

Лекция 6. коммутацией каналов и коммутацией пакетов. ЧАСТЬ 1

Различные подходы к выполнению коммутации

В общем случае решение каждой из частных задач коммутации - определение потоков и соответствующих маршрутов, фиксация маршрутов в конфигурационных параметрах и таблицах сетевых устройств, распознавание потоков и передача данных между интерфейсами одного устройства, мультиплексирования / демультиплексирования потоков и разделение среды передачи - тесно связано с решением всех. Комплекс технических решений обобщенного задача коммутации в совокупности составляет базис любой сетевой технологии. От того, какой механизм прокладки маршрутов, продвижение данных и совместного использования каналов связи заложен в той или иной сетевой технологии, зависят ее фундаментальные свойства.

Среди множества возможных подходов к решению задачи коммутации абонентов в сетях выделяют два основных:

- коммутация каналов (circuit switching)
- коммутация пакетов (packet switching).

Внешне обе эти схемы соответствуют приведенной структуре сети, однако возможности и свойства их различны.

Сети с коммутацией каналов имеют более богатую историю, они произошли от первых телефонных сетей. Сети с коммутацией пакетов сравнительно молодые, они появились в конце 60-х лет как результат экспериментов с первыми глобальными компьютерными сетями. Каждая из этих схем имеет свои достоинства и недостатки, но по прогнозам многих специалистов, будущее принадлежит технологии коммутации пакетов, как более гибкой и универсальной.

коммутация каналов

При коммутации каналов коммутационная сеть образует между конечными узлами непрерывный составлен физический канал из последовательно соединенных коммутаторами промежуточных канальных участков. Условием того, что несколько физических каналов при последовательном соединении образуют единый физический канал, является равенство скоростей передачи данных в каждом из составляющих физических каналов. Равенство скоростей означает, что коммутаторы такой сети не должны буферизовать передаваемые данные.

В сети с коммутацией каналов перед передачей данных всегда необходимо выполнить процедуру установления соединения, в процессе которой и создается составной канал. И только после этого можно начинать передавать данные.

Например, если сеть, отвечает за технологии коммутации каналов, то узел 1, чтобы передать данные узлу 7, сначала должен передать специальный запрос на установление соединения коммутатору А, указав адрес назначения 7. Коммутатор А должен выбрать маршрут образования составного канала, а затем передать запрос следующему коммутатору, в этом случае Е. Затем коммутатор Е передает запрос коммутатору F, а тот, в свою очередь, передает запрос узлу 7. Если узел 7 принимает запрос на установление соединения, он направляет по уже установленному каналу ответ

исходном узлу, после чего составной канал считается коммутируемым и узлы 1 и 7 могут обмениваться по нему данными.

Техника коммутации каналов имеет свои достоинства и недостатки.

Достоинства коммутации каналов

1. Постоянная и известная скорость передачи данных по установленному между конечными узлами канале. Это дает пользователю сети возможности на основе заранее сделанной оценки необходимой для качественной передачи данных пропускной способности установить в сети канал нужной скорости.

2. **низкий и постоянный уровень задержки передачи данных по сети.** Это позволяет качественно передавать данные, чувствительные к задержкам (называемые также трафиком реального времени) - голос, видео, различную технологическую информацию.

Недостатки коммутации каналов

1. Отказ сети в обслуживании запроса на установление соединения. такая ситуация может сложиться из-за того, что на некотором участке сети связи нужно установить вдоль канала, через который уже проходит максимально возможное количество информационных потоков. Отказ может случиться и на конечном участке составного канала - например, если абонент способен поддерживать только одно соединение, что характерно для многих телефонных сетей. При поступлении второго вызова абонента, уже разговаривает, сеть передает вызывающему абоненту короткие гудки - сигнал "занято".

2. **Нерациональное использование пропускной способности физических каналов.** и часть пропускной способности, которая продлится сложением каналов после установления соединения, предоставляется ему на все время, то есть до тех пор, пока соединение не будет разорвано. Однако абонентам не всегда нужна пропускная способность канала при подключении, например в телефонном разговоре могут быть паузы, еще более неравномерным во времени является взаимодействие компьютеров. Невозможность динамического перераспределения пропускной способности представляет собой принципиальное ограничение сети с коммутацией каналов, так как единицей коммутации здесь есть информационный поток в целом.

3. **Обязательная задержка перед передачей данных через фазу установления соединения.**

Достоинства и недостатки любой сетевой технологии относительны. В определенных ситуациях на первый план выходят достоинства, а недостатки становятся несущественными. Так, техника коммутации каналов хорошо работает в тех случаях, когда нужно передавать только трафик телефонных разговоров. здесь с невозможностью "вырезать" паузы из разговора и более рационально использовать магистральные физические каналы между коммутаторами можно мириться. А вот при передаче очень неравномерного компьютерного трафика эта нерациональность уже выходит на первый план.

