурсов, может быть решен посредством управления трафиком. Вообще, перегрузка, связанная с неэффективным размещением ресурсов, может быть уменьшена с помощью балансировки нагрузки в различных частях

сети. Задачей таких действий является уменьшение максимальной перегрузки или напротив уменьшение максимума использования ресурса. Когда перегрузка минимизирована путем оптимального размещения ресурсов, потери пакетов и задержка доставки падают, а совокупная пропускная способность возрастает. Таким образом, качество сетевого обслуживания становится лучше.

Понятно, что балансировка определяет политику оптимизации рабочих характеристик сети. Возможности, предоставляемые управлением трафиком, должны быть достаточно гибкими, чтобы сетевые администраторы могли реализовать другие политики. Протокол MPLS стратегически достаточен для управления трафиком, так как он может предоставить большую часть функций, доступных в модели наложений. Также MPLS предлагает возможность автоматизировать функции управления трафиком[1]. Канал передачи данных представляет собой объединение потоков данных одного и того же класса, которые следуют маршруту с коммутацией пакетов по меткам. Канал передачи данных представляет собой абстракцию трафика, с которой могут быть ассоциированы определенные характеристики[2]. Полезно рассматривать каналы передачи данных как объекты, которые можно маршрутизировать, то есть, путь, по которому переносятся данные, может меняться. Важно, подчеркнуть, что существует фундаментальное отличие между каналом передачи данных и путем. LSP представляет собой спецификацию пути с коммутацией по меткам, через который проходит трафик. Удобность MPLS для управления трафиком обусловлена следующими факторами:

- Явные пути с коммутацией меток могут быть легко сформированы сетевым администратором или посредством стандартных протоколов.
- LSP могут поддерживаться эффективно.
- Каналы передачи данных могут быть смоделированы и поставлены в соответствие LSP.
- Набор атрибутов может быть ассоциирован с ресурсами, которые ограничивают положение LSP и каналов передачи данных.
- Относительно легко интегрировать маршрутизацию на основе ограничений в рамках MPLS
- Хорошая реализация MPLS может предложить заметно более низкую избыточность, чем конкурирующие альтернативы управления трафиком.

Кроме того, через механизм коммутации меток MPLS позволяет наложить на современную модель маршрутизации квазиканальную коммутацию. Многие существующие предложения для управления трафиком посредством MPLS концентрируются на возможности формирования LSP.

В основе MPLS лежит принцип обмена меток. Любой передаваемый пакет ассоциируется с тем или иным классом сетевого уровня (Forwarding Equivalence Class, FEC), каждый из которых идентифицируется определенной меткой. Значение метки уникально лишь для участка пути между соседними узлами сети, которые называются также маршрутизаторами, коммутирующими по меткам (Label Switching Router, LSR). Метка передается в составе любого пакета, способ ее привязки к пакету зависит от используемой технологии канального уровня. Маршрутизатор LSR получает топологическую информацию о сети, участвуя в работе алгоритма маршрутизации — OSPF, BGP, IS-IS. Затем он начинает взаимодействовать с соседними маршрутизаторами, распределяя метки, которые в дальнейшем будут применяться для коммутации. Обмен метками может производиться с помощью как специального протокола распределения меток (Label Distribution Protocol, LDP), так и модифицированных версий других протоколов сигнализации в сети.

Распределение меток между LSR приводит к установлению внутри домена MPLS путей с коммутацией по меткам. Каждый маршрутизатор LSR содержит таблицу, которая ставит в соответствие паре «входной интерфейс, входная метка» тройку «префикс адреса получателя, выходной интерфейс, выходная метка». Получая пакет, LSR по номеру интерфейса, на который пришел пакет, и по значению привязанной к пакету метки определяет для него выходной интерфейс. Старое значение метки заменяется новым, содержавшимся в поле «выходная метка» таблицы, и пакет отправляется к следующему устройству на пути LSP. Вся операция требует лишь одноразовой идентификации значений полей в одной строке таблицы. Это занимает гораздо меньше времени, чем сравнение IP-адреса отправителя с наиболее длинным адресным префиксом в таблице маршрутизации, которое используется при традиционной маршрутизации[3].

