

МАРШРУТИЗАЦИЯ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ QoS НА СОВРЕМЕННЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

На сегодняшний день не вызывает сомнения, что не только сети связи следующего поколения, но и современные сети связи становятся мультисервисными. Одновременное предоставление доступа к различным телеслужбам (стандартная телефония, IP-телефония, WEB-сервисы, организация виртуальных частных сетей) требует разработки методов обеспечения сквозного гарантированного качества услуг связи (Quality of Service, QoS) для передачи различных типов трафика. В этих условиях актуальной становится задача разработки алгоритмов сетевой маршрутизации, которые позволяли бы обеспечить пользователям услуг связи гарантированное QoS согласно соглашения об уровне обслуживания (service level agreement, SLA) или обеспечивать качество «по умолчанию», принятое для данного вида телеслужбы. Сейчас типовым техническим решением является использование встроенных программных средств приоритезации на граничном маршрутизаторе, который назначает приоритеты для различных видов трафика: трафик реального времени, критичный к задержкам (real-time traffic); бизнес-трафик, который критичен к потерям пакетов (business critical traffic); трафик с наилучшим возможным качеством и негарантированной доставкой – электронная почта (best-effort traffic). В итоге для разработки полноценных алгоритмов маршрутизации с QoS необходимо ввести понятие «метрики качества». Метрика качества означает оценку качества передачи трафика по нескольким параметрам, например задержка, джиттер задержки, стоимость пропуска нагрузки.

Как показывает проведённый анализ [1], различают одинарные метрики QoS (ширина полосы пропускания или задержка), двойные метрики (стоимость пропуска нагрузки и задержка, ширина полосы пропускания и задержка, ширина полосы пропускания и стоимость), аддитивные метрики (линейные комбинации одинарных метрик), множественные метрики (путь минимальной стоимости с ограничениями по сложности, например по длине, пути пропуска нагрузки). Для большинства существующих алгоритмов с QoS имеются доказательства NP-полноты задачи и сходимости алгоритма за полиномиальное время. В частности для множественных метрик имеется алгоритм MAMCRA [3], где сложность алгоритма определяется как $O(kn \times \lg(kn) + k^2me)$, где $O(\dots)$ – функция, отражающая временную сложность алгоритма, т.е. время вычисления, n – число узлов на сети, m – число источников нагрузки, k – число кратчайших путей, просматриваемых между источниками нагрузки и узлами-получателями, e – число ребер в графе сети, которые соответствуют линиям между узлами. Здесь предполагается, что сеть связи представлена в виде взвешенного ориентированного графа (N, E) .

Узлы N графа представляют собой узлы коммутации или маршрутизаторы, ребра E представляют каналы связи. Каждый канал представлен в виде двух ребер, направленных в противоположных направлениях.

Необходимо отметить, что рассматривать алгоритмы с QoS и соответствующие метрики требуется как для трафика типа unicast (односторонняя передача), так и для трафика типа multicast (широковещательный трафик).

Основным недостатком имеющихся подходов к разработке алгоритмов сетевой маршрутизации на основе различных метрик является отсутствие общего, универсального алгоритма маршрутизации с обеспечением QoS. Кроме того, необходимо иметь в виду, что метрики QoS на практике являются вероятностными величинами, зависящими от времени и/или от состояния сети в данный момент времени. В этой связи целесообразным представляется следующая итеративная процедура:

1. Определение по предыдущим состояниям сети или на основе эвристик возможности обслуживания новой заявки с заданным QoS. Если требуемое QoS не может быть обеспечено, то заявка отклоняется или ставится на ожидание.
2. Анализ и группировка заявок на границе сети со сходными требованиями к QoS и типами трафика.
3. Поиск оптимального маршрута для передачи трафика группы заявок с одинаковыми требованиями QoS. Маршрут имеет время жизни, ограниченное требованиями по передаче трафика, состоянием сети, приоритетом заявок.
4. Передача трафика, обусловленного группой заявок с одинаковыми требованиями QoS, по найденному маршруту.
5. Возврат к п. 1. для просмотра новых заявок и/или передачи трафика, который не был передан за время жизни маршрута.

В настоящее время проводятся исследования в части реализации данной процедуры с помощью имеющихся алгоритмов маршрутизации с QoS [2], теории игр, теории оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гребешков А. Ю, Карташевский В.Г, Хмельницкий Д. В. Анализ методов и алгоритмов сетевой маршрутизации с обеспечением QoS //Сб. докладов 57-й сессии РНТО им. А.С. Попова, посв. Дн. Радио.– 2002.
2. Chen S., Nahrstedt K. Distributed QoS Routing. Режим доступа: [<http://cairo.cs.uiuc.edu> 03.05.2001].
3. Pragyansmita Paul, S.V. Paghavan Survey of QoS Routing. Режим доступа: [<http://citeseer.ist.psu.edu/544755.html> 18.02.2004].