



- Даже после решения своей задачи каждый агент не останавливается, а продолжает пытаться улучшить свое положение.

Таким образом, итоговый план строится как динамическое равновесие интересов агентов задач, которые ведут переговоры о своем положении в расписании ресурсов и планируют свою работу за счет сдвигов, исходя из допустимых отклонений моментов начала выполнения задач от предпочитаемого времени.

Заключение

Построенная система будет отличаться высокой масштабируемостью и возможностью оперативного реагирования на возникающие события. Динамическое поддержание расписания в процессе переговоров агентов спутников, работ и ресурсов позволит учитывать меняющиеся внешние условия, связанные с изменением условий передачи данных, параметров орбиты, отказом оборудования спутников, перегрузкой каналов связи и др.

Литература

1. Соллогуб А. В., Скобелев П. О., Симонова Е. В., Царев А. В., Степанов М. Е., Жилиев А.А. Интеллектуальная система распределенного управления групповыми операциями кластера малоразмерных космических аппаратов в задачах дистанционного зондирования Земли // Информационно-управляющие системы. – 2013. №1(62). – С. 16–26.
2. QB50, an EP7 Project. – Режим доступа: <https://www.qb50.eu>
3. Соллогуб А. В., Скобелев П. О., Симонова Е. В., Царев А. В., Степанов М. Е., Жилиев А.А. Мультиагентные технологии распределенного управления группировкой малоразмерных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли // Информационное общество. – 2013. №1-2. – С. 58–68.

Т.Г. Султанов

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА СЕТЕВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЙ ДОСТУПНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Задача анализа качества обслуживания – (Quality of Service) – QoS в современных сетях с каждым годом становится все более востребованной [2]. Под качеством обслуживания понимают способность сети обеспечить разный уровень приоритетов различным приложениям, а также вероятность гарантии определенного уровня производительности для потока данных. В настоящее время вместе с планомерным увеличением скоростей передачи данных в телекоммуникациях увеличивается доля интерактивного трафика, крайне чувствительного к параметрам среды транспортировки. Современные Интернет-провайдеры предлагают сервис, обеспечивающий заданный уровень качества



обслуживания. В результате наблюдается заметный рост, как пользователей, так и широкого спектра приложений. Для достижения этого Интернет-провайдеры должны тщательно управлять резервированием и распределением сетевых ресурсов для гарантированного выполнения необходимых требований. В зависимости от предоставляемого уровня качества обслуживания формируется стоимость сервиса для конечного пользователя. В связи с этим обеспечение требований для достижения заданного уровня качества обслуживания является одним из ключевых направлений в сетевых технологиях на сегодняшний день.

В сетях с коммутацией пакетов четырьмя параметрами, характеризующими QoS, являются: пропускная способность канала [3], задержка пакета, процент потери пакетов при прохождении по сети и сетевой джиттер. Требования к величине каждого из вышеописанных параметров для заданного сервиса формируют различные классы качества обслуживания. Гарантии выполнения требований качества обслуживания [4] играют большую роль в случаях, когда пропускной способности сети недостаточно, например, для приложений реального времени, обеспечивающих передачу аудио и видео контента, онлайн-игр и IP-телевидения, так как они требуют фиксированной скорости передачи и довольно чувствительны к задержкам. Следует отметить, что в сотовых сетях передачи данных, где пропускная способность является ограниченным ресурсом, предоставление заданного уровня качества обслуживания является приоритетной задачей.

В настоящей работе наиболее актуальной задачей является поиск критерия, разграничивающего классы качества обслуживания в современных сетях. Решение данной задачи позволяет проверить соответствие теоретически рассчитанных классов качества обслуживания фактически предоставляемому сервису.

В работе [1] было показано, что доступную пропускную способность (ДПС) для составных каналов можно рассчитать с помощью следующего выражения:

$$B_{av} = \frac{W_2 - W_1}{D_2 - D_1}, \quad (1)$$

где D_1, D_2 – задержки первого и второго пакетов соответственно, [с];
 W_1, W_2 – размеры первого и второго пакетов соответственно, [бит].