Сеть MPLS делится на две функционально различные области — ядро и граничную область. Ядро состоит из устройств, минимальным требованием к которым является поддержка MPLS и участие в процессе маршрутизации трафика для протокола, который коммутируется с помощью MPLS. Маршрутизаторы ядра занимаются только коммутацией. Все функции классификации пакетов по различным FEC, а также реализацию дополнительных сервисов, как фильтрация, явная маршрутизация, выравнивание нагрузки и управление трафиком, берут на себя граничные LSR. В результате интенсивные

вычисления приходятся на граничную область, а высокопроизводительная коммутация выполняется в ядре, что позволяет оптимизировать конфигурацию устройств MPLS в зависимости от их местоположения в сети[4]. Из этого следует что, основная особенность MPLS — отделение процесса коммутации пакета от анализа IP-адресов в его заголовке, что открывает ряд хороших возможностей. Очевидным следствием описанного подхода является то, что очередной сегмент LSP может не совпадать с очередным сегментом маршрута, который был бы выбран при традиционной маршрутизации. Поскольку на установление соответствия пакетов определенным классам FEC могут влиять не только IP-адреса, но и другие параметры, нетрудно реализовать, например, назначение различных LSP пакетов, относящимся к различным потокам RSVP или имеющим разные приоритеты обслуживания. Конечно, подобное удается осуществить и в стандартных маршрутизируемых сетях, но решение на базе MPLS оказывается проще и к тому же гораздо лучше масштабируется [5].

Каждый из классов FEC обрабатывается отдельно от остальных — не только потому, что для него строится свой путь LSP, но и в плане доступа к общим ресурсам. В результате технология MPLS позволяет очень эффективно поддерживать требуемое качество обслуживания, не нарушая предоставленных пользователю гарантий. Применение в LSR таких механизмов управления буферизацией и очередями, как WRED, WFQ или CBWFQ, дает возможность администратору сети MPLS контролировать распределение ресурсов и изолировать трафик отдельных пользователей.

Выводы

Использование явно задаваемого маршрута в сети MPLS свободно от недостатков стандартной IP-маршрутизации от источника, поскольку вся информация о маршруте содержится в метке и пакету не требуется нести адреса промежуточных узлов, что улучшает управление распределением нагрузки в сети. Технология MPLS является стандартом и активно используется для построения IP-сетей. На практике MPLS используется для передачи IP и Ethernet трафика. Основными областями применения MPLS являются оптимизация и управление трафиком и организация виртуальных частных сетей (VPN).

Список литературы

1. Семенов, Юрий Алексеевич. Протоколы и ресурсы Internet / Юрий Алексеевич Семенов. – Москва: Радио и связь, 1996 . – 320 с. : ил. - ISBN 5-256-01280-0 .

2. Li, T. и Y. Rekhter, "Provider Architecture for Differentiated Services и Traffic Engineering (PASTE)", RFC 2430, October 1998.

3. http://www.osp.ru/nets/1999/12/144399/

4. http://www.serviceassurancedaily.com/2006/11/routers-hold-the-key-to-mpls-network-performance-measurement/

5. Applied Data Communications (A Business-Oriented Approach) James E. Goldman & Phillip T. Rawles, 2004 (ISBN 0-471-34640-3)

Надійшла до редакції 17.03.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Кравченко, Державний університет телекомунікацій, Київ.

УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ І ПЕРЕВАГИ ТЕХНОЛОГІЇ MPLS

С.В. Губанков, А.В Мартиненко, Е.В. Старкова, К.В. Герасименко

У статті розглянуті можливості управління трафіком та переваги використання технології MPLS в комп'ютерних мережах.

***Ключові слова**: управління трафіком, комутація, мітка, передача даних.*

TRAFFIC MANAGEMENT AND BENEFITS OF MPLS TECHNOLOGY

S.V. Hubankov, A.V. Martinenko, H.V. Starkova, K.V. Gerasimenko

The article describes the traffic control features and benefits of using MPLS technology in computer networks.

***Keywords**: traffic management, switching, label, datatransmission.*