

## **Системы телекоммуникации, связи и защиты информации**

УДК 681.3

Н.В. Богданова, канд. техн. наук

### **Модифицированный способ управления трафиком в телекоммуникационных сетях на базе технологии ATM**

**Предложенный модифицированный способ управления трафиком в телекоммуникационной сети на базе ATM позволяет источнику более точно вычислять свою предполагаемую скорость передачи, что приводит к максимальной управляемости для источников и оптимизации по их критериям.**

**The offered modified way of a traffic control in a telecommunication network on the basis of ATM allows a source to calculate more precisely the prospective speed of transfer rate that leads to the maximum controllability for sources and optimisation by its criteria.**

#### **Введение**

Характерной чертой современных телекоммуникационных сетей является одновременная передача трафика различного вида: мультимедийного, данных, управляющей информации. Их взаимное влияние является причиной возникновения сложных бифуркационных явлений [1], которые проявляются в неравномерном или взрывном характере протекания сетевых процессов. В связи с этим для управления такими процессами необходимо использовать адекватные математические модели, учитывающие в конструктивной форме как статистический характер возмущения, так и динамику передачи пакетов на различных уровнях протоколов межсетевого взаимодействия.

В статье [2] приведена методика расчета задержек в узлах коммутации при самоподобном характере трафика, на основе которой была разработана математическая модель управления трафиком, позволяющая более точно учесть особенности передачи мультимедийного трафика в телекоммуникационных сетях.

Анализ самоподобия стохастического процесса в телекоммуникационных сетях основан на прямом масштабировании непрерывной переменной во времени. При этом расчет временных параметров телекоммуникационных сетей осуществляется на основе зависимости среднего времени задержки в буфере от среднего ко-

эффициента задержки для систем обслуживания при различных параметрах Херста.

На основе проведенных исследований в данной статье предложен модифицированный способ управления трафиком в телекоммуникационных сетях на базе технологии ATM и проведен анализ его эффективности по сравнению с классическим.

#### **Основная часть**

Способы прогнозирования поведения сети должны обеспечивать контроль за состоянием сети, а также отслеживать возможность перегрузки и отказов в сети. Цель такого контроля – максимальная вероятность предотвращения перегрузок в сети и максимально быстрая реакция на отказ в сети. Все подобные алгоритмы базируются на обратной связи, то есть не могут реагировать на проблемы перегрузки быстрее, чем время, требуемое для передачи обратной связи.

В работах [3,4] рассмотрены наиболее применимые на сегодняшний день алгоритмы управления трафиком. Так, например, в работе [3] для управления трафиком используют так называемые потеря-нагрузочные характеристики - механизм обратной связи, основанный на скоростях управления перегрузками в сетях с пакетной коммутацией. В модели загрузки потери, коммутаторы сети явно передают потеря-нагрузочные характеристики источникам трафика сети, и источники выбирают свои собственные скорости передачи, основанные на этой информации обратной связи. Потере-нагрузочные характеристики обеспечивают необходимую информацию для источников, чтобы динамически конкурировать и совместно использовать доступную пропускную способность сети. Новые источники знают, какую выбрать скорость передачи. Существующие источники знают, что ответить, чтобы изменить загрузку сети, как увеличить, так и уменьшить. Источники могут использовать информацию потеря-нагрузочной характеристики, чтобы максимизировать необработанную пропускную способность, минимизировать время ответа или управлять сво-

им уровнем потери пакета в сети. Потере-нагрузочные характеристики гарантируют ограниченный уровень предлагаемой загрузки сети в равновесии, также как ограниченный уровень потери пакета для взаимодействующих источников. Кроме того, граница может быть сделана настолько низкой насколько это необходимо, просто изменяя значение одиночного параметра управления в алгоритме.

Преимущества рассматриваемого алгоритма:

1. Предоставление наиболее полной информации о загрузке сети источникам трафика, что позволяет источнику точно вычислять свою предполагаемую скорость передачи, что приводит к максимальной управляемости для источников и оптимизации передачи по их критериям.

2. От источников трафика не требуется сотрудничество, то есть реализуется сравнительно справедливая политика распределения трафика.