Для решения вопроса о применимости модели была найдено выражение, позволяющее оценить ошибку в измерении доступной пропускной способности в зависимости от точности измерения задержки [5]:

$$\eta = \frac{\Delta B}{B} = \frac{2\delta D}{D_2 - D_1}, \quad (2)$$

где η – относительная погрешность измерения доступной пропускной способности; ΔB – абсолютная погрешность измерения доступной пропускной способности, бит/с; δD – точность измерения задержки пакета, с.



Уравнение (2) позволяет решить вопрос о разграничении классов обслуживания трафика. Следует отметить, что точность измерения задержки пакетов δD , разница в их величине $W_2 - W_1$, есть величины постоянные. С помощью несложных преобразований получим следующее соотношение:

$$\Delta B_i = B_i^2 \cdot C, \quad (3)$$

где $C = \frac{2 \cdot \delta D}{W_2 - W_1}$ – константа, а $i = \overline{1, n}$, где n – число классов обслуживания.

Таким образом, классы обслуживания должны различаться величиной ДПС таким образом, что разница между ДПС соседних классов должна быть пропорциональна квадрату ДПС текущего класса.

Однако данный критерий недостаточно удобен для применения на практике, так как при настройке реальных систем применяются ограничения, накладываемые на задержку. Если предположить, что разница между классами описывается функцией $f(D, j, p, B)$, зависящей от параметров качества обслуживания (D – общая задержка пакета, j – величина джиттера, p – процент потери пакетов, B – доступная пропускная способность), то можно определить данные ограничения. Учитывая, что произведение $B_i \Delta D_i$ остается неизменным независимо от класса обслуживания, то в таком случае функцию $f(D, j, p, B)$ можно определить как:

$$f(D, j, p, B) = CB_i D_i = const \quad (4)$$

Следовательно, величина разницы между значениями задержек пакетов соседних классов, есть величина постоянная. Стоит отметить, что речь идет об абсолютных значениях задержки, которые задаются для каждого из классов. Для поиска значения $f(D, j, p, B)$ воспользуемся функцией распределения $F(D)$ для задержки из работы [26]. Если предположить, что в высший класс QoS попадает θ процентов пакетов, где $F(D) = \theta$, то в этом случае $f(D, j, p, B)$ можно определить как:

$$f(D, j, p, B) = -j \ln(1 - \theta), \quad (5)$$

где j – величина джиттера.

Таким образом, располагая величиной необходимого процента пакетов, который должен попадать высший класс, можно рассчитать величину разницы между значениями задержек пакетов соседних классов. Это и есть найденный нами основной критерий разграничения ДПС между классами QoS.

Для проверки критерия разграничения классов обслуживания был проведен эксперимент в симуляторе NS-2, имитирующий работу сети с несколькими классами обслуживания. В процессе имитации передаются пакеты разной величины для того, чтобы можно было измерить доступную пропускную способность с помощью методики, предложенной ранее. Имитировалась передача пакетов размеров – 150Б и 100Б для каждого класса. Емкость каждого канала передачи данных равна 100 Мбит/с, минимальная величина задержки – 1 мс. Длительность симулирования задана равной 10 с. Точность измерения задержки



δD для симулятора NS-2 равна 10^{-6} с. Значение ADC для каждого последующего класса устанавливается на 0,5 мс больше, в то время как параметры ALC, RDC и RLC не задаются. Параметры классов обслуживания для проводимого эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры классов обслуживания в NS-2 симуляторе:

Номер класса обслуживания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ADC, мс	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5

По результатам симулирования рассчитаны средние значения задержек передачи пакетов разной величины для каждого класса обслуживания, а также значения доступной пропускной способности (согласно формуле (1)). Стоит отметить, что для проверки критерия была рассчитана разница ΔB_i между ДПС соседних классов согласно формуле (3), а также найдена фактическая величина ΔB_i^{exp} , полученная на основе экспериментальных данных. Результаты данных расчетов представлены в таблице 2.

