

СВЯЗЬ

Сравнение алгоритмов распределения ресурсов сетей доступа

Сравнение алгоритмов распределения ресурсов сетей доступа

Ключевые слова: сети доступа – access networks; нагрузка – load; алгоритм – algorithm; повышение эффективности – increase of efficiency.

В статье приведены алгоритмы равномерного распределения и балансировки нагрузки между сетями доступа, позволяющие эффективно использовать сетевой ресурс.

The article algorithms of uniform traffic load distribution and load balancing between access networks are presented and used to effectively utilize network resource.

В предыдущей статье [1] были представлены алгоритмы, позволяющие распределять и перераспределять услуги между сетями доступа. В данной статье приводятся результаты работы вышеупомянутых алгоритмов по сравнению с алгоритмами распределения запрашиваемого ресурса между сетями доступа, предложенными в [2], которые базируются на алгоритме FFD (First-Fit Decreasing). Алгоритм FFD [3] решает задачу упаковки в контейнеры, где объекты предопределенной формы упаковываются в конечное число контейнеров предопределенной величины таким способом, чтобы число использованных контейнеров было наименьшим или количество упаковываемых объектов – наибольшим. FFD всегда помещает самый большой элемент в списке в контейнер с наименьшим номером, имеющий достаточное место для этого элемента. В решении задачи распределения ресурсов сетей доступа контейнеры – это пропускные полосы сетей доступа, а объекты – величины ширины полосы пропускания запрашиваемой услуги. FFD направляет заявку, требующую наибольшей полосы пропускания, в сеть с наименьшим номером, в которой имеется достаточный ресурс.

Авторы [2] изменяют порядок обработки заявок в очереди и алгоритм по принятию решения о выборе сети доступа (FFD), учитывая дополнительные критерии:

- предпочтительность выбора определенной

САДОВНИКОВ / SADOVNIKOV V.

Владимир Юрьевич

(sadko_sobaka@rambler.ru)

аспирант кафедры систем коммутации и распределения информации Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург

сети доступа (строгое предпочтение, приоритет отдельной сети по сравнению с остальными, отсутствие приоритета);

- возможность дробления запрашиваемой полосы пропускания на части;
- минимизацию энергозатрат мобильными устройствами;
- возможность перераспределения потоков данных между сетями доступа.

Были предложены четыре варианта алгоритма, каждый из которых дополняет предыдущий, учитывая один новый из ранее перечисленных критериев. Эти алгоритмы выдают наиболее близкие к оптимальным результаты по энергопотреблению и пользовательским предпочтениям. Поскольку результаты симуляции работы каждого алгоритма несущественно отличаются друг от друга, рассмотрим один из них – First Fit Decreasing with Substitution (FFDwS) – выбор первой подходящей сети с подменой. FFDwS, в отличие от FFD, обрабатывает заявки в очереди в другом порядке. Приоритетность представляется собой сортировку заявок по двум параметрам в порядке их убывания – сначала учитывается предпочтительность выбора определенной сети доступа, после чего – требуемая заявкой пропускная ширина полосы. Под подменой понимается перемещение ресурса, выделенного для ранее обработанной заявки, в другую сеть (если это возможно) с целью высвобождения полосы пропускания под ресурс, необходимый для удовлетворения поступившей на обработку заявки, предпочитающей данную сеть.

Однако не всегда запрошенная полоса пропускания может использоваться полностью, что означает неэффективность применения алгоритмов,

Таблица 1

Характеристики пуассоновских процессов

| Процесс | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------|----|----|----|---|---|---|----|----|----|
| $1/\lambda$ (с) | 20 | 16 | 12 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| $1/\mu$ (с) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |

базирующихся на FFD. В качестве примера можно привести ситуацию, когда сеть выделила пользователям большой объем ресурсов, но при этом само использование этих ресурсов имеет малую интенсивность, т.е. свободного ресурса не остается, а сеть простаивает в бездействии.

