УДК 004.724

**М.С. Фалеева\***

студент кафедры аэрокосмических компьютерных и программных систем

**Н.Ю. Чумакова\***

инженер института ВКиСТ

**В.Л. Оленев\***

К.т.н., доцент каф. 14, зав. Лаб. Института ВКиСТ, Научный руководитель

\*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

**Сравнительный анализ подходов к реализации качества сервиса «планирование» в коммуникационных протоколах**

В данной статье будут рассмотрены коммуникационные протоколы и подходы к реализации качества сервиса «планирование» в данных протоколах. Цель анализа – подчеркнуть актуальность протокола СТП-ИСС 14, созданного Институтом ВКиСТ и АО «ИСС». Далее рассмотрим понятие качества сервиса «планирование». Планирование – это в первую очередь разделение ресурсов, иными словами данный механизм применяется в сетях с целью разрешения конфликтов и блокировок при попытке одновременно двум или более устройствам передавать данные, занимая ограниченный канальный ресурс [1].

**Ключевые слова:** протокол, СТП-ИСС 14, качество сервиса «Планирование»

**M.S. Faleeva \***

*student of the department of aerospace computer and software systems*

**N.Y. Chumakova \***

*Engineer, VKiST Institute*

**V.L. Olenev \***

*Ph.D., Associate Professor 14, the head. Lab Institute VKiST, Supervisor*

*\* St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation*

**Comparative analysis of approaches to the implementation of the quality of the “planning” service in communication protocols**

This article will discuss communication protocols and approaches to implementing the quality of the “planning” service in these protocols. The purpose of the analysis is to emphasize the relevance of the STP-ISS 14 protocol created by the Institute of VKiST and JSC ISS. Next, we consider the concept of service quality “planning”. Planning is primarily the sharing of resources, in other words, this mechanism is used in networks to resolve conflicts and locks when trying to simultaneously two or more devices transmit data, taking up a limited channel resource [1].

**Keywords:** protocol, STP-ISS 14, the quality of the service “Planning”

**Подходы к реализации качества сервиса «Планирование»**

Выбор способа обеспечения качества сервиса «планирование» является очень сложным, т.к. каждый алгоритм планирования обладает как преимуществами, так и недостатками. В связи с тем, что трафик и, как следствие, качество его обслуживания является разнородным, очевидно наличие приоритетов при его обслуживании. Существуют разные протоколы и разная аппаратура, обеспечивающая обмен информацией между источником и приемником, которая отличается своими характеристиками. Часто аппаратура не обладает должными характеристиками для обеспечения сообщения, в силу совместимости с остальными компонентами сети, поэтому в протоколах существуют качества сервиса, в том числе и планирование. Если аппаратура не может обеспечить какое-либо качество сервиса, например гарантированную отправку или защитить от повреждения кадров – этим занимается протокол.

Рассмотрим некоторые алгоритмы и подходы, используемые в различных протоколах для обеспечения качества сервиса «планирование»

1. *Flow control*

В протоколе TCP реализована функция «управления потоком» (flow control), позволяющая настраивать скорость поступления данных в буфер приемника в зависимости от скорости передачи данных прикладному уровню. Управление скоростью, на которой данные поступают в буфер приемника осуществляется путем уменьшения (throttling) скорости передачи сегментов передатчиком.

Размер окна приемника – это количество данных, которое приемник может принять подряд. Оно зависит от размера буфера и определяется следующим образом:

RcvWindowSize = RcvBuffer - [LastByteRcvd - LastByteRead],

где RcvWindowSize – размер окна приемника, RcvBuffer – размер буфера приемника, LastByteRcvd – последний принятый байт, LastByteRead – последний прочитанный байт.

В связи с тем, что разность переменных, вычисляемая в квадратных скобках, постоянно изменяется, значение размера окна приемника также является переменной. Приемник должен информировать источник о размере остаточной разности, т.е. о том, сколько места свободно в буфере в определенный момент времени. Практически это реализуется следующим образом: приемник в каждом сегменте подтверждения в поле «размер окна приемника» посылает значение параметра RcvWindowSize. Изначально, во время установления соединения, приемник устанавливает значение RcvWindowSize, равное размеру буфера RcvBuffer [2].

1. *Алгоритм Round Robin*

Round Robin (RR) – циклический алгоритм, реализующий качество сервиса «планирование». В ходе выполнения данного алгоритма для каждого потока из множества потоков формируется отдельный временной интервал. При этом, потоки во временных интервалах не должны повторяться и использовать общие каналы. Планирование происходит до тех пор, пока все потоки трафика не будут использованы. Этот алгоритм обладает существенным недостатком, делающим его непригодным для реализации в реальном оборудовании - RR не обеспечивает принцип «справедливого распределения ресурсов» для случаев, когда пакеты имеют переменную длину [3]. На Рисунок 1 представлена схема работы алгоритма.