коммутация пакетов

Эта техника коммутации была специально разработана для эффективной передачи компьютерного **трафика**. Первые шаги на пути создания компьютерных сетей на основе техники коммутации каналов показали, что этот вид коммутации не позволяет достичь высокой общей пропускной

способности сети. Типичные сетевые приложения генерируют трафик очень неравномерно, с высоким уровнем **пульсации скорости передачи данных**. Например, при обращении к удаленному файлового сервера пользователь сначала просматривает содержимое каталога этого сервера, порождает передачу небольшого объема данных. Затем он открывает необходимый файл в текстовом редакторе, и эта операция может создать достаточно интенсивный обмен данными, особенно если файл содержит объемные графические включения. После отображения нескольких страниц файла пользователь некоторое время работает с ними локально, вообще не требует передачи данных по сети, а затем возвращает модифицированные копии страниц на сервер - и это снова порождает интенсивную передачу данных по сети.

Коэффициент пульсации трафика отдельного пользователя сети, равный отношению средней интенсивности обмена данными до максимально возможной, может достигать 1:50 или даже 1: 100. Если для описанной сессии организовать коммутацию канала между компьютером пользователя и сервером, то большую часть времени канал будет простаивать. В то же время коммутационные возможности сети будут закреплены за данной парой абонентов и будут недоступны другим пользователям сети.

При коммутации пакетов все передаваемые пользователем сообщения разбиваются в исходном узле на сравнительно небольшие части, называемые пакетами. Напомним, что сообщению называется логически завершенная порция данных - запрос на передачу файла, ответ на этот запрос, содержащий все файл и т.д. Сообщения могут иметь произвольную длину, от нескольких байт до многих мегабайт. Напротив, пакеты конечно тоже могут иметь переменную длину, но в узких пределах, например от 46 до 1500 байт. Каждый пакет снабжается заголовком, в котором указывается адресная информация, необходимая для доставки пакета на узел назначения, а также номер пакета, который будет использоваться узлом назначения для сборки сообщения. Пакеты транспортируются по сети как независимые информационные блоки. коммутаторы сети принимают пакеты от конечных узлов и на основании адресной информации передают их друг другу, а в конечном итоге - узлу назначения.

Коммутаторы пакетной сети отличаются от коммутаторов каналов тем, что они внутреннюю буферную память для временного хранения пакеты, если выходной порт коммутатора в момент принятия пакета занят передачей другого пакета. В этом случае пакет находится время в очереди пакетов у буферной памяти выходного порта а когда вводить, ввести в строй него дойдет очередь, он передается следующему коммутатору. Такая схема передачи данных позволяет сглаживать пульсацию трафика на магистральных связях между коммутаторами и тем самым наиболее эффективно использовать их для повышения пропускной способности сети в целом.

Действительно, для пары абонентов наиболее эффективным было бы предоставление им в единоличное пользования коммутируемом каналом связи, как это делается в сетях с коммутацией каналов. В таком случае при взаимодействии этой пары абонентов был бы минимальным, так как данные без задержек передавались бы от одного абонента другому. Простой канала во время пауз передачи абонентов не интересуют, для них важно быстрее решить свою задачу. Сеть с коммутацией пакетов замедляет процесс взаимодействия конкретной пары абонентов, так как их пакеты могут ожидать в

коммутаторах, пока по магистральным связям передаются другие пакеты, пришедшие в коммутатор ранее.

Однако, общий объем переданных сетью компьютерных данных в единицу времени при технике коммутации пакетов будет выше, чем при технике коммутации каналов. Это происходит потому, что пульсации отдельных абонентов в соответствии с законом больших чисел распределяются во времени так, что их пики не совпадают. Поэтому коммутаторы постоянно и достаточно равномерно загружены работой, если число обслуживаемых абонентов ними, действительно велико. Трафик, поступающий от конечных узлов на коммутаторы, распределенный во времени очень неравномерно. Однако коммутаторы более высокого уровня иерархии, которые обслуживают соединения между коммутаторами нижнего уровня, загружены более равномерно, и поток пакетов в магистральных каналах, соединяющих коммутаторы верхнего уровня, имеет почти максимальный коэффициент использования. Буферизация сглаживает пульсации, поэтому коэффициент пульсации на магистральных каналах гораздо ниже, чем на каналах абонентского доступа - он может быть равным 1:10 или даже 1: 2.