Как следствие для разработанных алгоритмов, представленных в [1], были взяты условия проведения эксперимента из [2]. Симуляция предполагает наличие пяти сетей доступа (Bluetooth, IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, UMTS и GPRS), каждая из которых характеризуется пропускной способностью, задержками и параметрами энергосбережения. При этом выделение ресурса сетей моделируется 9 пуассоновскими процессами со своими значениями интенсивностей поступления (λ) и обслуживания (μ) заявок (табл. 1).

Каждая заявка может включать в себя запрос от 1 до 3 классов потоков данных со случайной шириной полосы доступа, с различными предпочтениями и приоритетами сетей доступа. В эксперименте, описанном в [2], классификации услуг нет, т.е. выделяемая полоса доступа загружена полностью, что не всегда верно. Разработанные алгоритмы распределения и балансировки нагрузки [1] учитывают в своих исходных данных классы услуг и нагрузку на сеть, создаваемую каждым классом, что позволяет избежать лишнего простаивания ресурса сети. В таблице 2 сведены характеристики запрашиваемых полос пропускания и нормальных нагрузок на сеть в соответствии с классами услуг и типами трафика, используемые исследуемыми алгоритмами распределения и балансировки нагрузки. Под нормальной нагрузкой понимается нагрузка, создаваемая трафиком услуги на сеть при условии полного занятия услугой всей полосы пропускания сети.

На интервале симуляции, равном одному часу, измерялись (как по отдельному пуассоновскому процессу, так и в целом) следующие показатели:

- количество обслуженных заявок;
- количество необслуженных заявок;
- суммарный объем выделенной полосы доступа для обслуженных заявок;
- суммарный объем отказанной полосы доступа для необслуженных заявок;
- суммарное время использования ресурсов сети;
- суммарный объем трафика (сумма произведений из ширины полосы пропускания на время ее занятия);
- среднее время использования услуги;
- средний объем трафика услуги.

Результат представлен на рисунке, который позволяет сравнить работу алгоритмов распределения и балансировки нагрузки, базирующихся на методе максимального элемента (ММЭ) с Random-алгоритмом (выбором случайной подходящей сети), FFD-алгоритмом и FFDwS-алгоритмом, изложенным в [2]. Из рисунка видно, что исследуемые алгоритмы распределения (ММЭ) и балансировки нагрузки (ММЭ-reloc) между сетями доступа работают эффективнее алгоритмов, базирующихся на FFD.

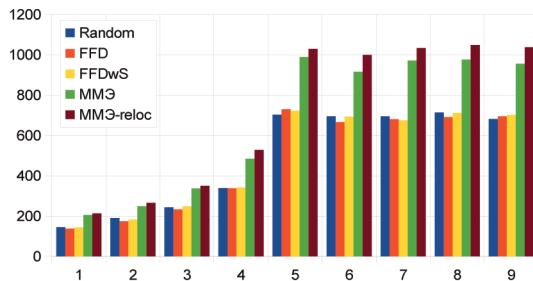
В таблице 3 сведены величины относительного прироста вышенназванных показателей. По ним можно сделать вывод, что с помощью разработанных алгоритмов распределения и балансировки нагрузки повышение эффективности доступа к услугам на основе сетей Always Best Connected (ABC) составляет свыше 45% в среднем по разным показателям. Из этого следует вывод, что базируясь на классе трафика, с помощью этих алгоритмов можно эффективнее распределять ресурсы сетей доступа между клиентами. Из таблицы 3 также видно, насколько улучшаются показатели при работе алгоритма балансировки нагрузки в сочетании с алгоритмом распределения нагрузки (последний столбец), а именно – когда алгоритм распределения нагрузки не может выделить ресурс, алгоритм балансировки

