

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ ПЛАНИРОВЩИКА СОРТИРОВКИ ПАКЕТОВ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ 5-ОГО ПОКОЛЕНИЯ

Яворский С.А., Коннов А.Л.

Оренбургский государственный университет, Оренбург

Ключевые слова: задержка, качество трафика, функция выравнивания, планировщик, потери пакетов.

Аннотация. В данной статье рассматриваются проблемы и способы организации QoS в сетях 5-ого поколения. Рассмотрен алгоритм работы механизмов QoS. Предложен алгоритм работы планировщика сортировки пакетов, обеспечивающий требуемый уровень качества обслуживания в беспроводных сетях 5-ого поколения.

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR THE OPERATION OF A PACKET SORTING SCHEDULER IN WIRELESS NETWORKS OF THE 5TH GENERATION

Yavorsky S.A., Konnov A.L.

Orenburg State University, Orenburg

Keywords: delay, traffic quality, leveling function, scheduler, packet loss.

Abstract. This article discusses the problems and methods of organizing QoS in 5th generation networks. The algorithm of operation of QoS mechanisms is considered. An algorithm for the operation of the packet sorting scheduler is proposed, which provides the required level of quality of service in wireless networks of the 5th generation.

В статье будет рассмотрено влияние таких параметров как задержка и джиттер на качество обслуживания трафика в сети.

Теория качества обслуживания трафика в сети говорит, что задержка может быть вызвана функцией выравнивания и механизмом формирования очереди. Поскольку значение задержки не является постоянным, оба инструмента также могут создавать джиттер.

Функция выравнивания может выдерживать избыточный трафик за счет его задержки в буфере [1]. Это означает, что существует компромисс между тем, сколько избыточного трафика может быть сохранено, и максимальной задержкой, которая может быть установлена.

Давайте теперь сосредоточимся на инструменте организации очередей в планировщике. Когда несколько очередей, содержащих пакеты, поступают в планировщик параллельно, планировщик выбирает по одной очереди за раз и удаляет один или несколько пакетов из этой очереди. Пока планировщик удаляет пакеты из выбранной очереди, все остальные пакеты в этой конкретной очереди, а также все пакеты в других очередях вынуждены ждать.

Разберем работу функции выравнивания, механизма формирования очереди и планировщика на примере. Рассмотрим две очереди с именами А и В и планировщик, который обслуживает их циклически, начиная с обслуживания

очереди А. Пакет Х является последним пакетом внутри очереди В, нас интересует вычисление задержки, вносимой в его передачу.

Первым действием, предпринимаемым планировщиком, является удаление черного пакета 1 из очереди А. Затем, поскольку планировщик работает в циклическом режиме, он переходит к очереди В и удаляет белый пакет 3 из очереди [2]. Это приводит к сценарию, при котором пакет Х находится во главе очереди В.

Продолжая свою циклическую операцию, планировщик теперь обслуживает очередь А, удаляя черный пакет 2. Затем снова обслуживает очередь В, что в конечном итоге приводит к удалению пакета Х.

Таким образом, задержка, вносимая в передачу пакета Х, – это время, которое проходит, пока планировщик удаляет черный пакет 1 из очереди А, белый пакет 3 из очереди В и черный пакет 2 из очереди А [3].

Рассмотрев общий сценарий постановки в очередь и планирования, то есть когда пакет попадает в очередь, время, которое требуется, пока пакет достигнет заголовка очереди, зависит от двух факторов: уровня заполнения очереди, то есть от того, сколько пакетов находится перед пакетом, и сколько времени требуется, чтобы пакет переместился в начало очереди [4]. Чтобы пакет переместился в начало очереди, необходимо удалить все остальные пакеты, стоящие перед ним. При этом, пакет не ожидает бесконечно в заголовке очереди, чтобы быть удаленным планировщиком. В большинстве алгоритмов организации очередей применяется концепция устаревания пакетов. Если пакет слишком долго находится в начале очереди, он отбрасывается.

