

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ОБЩИХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ПОТОКОВ ВИДЕО ИНФОРМАЦИИ

Курапов А.С.

Московский физико-технический институт  
141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9, кафедра ТСС

Метод контроля общих параметров качества передачи пакетов состоит из двух частей – схемы распределения в соответствии с определенной политикой общих параметров качества по узлам сети и схемы контроля локальных параметров, такой как метод управления передачей пакетов.

Основной задачей распределения общих параметров является обеспечение того, чтобы сумма локальных параметров передачи качества пакетов не превышало значение общих параметров качества.

Допустим, что поток информации передается через узлы сети (транзитные маршрутизаторы)  $R_1 \rightarrow R_2 \dots \rightarrow R_m$ , общими параметрами качества передачи пакетов этого потока являются  $(D, L)$ , где  $D$  - значение общей задержки передачи пакета,  $L$  - значение общей величины потерь пакетов, а локальными параметрами для узлов  $R_k (1 \leq k \leq m)$  -  $(D_k, L_k)$ . Выполнение требуемых общих параметров качества обеспечивают следующие соотношения:

$$\sum_{k=1}^m D_k = D, \quad \sum_{k=1}^m L_k = L$$

В наших исследованиях представлены 2 политики распределения общих параметров качества передачи пакетов по узлам сети: политики равномерного и пропорционального распределения [1].

В первой из них, каждому узлу сети приписаны одинаковые значения локальных параметров качества. Таким образом, на узле сети  $R_k (1 \leq k \leq m)$  значения локальных параметров качества определяются в соответствии со следующими выражениями:

$$D_k = D/m, \quad L_k = L/m$$

Во второй политике, значения локальных параметров качества пропорциональны усредненной взвешенной степени утилизации полосы пропускания маршрутизатора. Для каждого маршрутизатора  $R_k (1 \leq k \leq m)$  степень утилизации полосы пропускания  $UT_k^{ratio}$  определяется на основе оконного метода с размером окна измерения  $UT_k^{window}$ .

Усредненная взвешенная степень утилизации  $WUT_k$  для маршрутизатора  $R_k (1 \leq k \leq m)$  обновляется в соответствии со следующим выражением:

$$WUT_k \leftarrow \alpha WUT_k + (1 - \alpha) UT_k^{ratio}$$

В данном уравнении  $\alpha$  является постоянным коэффициентом веса, который определяет влияние предыдущих измеренных значений степени утилизации на ее текущую величину (во всех исследованиях коэффициент  $\alpha$  выбран равным 0,09, а окно измерения степени утилизации  $UT_k^{window}$  - 10000 переданных пакетов).

В политике пропорционального распределения маршрутизатору с более высокой степенью утилизации полосы пропускания соответствует большие значения локальных параметров качества, определяемые в соответствии со следующими выражениями:

$$D_k = D \frac{WUT_k}{\sum_{k=1}^m WUT_k}, \quad L_k = L \frac{WUT_k}{\sum_{k=1}^m WUT_k}$$

В качестве схемы распределения общих параметров качества по узлам сети в соответствии с описанными выше политиками в наших исследованиях использовался протокол RSVP (Resource Reservation Protocol) являющийся сигнальным протоколом предназначенным для установления в сети резервирования ресурсов.

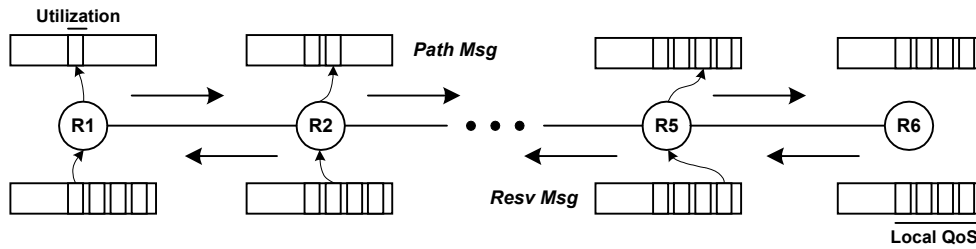


Рис. 1

Общая схема работы протокола RSVP описана в [2]. В наших исследованиях использовались дополнительные поля в форматах PATH и RESV сообщений в соответствии со следующей схемой:

- PATH сообщения собирают (в описанное поле) на маршруте от отправителю (маршрутизатор R1) к получателю (маршрутизатор R6) информацию о средней взвешенной степени утилизации полосы пропускания маршрутизаторов (рис. 1);
- При получении PATH сообщения получатель использует информацию о степенях утилизации каждого маршрутизатора для составления распределения локальных параметров качества по узлам сети;
- После этого, отправитель посылает RESV сообщение, и каждый маршрутизатор загружает в свою память информацию о распределении локальных параметров;

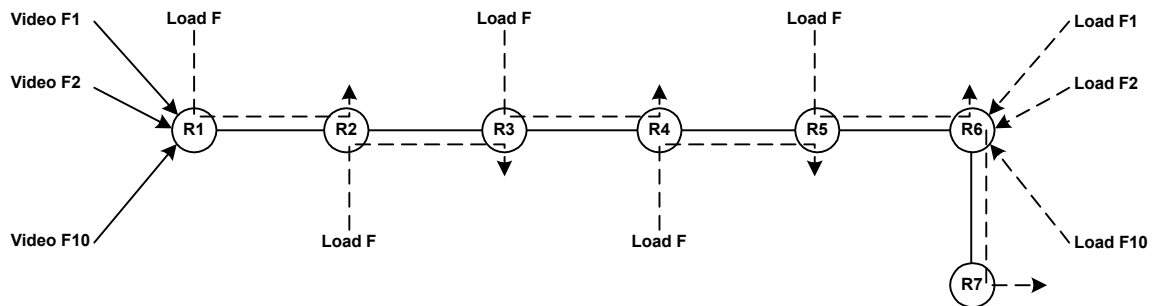


Рис.2

На рис.2 показана модель участка сети, через который передается 2 типа потоков – потоки видео информации с кодировкой MPEG-1 (видео потоки) и потоки информации, создающие нагрузку узлов сети (потоки нагрузки). Потоки нагрузки используются для обеспечения состояния сети близкого к перегрузке, что позволяет исследовать параметры качества передачи пакетов видео потоков в различных сетевых условиях. Перед началом передачи видео потоков осуществляется распределение локальных параметров качества передачи пакетов по узлам сети в соответствии с описанной выше схемой.

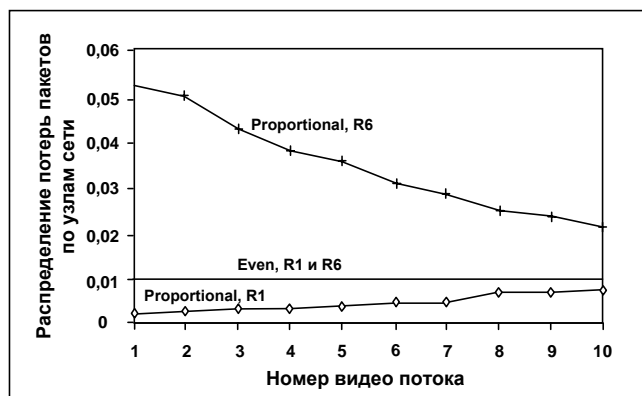


Рис. 3

Во всех представленных исследованиях все маршрутизаторы имели одинаковые ресурсы – полосу пропускания и буферное пространства. Маршрутизаторы  $R_1 - R_5$  имели слабую нагрузку, создаваемую одним потоком нагрузки, в то время как через  $R_6$  передавалось до 30 потоков нагрузки.

Данный вариант участка сети представляет собой маршрут передачи пакетов с меняющимся (в зависимости от узла) ресурсами, доступными видео потоку.

На рис. 3 показана зависимость распределение общей величины потерь пакетов для каждого из 10 видео потоков в маршрутизаторах  $R_1$  и  $R_6$ . Данным видео потокам соответствовало одинаковое значение общей величины потерь пакетов, равное 0,06. Через маршрутизатор  $R_1$  и  $R_6$  передавалось 10 видео потоков и 1 и 25 потоков нагрузки соответственно, при этом начало передачи каждого из 10 видео потоков осуществлялось последовательно с интервалом 1 сек.

Горизонтальная линия показывает значения общей величины потерь на маршрутизаторах  $R_1$  и  $R_6$  в случае политики равномерного распределения, две другие линии – в случае политики пропорционального распределения.