Более высокая эффективность сетей с коммутацией пакетов по сравнению с сетями с коммутацией каналов (при равной пропускной способности каналов связи) была доказана в шестидесятых годах как экспериментально, так и с помощью имитационного моделирования. Здесь уместна аналогия с мультипрограммными операционными системами. Каждая отдельная программа в такой системе выполняется дольше, чем в однопрограммной системе, когда программе выделяется весь процессорный время, пока ее выполнение не завершится. Однако общее число программ, выполняемых за единицу времени, в мультипрограммной системе больше, чем в однопрограммной.

Сеть с коммутацией пакетов замедляет процесс взаимодействия конкретной пары абонентов, но повышает пропускную способность сети в целом.

Задержки в источнике передачи:

- время на передачу заголовков
- **задержки, вызванные интервалами между передачей каждого следующего пакета.**

Задержки в каждом коммутаторе:

- время буферизации пакета;
- время коммутации, который состоит из:
 - о времени ожидания пакета в очереди (переменная величина);
 - о времени перемещения пакета в выходной порт.

Достоинства коммутации пакетов

1. Высокая общая пропускная способность сети при передаче пульсирующего трафика.
2. Возможность динамически перераспределять пропускную способность физических каналов

связи между абонентами соответствии с реальными потребностями их трафика.

Недостатки коммутации пакетов

1. Неопределенность скорости передачи данных между абонентами сети, обусловлена тем, что задержки в очередях буферов коммутаторов сети зависят от общей загрузки сети.

2. Переменная величина задержки пакетов данных, которая может быть достаточно длительной в моменты мгновенных перегрузок сети.

3. Возможные потери данных из-за переполнения буферов.

В настоящее время активно разрабатываются и внедряются методы, позволяющие преодолеть указанные недостатки, которые особенно остро проявляются для чувствительного к задержкам трафика, требует при этом постоянной скорости. Такие методы называются методами обеспечения качества обслуживания (Quality of Service, Qos).

Сети с коммутацией пакетов, в которых реализованы методы обеспечения качества обслуживания, позволяют одновременно передавать различные виды трафика, в том числе такие важные как телефонная и компьютерный. Поэтому методы коммутации пакетов сегодня считаются наиболее перспективными для построения конвергентной сети, которая обеспечит комплексные качественные услуги для абонентов любой любого типа. Однако, нельзя сбрасывать со счетов и методы коммутации каналов. Сегодня они не только с успехом работают в традиционных телефонных сетях, но и широко применяются для образования высокоскоростных постоянных соединений в так называемых первичных (опорных) сетях технологий SDH и DWDM, которые используются для создания магистральных физических каналов между коммутаторами телефонных или компьютерных сетей. В будущем вполне возможно появление новых технологий коммутации, в том или ином виде коммутации, комбинируют принципы, пакетов и каналов.

коммутация сообщений

Коммутация сообщений по своим принципам близка к коммутации пакетов. под коммутацией сообщений понимается передача единого блока данных между транзитными компьютерами сети с временный буферизации этого блока на диске каждого компьютера. Сообщение в отличие от пакета имеет произвольную длину, определяется не технологическими соображениями, а содержанием информации, составляющей сообщение.

Транзитные компьютеры могут соединяться между собой как сетью с коммутацией пакетов, так и сетью с коммутацией каналов. Сообщение (это может быть, например, текстовый документ, файл с кодом программы, электронное письмо) хранится в транзитном компьютере на диске, причем достаточно длительное время, если компьютер занят другой работой или сеть временно перегружена.

По такой схеме обычно передаются сообщения, не требуют немедленного ответа, чаще всего сообщения электронной почты. Режим передачи с промежуточным хранением на диск называется режимом "хранения и-передачи" (store-and-forward).

Режим коммутации сообщений разгружает сеть для передачи трафика, требующего быстрого ответа, например трафика службы WWW или файловой службы.

Количество транзитных компьютеров обычно стараются уменьшить. если компьютеры подключены к сети с коммутацией пакетов, то число промежуточных компьютеров уменьшается до двух. Например, пользователь передает почтовое сообщение своему серверу исходящей почты, а тот сразу пытается передать его серверу входящей почты адресата. Но если компьютеры связаны

между собой телефонной сетью, то часто используется несколько промежуточных серверов, так как прямой доступ к конечному серверу может быть в этот момент невозможен из-за перегрузки телефонной сети (абонент занят) или экономически невыгоден из-за высоких тарифов на дальнюю телефонную связь.

Техника коммутации сообщений появилась в компьютерных сетях раньше техники коммутации пакетов, но потом была вытеснена последней, как более эффективной по критерию пропускной способности сети. Запись сообщения на диск занимает достаточно много времени, и кроме того, наличие дисков предполагает использование как коммутаторы специализированных компьютеров, вызывает серьезные расходы на организацию сети.