3. Не требуются сложное формирование очереди и стратегии буферизации (модель загрузки потери работает по дисциплине FIFO).

4. Высокую степень гибкости и расширяемости (для новых сетей и сервисов).

Алгоритм введения контрольных управляющих ячеек [4] предполагает наличие в передаваемом трафике некоторого определенного количества специальных сигнальных пакетов, целью которых являются различные виды тестирования соединений, типы соединения, которые тестируются (соединения ВП, ВК и сегментов) и т.п. Такая идеология имеет массу разновидностей и реализаций, однако все они основаны на следующем.

Для проверки соединения, среди трафика, передаваемого от коммутатора источника коммутатору приемника, передаются ячейки, содержащие признаки тестовых ячеек.

Такие тестовые ячейки должны быть переданы не модифицированными всеми промежуточными узлами. Содержание этих ячеек может контролироваться любым узлом в пути. Эти ячейки могут быть удалены только конечной точкой виртуального пути или виртуального канала. Ячейки сегмента, соответственно, будут удалены в конце сегмента. Также возможен вариант кольцевого тестирования. В информационное поле такой ячейки заносятся данные о пройденном тестировании (коды ошибок, временные параметры и т.п.).

Таким образом, введение контрольных ячеек позволяет с помощью соответствующих тестовых ячеек определить отказы в сети, а также «узкие места» пропускной способности на маршруте. Эти данные могут использоваться для вероятностного прогнозирования перегрузок на конкретных участках передачи и заблаговре-

менного принятия решений обходах «опасных участков» или снижения интенсивности трафика, проходящего через них.

Алгоритм введение дополнительного управляющего канала [4] базируется на предыдущем методе. В процессе установления соединения и выполнения процедуры САС вместе с тестовыми ячейками, посылаемыми в это время, по полному кругу посылаются ячейка, которая должна получить информацию о самом загруженном участке установленного соединения. После завершения процедуры установления соединения в узлах с критическим значением нагрузки формируются интеллектуальные агенты управления. Каждый раз при изменении состояния канала интеллектуальные агенты генерируют ячейки, которые движутся в обоих направлениях с информацией об изменении показателей виртуального канала. В свою очередь каждый сетевой элемент (СЭ), получивший такую ячейку передает ее дальше. Каждый СЭ при изменении показателей канала, непосредственно связанного с ним, производит сверку с имеющимися у него данными о текущих параметрах КЭ и в случае, если параметры его канала стали хуже, чем параметры канала КЭ, или расчет динамики изменения показателей приближает его к этому значению, СЭ признает себя новым КЭ и генерирует соответствующее сообщение.

Предыдущий КЭ, получив ячейку, содержащую параметры худшие, чем его собственные, становится обычным сетевым элементом.

В сетях для классов обслуживания с гарантированным качеством сервиса QoS (CBR, VBR), одним из параметров установки соединения, задается пиковая скорость передачи PCR, которую источники не могут превышать. Однако в некоторых случаях, такое поведение сети приводит к нерациональному использованию сетевых ресурсов (в частности пропускной способности). В некоторых случаях это может приводить к отказам в обслуживании для определенных запросов. Пример такого случая приведен на рис.1.

Отказ в обслуживании в данном случае происходит из-за того, что в момент времени  $t^*$  (момент поступления нового запроса) в сети нет достаточной полосы пропускания для гарантированного качества обслуживания этого запроса, то есть:

$$PCR_2 \geq B_{\max} - PCR_1$$

Таким образом, перечисленные алгоритмы не всегда хорошо масштабируются для высокой скорости или для сетей связи на широкой территории. В связи с этим возникает необходимость в создании способа прогнозирования поведения сети, который позволил бы источнику более



Рис.1. Пример нерационального использования сетевых ресурсов



Рис.2. Пример работы модифицированного алгоритма

точно вычислять предполагаемую скорость передачи. Для модифицированного алгоритма предлагается введение дополнительных параметров для соединений, позволяющих более гибко использовать нераспределенную пропускную способность, а также внесение некоторых изменений в политику сети касательно выделения полосы пропускания для соединений.