Исходя из представленных в таблице 2 результатов расчета, очевидно, что при увеличении абсолютных ограничений задержки в NS-2 симуляторе, наблюдается уменьшение величины ДПС при переходе от одного класса к другому. При этом величина разницы ДПС между соседними классами, полученная в ходе экспериментов ΔB_i^{exp} , хорошо согласуется с расчетной величиной разницы ДПС между соседними классами ΔB_i . Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что разница между ДПС соседних классов должна быть пропорциональна квадрату ДПС текущего класса. При этом величина абсолютного значения задержки для каждого класса устанавливалась с шагом 0,5 мс, то есть $f(N) = 0,5$ мс. Таким образом, согласно предлагаемому критерию становится возможным вводить классы обслуживания, обеспечив строгое выполнение требований SLA к величине ДПС.

Таблица 2 – Расчеты для критерия разграничения доступной пропускной способности:

Номер класса обслуживания	D_i^1 , мс	D_i^2 , мс	C , с/Мбит	B_i , Мбит/с	ΔB_i^{exp} , Мбит/с	ΔB_i , Мбит/с
1	5,067	5,026	0,005	9,75610	0,45377	0,47591
2	5,401	5,358	0,005	9,30233	0,41344	0,43267
3	5,851	5,806	0,005	8,88889	0,37825	0,39506
4	6,632	6,585	0,005	8,51064	0,34737	0,36215
5	6,867	6,818	0,005	8,16327	0,32013	0,33319
6	7,510	7,459	0,005	7,84314	0,29597	0,30757
7	8,129	8,076	0,005	7,54717	0,27444	0,28480
8	8,457	8,402	0,005	7,27273	0,25518	0,26446
9	8,866	8,809	0,005	7,01754	0,23788	0,24623
10	9,425	9,366	0,005	6,77966	---	---



Литература

1. Сухов, А.М. Методика определения доступной пропускной способности IP-соединения на основе измерений для пакетов различного размера [Текст] / Т.Г. Султанов, А.М. Сухов, Д.Ю. Полукаров // Электросвязь – М., №11, 2012. - С. 39-42.
2. Тарасов, А.В. Качество обслуживания в современных сетях / А.В. Тарасов // Провайдинг России [Электронный ресурс], URL: <http://www.hub.ru/modules.php?name=Pages&op=showpage &pid=141> (дата обращения 20.02.2013).
3. Dovrolis, C. Packet-Dispersion Techniques and a Capacity-Estimation Methodology [Text] / C. Dovrolis, P. Ramanathan, D. Moore // IEEE/ ACM Transactions on Networking. – December 2004. –Vol.12, №6. – pp. 963–977.
4. Ferrari, D. Charging For QoS [Text] / D. Ferrari, L. Delgrossi // IEEE/IFIP IWQOS 98 keynote paper, Napa, CA, May 1998.
5. Sultanov, T.G. Simulation technique for available bandwidth estimation 2010 [Text] / A.M. Sukhov, T.G. Sultanov //In Proc. IEEE European Modeling Symposium 2010, November 2011, pp. 490-495.

Т.Б. Халитова, Р.Ф. Маликов, М.В. Аккужин

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ В СРЕДЕ MVSTUDIUM

(Башкирский государственный педагогический университет
им.М.Акмуллы)

Визуальное (графическое) программирование - программирование, при котором разработка ведется при помощи визуальных объектов. Вместе с определением визуального программирования рассматриваются такие понятия как:

- графический язык программирования – язык программирования со своим синтаксисом;
- визуальные средства разработки – средства проектирования интерфейсов.

Языки визуального (графического) программирования классифицируются в зависимости от типа и степени визуализации на такие типы, как:

- языки на основе объектов – визуальная среда программирования представляет графические элементы, которые управляются интерактивным способом в соответствии с некоторыми правилами;
- языки с интегрированной средой разработки, в которых для проектирования интерфейса применяются формы, с возможностью настройки их свойств(Delphi, C++ Builder).
- языки схем – основаны на идее «фигур и линий», которые рассматриваются как субъекты и соединяются линиями, представляющие отношения.

В визуальном программировании используются специальные объемные и плоские графические среды, то есть 3D и 2D моделирование. А также важно то,