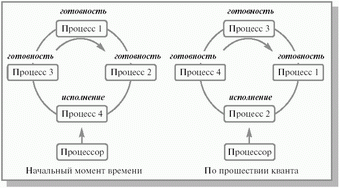


Рисунок 1. Схема работы алгоритма Round Robin

1. *Алгоритм Deficit Round Robin*

Deficit Round Robin (циклическая очередность с дефицитом времени, DRR) – это модификация алгоритма RR для пакетов переменной длины. Принцип работы DRR идентичен RR, за исключением того, что обслуживаемые пакеты имеют переменную длину. В связи с этим, в алгоритм DRR добавлена функция накопления квантов выделяемого процессорного времени.

Например, если некоторой очереди выделено определенное количество процессорного времени для обработки находящегося в ней пакета, но пакет слишком длинный и требует большего кванта процессорного времени, то данный пакет не передается на обслуживание, а в следующий раз, при обращении планировщика к этой очереди, квант выделяемого времени суммируется с неиспользованным- таким образом могут быть обслужены пакеты любой длины [2].

1. *Алгоритм GPS*

GPS (Generalized Processor Sharing) – это непрерывно работающий алгоритм разделяет пропускную способность между потоками. Является идеальной моделью, обеспечивающей в непрерывном времени принцип «справедливого распределения ресурсов» в соответствии с критерием max-min (пропускная способность для каждого потока должна быть как минимум равна пропускной способности каждого другого потока, проходящего через тот же критически ресурс) для классов трафика с различными требованиями по качеству обслуживания. Алгоритм обеспечивает обработку всех потоков независимо друг от друга.

Дополнительно для реализации принципа «справедливой буферизации на уровне пакетов» алгоритм GPS для каждого поступающего в маршрутизатор пакета предполагает вычисление значения параметра «время окончания обслуживания» (finished tag). Каждый раз, когда заканчивается обслуживание некоторого пакета, планировщик передает на обслуживание следующий пакет с наименьшим значением параметра «время окончания обслуживания» из некоторой очереди. Отметим, что анализируются только пакеты, стоящие первыми на обслуживание в каждой из очередей, называемые HOL (Head-Of-Line) пакетами [2].

1. *Алгоритм PGPS*

PGPS (Packet-by-packet Generalized Processor Sharing) – аналог алгоритма GPS, модифицированный по времени.

Пусть Fp будет временем, когда пакет p будет отправляться при обобщенном совместное использование процессора. Тогда очень хорошим приближением GPS будет схема сохранения работы, которая обслуживает пакеты в порядке возрастания Fp. (рассматривается условие, когда сервер всегда занят, и в системе есть не обработанные пакеты) [4].

1. *Алгоритм WFQ*

Из-за невозможности реализации алгоритма GPS в реальной аппаратуре- создана достаточно точная аппроксимация данного алгоритма, называемая WFQ (Weighed Fair Queuing) «взвешенная справедливая буферизация».

Отличие реализации от самого алгоритма GPS состоит в том, что вместо вычисления «времени окончания обслуживания», WFQ использует подход вычисления значения функции «виртуальное время GPS», где отображается скорость, с которой обслуживаются «бэклог-потоки» (непустые, необслуженные потоки) [2].

1. *Алгоритм Virtual Clock*

В данном алгоритме обеспечение скорости и мультиплексирования выполняется с использованием механизма, известного как виртуальные часы. Виртуальные часы также используют концепцию виртуального времени, как и рассмотренный ранее алгоритм GPS. Но, в отличие от GPS, виртуальные часы существуют для каждого потока независимо. Если поток отправляет пакеты в соответствии со своей средней скоростью - он помечается штампом времени и помещается в очередь обслуживания, общую для всех потоков [5].