Из-за высокой загрузки маршрутизатора  $R_6$  значение локальной величины потерь пакетов на нем больше при политике пропорционального распределения, чем при политике равномерного, в то время как на маршрутизаторе  $R_1$  – меньше. Кроме того, разница между данными значениями локальной величины потерь пакетов уменьшается при увеличении количества видео потоков, что объясняется тем, что рост общего количества передаваемых потоков информации ведет к распределению (балансировке) нагрузки на маршрутизаторах  $R_1 - R_6$ .

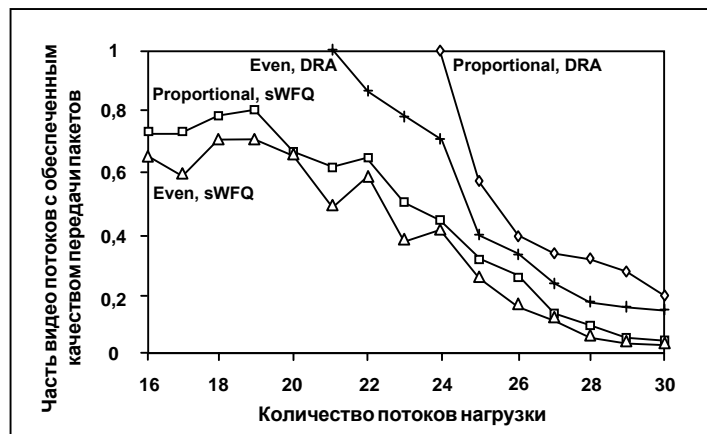


Рис. 4

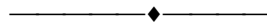
Для получения количественных характеристик различных методов контроля общих параметров качества было проведено моделирование с использованием 4 вариантов реализации данных методов:

1. Протокол RSVP с политикой равномерного распределения и методом управления передачей пакетов Static WFQ [3];
2. Протокол RSVP с политикой пропорционального распределения и методом управления передачей пакетов Static WFQ;
3. Протокол RSVP с политикой равномерного распределения и методом управления передачей пакетов DRA [4];
4. Протокол RSVP с политикой пропорционального распределения и методом управления передачей пакетов DRA;

На рис. 4 показано значение части видео потоков с обеспеченным качеством передачи пакетов на маршрутизаторе  $R_6$  при увеличении потоков нагрузки. В данных исследованиях через маршрутизатор  $R_6$  постоянно передавалось 30 видео потоков, количество потоков нагрузки увеличивалось с 16 до 30. Среди всех представленных методов контроля общих параметров качества протокол RSVP с политикой пропорционального распределения и методом управления передачей пакетов DRA демонстрируют наибольшее значение части видео потоков с обеспеченным качеством передачи пакетов. Например, данная схема контроля обеспечивает всем видео потокам требуемые параметры качества передачи при количестве потоков нагрузки до 24, в то время как протокол RSVP с политикой равномерного распределения и методом управления передачей пакетов DRA – лишь до 21.

#### **Литература**

1. Y. Bao - Efficient Resource Management for QoS Guarantees, University of Delaware, Technical Report № 5, 1997
2. R. Braden, L. Zhang, S. Berson – Resource Reservation Protocol (RSVP) – version 1, Internet RFC 2205, November, 1996
3. D. Stiliadis and A. Varma, - Frame-based Fair Queuing: A New Traffic Scheduling Algorithm for Packet-Switched Networks, Technical Report UCSC-CRL-95-39, 1995
4. Kurapov A. S – The Effect of Dynamic Resource Adjustment Scheduling Method on Video Information Transmission Parameters, In Proc. 3rd International Conference “Digital Signal Processing and its Applications”, Moscow, 2000



THE INVESTIGATION OF THE CONTROL METHODS OF END-TO-END VIDEO FLOW PACKET TRANSMISSION PARAMETERS

Kurapov A.

Moscow Institute of Physics and Technology  
 Institutsky per.,9, Dolgoprudy, Moscow Region, 141700, Russia

The control method of end-to-end packet transmission parameters consists of the end-to-end QoS (Quality of Service) distribution scheme with some distribution policy and the control scheme of local packet transmission parameters such as packet scheduling method.

The general purpose of end-to-end QoS distribution is that the sum of local QoS parameters does not violate the original end-to-end QoS requirement.

Let  $R_1 \rightarrow R_2 \dots \rightarrow R_m$  be the transmission path of the concerned flow,  $(D, L)$  be the end-to-end QoS parameters of this flow ( $D$  - the end-to-end delay bound,  $L$  - end-to-end packet loss), and  $(D_k, L_k)$  be the local QoS parameters for this flow on routers  $R_k (1 \leq k \leq m)$ .