Скорость, с которой пакеты удаляются из очереди, определяется свойствами планировщика, касающимися того, насколько быстро и как часто он обслуживает очередь. Но пока давайте сосредоточимся только на уровне заполнения очереди.

Невозможно предсказать уровень заполнения очереди, поэтому мы должны отталкиваться от наихудшего сценария, при котором очередь заполнена, он позволяет нам вычислить максимальное значение задержки, которое может быть учтено при передаче пакета. Когда пакет попадает в очередь и когда это приводит к заполнению очереди, этот конкретный пакет становится последним в полной очереди. Таким образом, в этом случае задержка, учтенная при передаче этого пакета, равна общей длине очереди.

Подводя итог нашим выводам, можно сказать, что максимальная задержка, которую можно добавить в передачу пакета с помощью инструментов организации очереди и планирования, равна длине очереди, в которую помещается пакет.

Теперь приняв во внимание роль, которую планировщик играет в определении скорости, с которой удаляются пакеты, предлагается алгоритм организации работы планировщика. Алгоритм представлен на рисунке 1.

Разберем работу двух равных очередей в том смысле, что обе имеют длину 10 мс, каждая содержит два пакета и обе заполнены.

Пакеты Х и Y – это последние пакеты в полных очередях А и В соответственно. В этом случае реализовано свойство планировщика: пока пакеты

присутствуют в очереди А, эта очередь всегда обслуживается первой. Результат такого поведения приводит к тому, что планировщик сначала удаляет черные пакеты 1 и X. Только после этого он переходит в очередь В.

Этот пример показывает, что предыдущий вывод о том, что максимальная задержка равна длине очереди, в которую помещается пакет, является верным для пакета X и не верным для пакета Y, потому что планировщик отдает предпочтение очереди А за счет штрафов за наличие очереди В.

Таким образом, для пакетов, использующих очередь А, утверждение, что максимально возможная задержка, составляет 10 мс (длина очереди), будет ближе к истине. Однако для очереди В это утверждение уже не верно.

Что касается джиттера, основными факторами, влияющими на него, также являются длина очереди и уровень ее заполнения.



Рис. 1. Алгоритм работы планировщика

Для минимизации величины задержки пакет должен быть помещен в пустую очередь. В этом случае пакет автоматически помещается в начало очереди, и ему остается только ждать, пока планировщик обслужит эту очередь. Наихудший сценарий уже обсуждался, когда пакет, поступающий в очередь, является последним пакетом, который может вместить очередь.

В результате по мере увеличения длины очереди также увеличивается максимально возможное изменение задержки.

Переходы планировщика являются следствием наличия нескольких очередей, поэтому планировщик обслуживает одну очередь, а затем должен перейти к обслуживанию других очередей. Для каждой очереди можно задать объем трафика, который гарантировано передается (CIR) и пиковое значение полосы пропускания очереди (PIR) в процентах или в виде абсолютного значения (кбит/с). Трафик с высоким значением PIR будет безоговорочно отбрасываться.

Список литературы

1. Miguel Barreiros, Peter Lundqvist. QoS enabled. Networks. Tools and foundations. – UK: John Wiley & Sons, 2016. 256 с.
2. Special Topic – QoS, – КНР.: Huawei Technologies, 2017. 243 с.
3. Мутханна А.С., Кучерявый А.Е. D2D – коммуникации в сетях мобильной связи пятого поколения 5G // Информационные технологии и телекоммуникации, СПбГУТ (Санкт-Петербург). С. 51-63. [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.sut.ni/doci/nauka/review/4-14.pdf>
4. Мозговая В.В., Мащенко Е.Н. Анализ методов максимизации длительности жизненного цикла беспроводных сенсорных сетей // Материалы Всероссийской молодежной научной школы. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. Ч.1. С. 58-62.

Сведения об авторе:

Яворский Степан Анатольевич – обучающийся;

Коннов Андрей Леонидович – к.т.н., доцент, доцент кафедры управления и информатики в технических системах.