1. *Таблица расписаний*

Транспортный протокол СТП-ИСС, разработанный для использования в сетях SpiceWire, поддерживает такие механизмы качества сервиса как «С приоритетом» «Гарантированная доставка данных», «Негарантированная доставка данных» и «Планирование». Механизм планирования реализован абсолютно новым способом среди всех механизмов. Планирование осуществляется с помощью таблицы расписания. На рисунке 2 представлена таблица. Для протокола со включенным «планированием» создается единое расписание в виде таблицы. Как видно на рисунке таблица разбита на узлы по вертикали и на тайм-слоты, разрешенные для отправки, по горизонтали. Одна подобная таблица описывает одну временную эпоху. Узел имеет право отправлять данные только в течение временных интервалов, на которых узел запланирован на отправку. Время доставки всех пакетов всех трафиков не превышает максимально допустимую задержку, заданную пользователем для каждого трафика. Входными параметрами для метода являются: параметры трафиков; макс. количество тайм-слотов; макс. длительность; шаг времени между тайм-слотами; макс. загрузка каналов в процентах; запас размера пакета. В основе расписания лежит концепция ГА и поиска с возвратом. Результатом работы данного метода являются таблицы расписания, рекомендации, длительности рассчитанной эпохи и др. [3]



Рисунок 2. Таблица расписания для протокола СТП-ИСС.

Другими словами, существует таблица, которая заполняется пакетами в соответствии со спецификацией протокола, и пакеты отправляются по сети раз в эпоху, заданную протоколом.

**Сравнительный анализ алгоритмов, реализующих качество сервиса «планирование».**

Данная таблица отображает сравнительный анализ подходов и алгоритмов, используемых для реализации качества сервиса «планирование».

Таблица 1. Сравнительный анализ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Применение | Достоинства | недостатки |
| Flow control | Сеть интернет | Простота. | Использование вычислений в алгоритме «управление потоком» - значительно снижает темп передачи пакетов, так как сами вычисления представляют собой определенные задержки, что плохо сказывается на передаче трафика. |
| Round Robin | Сервер DNS | Фактическая возможность осуществления в системе, поскольку нет зависимости от времени пакета. Отсутствует проблема возможного голодания. | Все работы получают распределение ресурсов процессора. Чем выше квант времени, тем выше время отклика в системе. Чем меньше квант времени, тем выше издержки переключения контекста в системе. Выбор идеального кванта времени - действительно очень сложная задача в системе. |
| DRR | Сети Ethernet | Функция накопления квантов выделяемого времени процессора позволяет обрабатывать пакеты любой длины. Простота реализации. Более точное выделение полосы при разбросе размеров пакетов в очередях. | Относительно стабильная по скорости передачи работа алгоритма имеет большое время обслуживания за счет суммирования времени обслуживания больших пакетов [7]. |
| GPS | теоретическое | Идеальная модель разделения ресурсов. | Алгоритм GPS в реальном оборудовании реализовать невозможно. |
| WFQ | WiMax сети | Значение функции «виртуального времени gps» возможно вычислять в момент поступления пакета в очередь. Пакеты обслуживаются поочередно в соответствии со значением этой функции. В процессе функционирования необходимо лишь обновлять значение этой функции. | Накладные расходы, связанные с хранением и управлением множества значений необходимого для обновления значения функции «виртуальное время GPS». |
| Virtual Clock | Беспроводные сенсорные сети | Обеспечивает равные или меньшие задержки, чем WFQ. Вычисления параметров временной метки не зависит от поведения конкурирующих потоков. | При возникновении задержек отправки пакетов узлами, штампы виртуального времени будут отличаться от реального, что повлечет за собой серьезное увеличение задержки. |
| Новый метод | Бортовые сети | Таблица расписания имеет интуитивно понятный интерфейс и принцип работы, что упрощает задачи пользователя, перманентен во времени и имеет достаточно высокую скорость передачи трафика. При этом каждый раз метод «ищет» наиболее оптимальное решение для расстановки пакетов и установки длительности эпохи путем расчетов, учитывая приоритеты пакетов, что позволяет избавится от утери пакетов. |  |

Основываясь на этом анализе, можно сделать вывод, что новый метод планирования имеет большое преимущество перед другими алгоритмами по ряду причин, что подчеркивает актуальность использования протокола СТП-ИСС14 в бортовых сетях.

**Библиографический список**

1. Коробков. «Метод планирования канальных ресурсов в бортовых сетях SpaceWire c технологией TDMA»
2. Е.Ф. Кучерявый «Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет»
3. И.Л. Коробков Н.Ю. Чумакова «Алгоритм построения таблицы расписания для транспортного протокола СТП-ИСС»
4. Abhay Kumar J. Parekh «A Generalized Processor Sharing Approach to Flow Control In Integrated Services Networks»
5. Sankar Padmanabhan Chinna Chellamuthu «Virtual clock scheduling algorithm for video streaming»
6. Round Robin URL:<https://ru.bmstu.wiki/Round-robin> (дата обращения 01.04.2020)
7. Ю.А. Иванов А.С. Пастухов А.С. Бургар «Сравнительный анализ алгоритмов обслуживания очередей на качество передачи видеотрафика»