

УДК 004.77

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ НА ОСНОВЕ КОМПОНЕНТОВ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ

Кочнева О. Р. (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина))

Научный руководитель – к.т.н, Соснин В.В.
(ООО "Техкомпания Хуавэй")

В данной работе проведен обзор существующих в открытом доступе сетевых планировщиков и предложен программный модуль, реализующий на их основе новый алгоритм, позволяющий гарантировать минимальную пропускную способность, распределять неиспользованную пропускную способность, а также ограничивать сверху пропускную способность различным классам трафика.

Введение. На данный момент трудно представить жизнь без видеозвонков, разговоров по IP-телефонии, различных стриминговых сервисов и т.д. Поэтому задача обеспечения качества обслуживания (QoS) в сети является как никогда актуальной. Отсутствие настройки сетевого планировщика или его неправильная конфигурация может отразиться на качестве соединения, что особенно ощутимо в высоконагруженных системах, как например у сетевого провайдера. На данный момент существует множество планировщиков сетевых пакетов. Некоторые представлены в открытом доступе и встроены в ОС Linux (htb, hfsc, qfq, drr), а некоторые являются составными компонентами проприетарных программных систем (hClock). Наибольший интерес для QoS представляют классовые иерархические планировщики, которые позволяют контролировать определенные типы трафика и распределять сетевые ресурсы в соответствии с их нуждами. Не все существующие решения поддерживают иерархию классов трафика, и помимо этого обладают еще рядом недостатков, таких как невозможность гарантировать минимальную пропускную способность, ограничивать сверху пропускную способность или распределять пропускную способность в соответствии с весом класса, либо их интеграция в операционную систему связана с большими накладными расходами. Ни один из доступных планировщиков не удовлетворяет всем этим критериям одновременно в явном виде. В данной работе был предложен программный модуль, реализующий планировщик с представленными свойствами на основе базового функционала планировщиков hfsc и htb.

Основная часть. Сетевой планировщик hClock, встроенный в гипервизор VMware, обладает следующими возможностями: резервирование минимальной пропускной способности (параметр *reservations* – R, бит/с), ограничение пропускной способности сверху (параметр *Limit* – L, бит/с) и перераспределение оставшейся пропускной способности (безразмерный параметр *Shares* – S) и удовлетворяет большинству вышеупомянутых свойств, кроме простоты интегрирования в ОС.

В данной работе был реализован вспомогательный программный модуль, осуществляющий конфигурацию планировщиков htb и hfsc на основе заданных параметров R, L, S. Реализация этих критериев представляет собой их отображение на следующие параметры:

- hfsc: *ls* (*linkshare*) – разделение канала между классами трафика, *ul* (*upper limit*) – верхняя граница выделенной пропускной способности канала для класса трафика;
- htb: *rate* – гарантируемая скорость для класса трафика, *ceil* – верхняя граница выделенной пропускной способности канала для класса трафика.

В hClock распределение оставшейся пропускной происходит с использованием одной из семантик SUM (R, S) или MAX (R, S).

- MAX (R, S): распределение всей пропускной способности происходит в соответствии с пропорциями указанными в параметре S (shares) с учетом ограничений на нижнюю и верхнюю границы задаваемыми параметрами R (reservations) и L (limit).
- SUM (R, S): распределение всей пропускной способности происходит в соответствии с параметром R (reservations), а оставшаяся пропускная способность, после того, как все узлы получили свой минимум, распределяется на основе S (shares) с учетом верхней границы L (limit).

В данной работе распределение пропускной способности происходит с использованием SUM-подобной семантики. В случае насыщенного трафика семантика может считаться аналогичной той, что представлена в проприетарном планировщике, но в случае, если какой-то класс трафика на данный момент времени отсутствует, то распределение освободившейся пропускной способности происходит уже не на основе параметров R, L, S, а на основе отображенных параметров htb или hfsc в соответствии с реализованной в них логикой распределения оставшейся пропускной способности.

Для отображения была написана функция на языке Си, которая на вход принимает общую пропускную способность канала и список классов трафика, с указанными для каждого класса критериями R, L, S. Результатом работы функции является список классов с рассчитанными параметрами hfsc и htb или сообщение об ошибке.

Для проверки корректности алгоритма отображения, он был протестирован с применением метода Монте-Карло. Рассчитанные с использованием реализованного алгоритма параметры были использованы для конфигурации планировщиков htb и hfsc, и распределение пропускной способности канала при различных нагрузках сети соответствовало заданным изначально параметрам R, L, S.

Выводы. Разработанное решение позволяет осуществлять распределение пропускной способности между классами трафика, реализуя SUM-подобную семантику, и имеет следующие преимущества по сравнению с проприетарным планировщиком hClock:

- простота интеграции в ОС Linux;
- наличие GPL-лицензии.

Предложения по внедрению: гипервизоры с открытым исходным кодом (для управления трафиком виртуальных машин), программные маршрутизаторы (для управления трафиком абонентов), Android-устройства и любые другие устройства, ОС которых основана на ядре Linux (для управления трафиком приложений).