Таблица 2

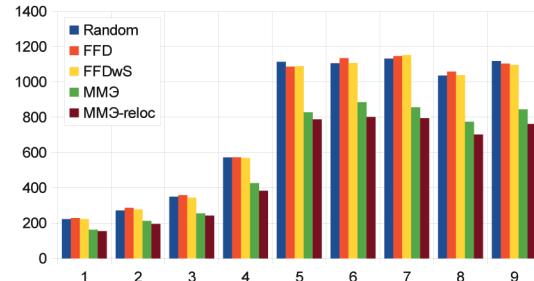
Характеристики классов услуг по типам трафика

| Класс услуги | Тип трафика | Характеристики запрашиваемой полосы пропускания, кбит/с | | | Нормальная нагрузка на сеть | | | | |
|----------------|-----------------------|---|-------|-----|-----------------------------|---------|---------|------|------|
| | | Мин. | Макс. | Шаг | Bluetooth | 802.11b | 802.11a | UMTS | GPRS |
| Речь | G.711 | 64 | 128 | 64 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,9 |
| | G.729 | 8 | 16 | 8 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,9 |
| Аудио | AAC | 128 | 176 | 8 | 0,75 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,9 |
| | MP3-CBR | 64 | 320 | 16 | 0,8 | 0,65 | 0,65 | 0,9 | 0,95 |
| HD-видео H.264 | MP3-VBR | 224 | 288 | 16 | 0,75 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,8 |
| | 176 x 144 | 150 | 200 | 25 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| | 320 x 240 | 300 | 500 | 50 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| | 640 x 480 | 1000 | 2000 | 50 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| | 1280 x 720 | 5000 | 6000 | 250 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,95 | 1,0 |
| | 1920 x 1080 | 7000 | 9000 | 250 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,95 | 1,0 |
| P2P | Torrent | 64 | 10000 | 1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,6 |
| Web | HTTP HTTPS | 64 | 256 | 4 | 0,25 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 |
| IM | IM | 8 | 64 | 1 | 0,05 | 0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,4 |
| Почта | SMTP POP3 | 64 | 512 | 8 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 1,0 |
| Трафик | Высокая нагрузка | 64 | 10000 | 1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | Средняя нагрузка | 64 | 10000 | 1 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| | Слабая нагрузка | 64 | 10000 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| | Очень слабая нагрузка | 64 | 10000 | 1 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |

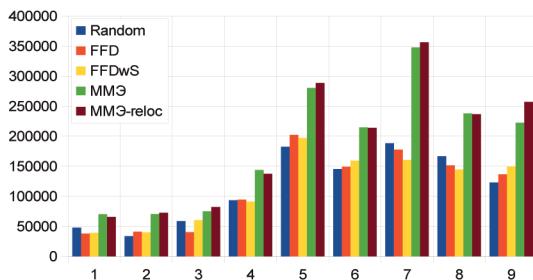
Обслуженные заявки (ед.)



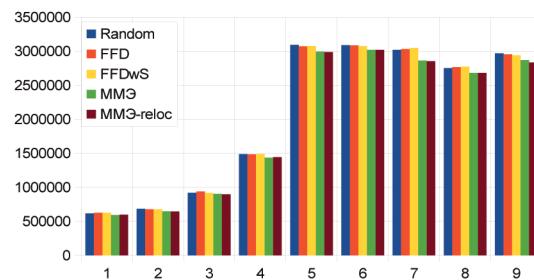
Необслуженные заявки (ед.)



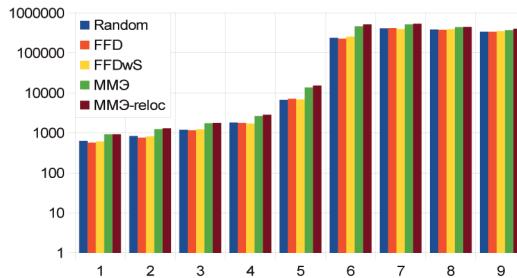
Суммарный объем выделенной полосы доступа (кбит/с)