А именно - сеть гарантирует доставку на скорости меньшей либо равной PCR, но при наличии такой возможности разрешает передачу с большей скоростью. При этом, в зависимости от типа трафика, источник сам решает, использовать ему эту возможность или нет. Так, например, для пересылки файлов (факсов, неподвижных изображений) увеличение скорости позволит сократить время пересылки и раньше освободить канал, в то время как для мультимедиа приложений реального времени, а также

для цифровой видео- и телефонии скорость больше заданной не имеет смысла.

При таком подходе возникает описанная выше ситуация, которая изображена на рис.2.

Для реализации модернизированного алгоритма необходимо ввести дополнительные параметры, которые включаются в соглашение по трафику. Эти параметры указывает источнику максимальную пропускную способность, которую может выделить ему сеть для передачи на момент установки соединения и поддержку режима повышенной скорости передачи. Назовем эти параметры соответственно MaxACR (Maximum Allowed Cell Rate – максимально разрешенная скорость передачи ячеек) и ESS (Extra Speed Support – поддержка повышенной скорости передачи). По определению:  $MaxACR \geq PCR$ . Соединение возможно через  $i$ -й коммутатор, если:

$$PCR_{new} + PCR_{\Sigma} \leq B_i,$$

где  $PCR_{new}$  – запрашиваемый PCR для нового соединения;

$PCR_{\Sigma}$  – суммарная пиковая пропускная способность всех текущих соединений  $i$ -го коммутатора;  $B_i$  – суммарная полоса пропускания коммутатора.

Если данное условие не выполняется, то источнику возвращается отказ в установке соединения. При выполнении условия, алгоритм действует следующим образом:

Если

$$\lambda_{\Sigma} + PCR_{new} \leq B_i,$$

где  $\lambda_{\Sigma} = \sum_j PCR_j \cdot k_j$ , то соединение устанавли-

вается ( $k$  – коэффициент ускорения). При этом:

$$MACR_{new} = k \cdot PCR_{new} \leq B_i - \lambda_{\Sigma}.$$

Значение  $k$  в данном случае может выбираться случайно для  $ESS=true$ , или  $k=1$  для  $ESS=false$ .

В противном случае, необходимо понизить скорость передачи для источников, которые работают на скорости большей заявленной PCR. При этом поочередно понижается скорость тех источников, которые имеют наибольшее влияние, то есть имеют максимальное значение:

$$\Delta\lambda_j = (k-1) \cdot PCR_j$$

Передача данных производится в соответствии с соглашениями по трафику для данного соединения, с максимальной скоростью равной MACR, для соединений с  $ESS=true$ , и PCR для  $ESS=false$ .

При разрыве соединения освобождается некоторая пропускная способность  $\lambda_j = k \cdot PCR_j$ , часть которой передается любому соединению, для которого справедливо:

$$\begin{cases} ESS = true \\ k = 1 \end{cases}$$

## Выводы

Преимуществом предложенного алгоритма прогнозирования поведения сети, является предоставление наиболее полной информации о загрузке источника трафика в сети, что позволяет источнику точно вычислять предполагаемую скорость передачи, а это приводит к максимальной управляемости для источников и оптимизации по их критериям.

## Литература

1. *Городецкий А.Я., Иванов А.В.* Фрактальные процессы в компьютерных сетях: методы идентификации моделей трафика//Научно-технические ведомости СПбГТУ, 2001, №3(25).
2. *Богданова Н.В.* Анализ временных параметров телекоммуникационных сетей при самоподобном трафике//Н.В. Богданова, Мухамед Ель Амин Бабикер//Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць.-2007.-№1(48)-С.101-111.
3. *Chen. K.* The Available Bit Rate Service for Data in ATM Networks/ K. Chen, K. Ho, V. Samalam//IEEE Communications Magazine. - May 1996.
4. *Кулаков Ю.А.* Способ повышения эффективности управления в сетях АТМ/Кулаков Ю.А.//Информатика, управління та обчислювальна техніка Вісник НТУУ "КПІ". - 1999. – № 32. – С. 84-89.