The following relationships ensure end-to-end QoS parameters:

$$\sum_{k=1}^m D_k = D, \quad \sum_{k=1}^m L_k = L$$

In our investigation 2 QoS distribution policies are explored: even and proportional distribution policies.

Under the first policy, each router on the path is assigned exactly the same local QoS distribution.

Therefore, the local QoS parameters for the concerned flow at router  $R_k (1 \leq k \leq m)$  are:

$$D_k = D/m, \quad L_k = L/m$$

Under the second policy, the local QoS parameters on each router are proportional to the weighted average utilization of bandwidth of this router. For each router  $R_k (1 \leq k \leq m)$ , its bandwidth utilization  $UT_k^{ratio}$  is obtained on a per-window base with the window size being  $UT_k^{window}$ . The weighted average utilization  $WUT_k$  of router  $R_k (1 \leq k \leq m)$  is updated as follows:

$$WUT_k \leftarrow \alpha WUT_k + (1 - \alpha) UT_k^{ratio}$$

In this equation  $\alpha$  is a constant weighing factor that determines how much the most recent measures influence on the current bandwidth utilization. Under the proportional distribution policy, the higher the utilization, the looser local QoS parameters:

$$D_k = D \frac{WUT_k}{\sum_{k=1}^m WUT_k}, \quad L_k = L \frac{WUT_k}{\sum_{k=1}^m WUT_k}$$

For end-to-end QoS distributions with the policies described above we use RSVP (Resource Reservation Protocol) that is signaling protocol designed to achieve network resource reservation. The basic operations of RSVP are described in [2]. In our investigations additional fields in PATH and RESV message are used in accordance with the following steps:

- The PATH message is sent from sender to receiver to gather the weighted average utilization information of each router on the path;
- When the PATH message is received by the receiver the utilization information is used to construct the QoS distribution for routers on the path;
- Finally the receiver informs the routers by sending RESV message with constructed QoS distribution results along the reverse of the data path;

We conducted a simulation studies to explore the end-to-end QoS control scheme for a network model. In this network model we use two types of flows: video flows with MPEG-1 compression and load flows. The load flows are used to pre-load the network. This network model is consisted of 6 tandem routers  $R_1 \rightarrow R_2 \dots \rightarrow R_6$ , all of these routers have the same amount of total resources.

In the first simulation study the routers  $R_1 - R_5$  are only lightly loaded with one load flow, while the router  $R_6$  is loaded with 25 load flows. The transmissions of 10 video flows start sequentially with interval 1

sec. The results of this simulation show that because of relative high load on the router  $R_6$ , under the proportional distribution policy the local packet loss on  $R_6$  is larger than that under even distribution one, while the local packet loss on  $R_7$  is smaller. Furthermore, the difference of the local packet loss gets smaller when more video flows started because that tends to balance the load on all the routers along the path.

In the second simulation study to demonstrate the performance of end-to-end QoS control schemes quantitatively, we accumulated results for 4 schemes:

1. The protocol RSVP with even distribution policy and packet scheduling method Static WFQ;
2. The protocol RSVP with proportional distribution policy and packet scheduling method Static WFQ;
3. The protocol RSVP with even distribution policy and packet scheduling method DRA;
4. The protocol RSVP with proportional distribution policy and packet scheduling method DRA [4];

In this simulation study 30 video flows are transmitted via R6 and the number of load flows is increased from 16 to 30.

Among all the 4 schemes, the protocol RSVP with proportional distribution policy and packet scheduling method DRA presents the best performance by showing the largest QoS satisfaction ratio. For example, this end-end QoS control scheme can provide 100% QoS satisfaction when there are up to 24 load flows on R6, while the protocol RSVP with even distribution policy and packet scheduling method DRA – up to 21 load flows.

### **References**

1. Y.Bao - Efficient Resource Management for QoS Guarantees, University of Delaware, Technical Report № 5, 1997
2. R.Braden, L.Zhang, S.Berson – Resource Reservation Protocol (RSVP) – version 1, Internet RFC 2205, November, 1996
3. Kurapov A.S – The Effect of Dynamic Resource Adjustment Scheduling Method on Video Information Transmission Parameters, In Proc. 3rd International Conference “Digital Signal Processing and its Applications”, Moscow, 2000