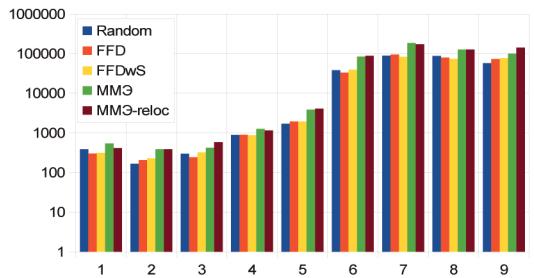
Суммарный объем отказанной полосы доступа (кбит/с)



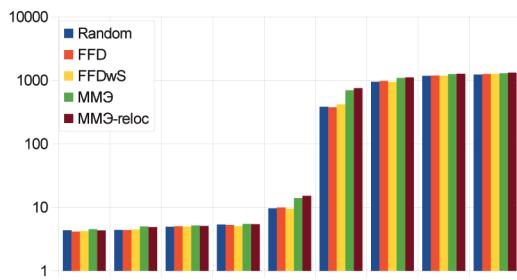
Суммарное время использования ресурсов сети (с)



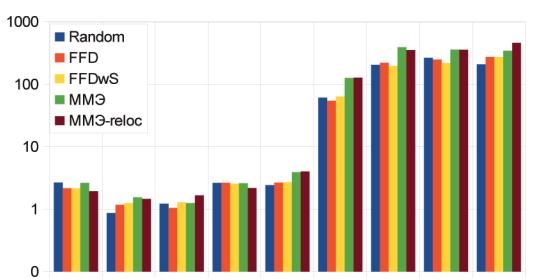
Суммарный объем трафика (мбит)



Среднее время использования услуги (с)



Средний объем трафика услуги (мбит)



Диаграммы с результатами симуляции

СВЯЗЬ

Таблица 3

Относительный прирост показателей

| Показатели | В процентах | | | | | | | |
|---|--------------|--------------------|-------------|-----------|-----------------|-------------|-------------------|-----------------|
| | ММЭ / Random | ММЭ-reloc / Random | FFDwS / FFD | ММЭ / FFD | ММЭ-reloc / FFD | ММЭ / FFDwS | ММЭ-reloc / FFDwS | ММЭ-reloc / ММЭ |
| Обслуженные заявки | 38,1 | 47,6 | 1,9 | 40,0 | 49,7 | 37,4 | 46,9 | 6,9 |
| Необслуженные заявки | -24,2 | -30,3 | -1,2 | -24,9 | -30,9 | -24,0 | -30,1 | -8,0 |
| Суммарный объем выделенной полосы доступа | 59,9 | 64,6 | 1,1 | 61,3 | 65,9 | 59,5 | 64,1 | 2,9 |
| Суммарный объем отказанной полосы доступа | -3,3 | -3,6 | -0,1 | -3,4 | -3,6 | -3,3 | -3,6 | -0,3 |
| Суммарное время использования ресурсов сети | 31,0 | 39,3 | 2,6 | 32,1 | 40,4 | 28,8 | 36,8 | 6,3 |
| Суммарный объем трафика | 83,4 | 94,7 | -3,1 | 77,0 | 87,8 | 82,7 | 93,9 | 6,1 |
| Среднее время использования услуги | 6,4 | 8,4 | 0,8 | 5,7 | 7,7 | 4,8 | 6,8 | 1,9 |
| Средний объем трафика услуги | 48,9 | 51,5 | -4,8 | 41,6 | 44,1 | 48,7 | 51,4 | 1,8 |

нагрузки перераспределяет ресурс и пытается его повторно выделить.

Литература

- Садовников В.Ю. Математическая модель доступа к FMC-услугам с учетом равномерной балансировки нагрузки между сетями доступа при миграции абонента // Информация и космос. – 2012. – № 2.
- Bo Xing, Nalini Venkatausbramanian. Multiconstraint dynamic access selection in always best connected networks // Donald school of information and computer sciencies. – Univercity of California.
- Guochuan Z., Enyu Y. The FFD-algorithm for the bin packing problem with kernel items // Department of applied mathematics. – Zhejiang University.