



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Исследование и реализация взвешенного
алгоритма честного обслуживания на основе
классов

Автор: Куклина Мария Дмитриевна

Научный руководитель: Шинкарук Дмитрий Николаевич

Санкт-Петербург, 2018

Цели и задачи

Цель – реализация дисциплины обслуживания Class-Based Weighted Fair Queueing (CBWFQ) в ядре Linux.

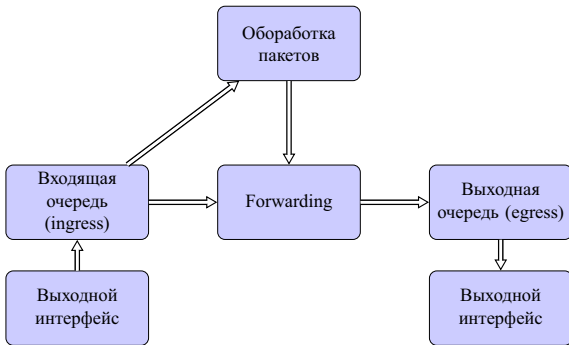
Задачи

- ✓ Провести сравнительный анализ CBWFQ с рядом выбранных дисциплин обслуживания.
- ✓ Настроить среду для реализации и тестирования.
- ✓ Реализовать CBWFQ в ядре Linux.
- ✓ Добавить интерфейс в утилиту tc для работы с ДО.

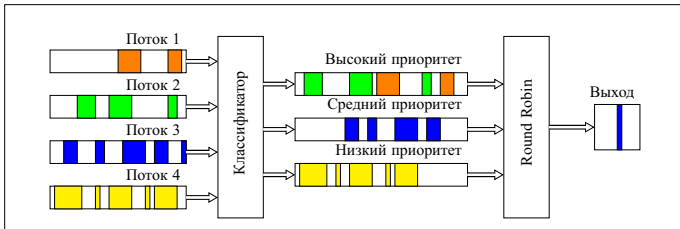


Дисциплины обслуживания

Дисциплина обслуживания (qdisc, ДО) – набор алгоритмов, определяющий метод организации очереди, способы выбора пакета из очереди, политику отбрасывания пакетов и способы выделения канала.



Priority Queueing



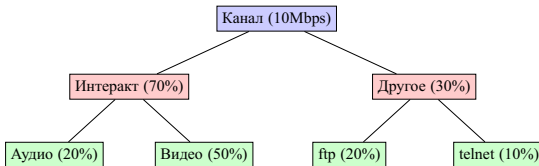
Преимущества

- ✓ Низкое время отклика.
- ✓ Простая реализация.
- ✓ Небольшая вычислительная нагрузка.

Недостатки

- ✓ Проблема простоя канала.
- ✓ Избыточный трафик увеличивает задержку.
- ✓ Простой низкоприоритетного трафика при избытке высокоприоритетного.

Class Based Queueing



Преимущества

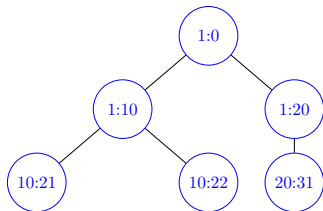
- ✓ Разделение канала.
- ✓ Решение проблемы застоя канала.

Недостатки

- ✓ Честное выделение канала только для пакетов сравнительно одинакового размера.
- ✓ Слабо оптимизирована для большинства типичных ситуаций.
- ✓ Сложность реализации.

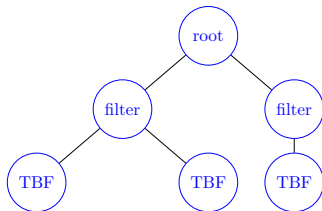


Hierarchy Token Bucket



Преимущества

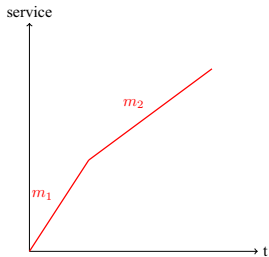
- ✓ Гибкая конфигурация.
- ✓ Разделение канала.
- ✓ Более простая реализация, чем у CBQ.
- ✓ Используется для ограничения клиентской скорости.



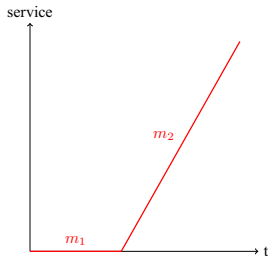
Недостатки

- ✓ Честное выделение канала только для пакетов сравнительно одинакового размера.
- ✓ Сложность реализации.

HFSC



Вогнутая (сopсave) кривая.



Выпуклая (сonvex) кривая.

Преимущества

- ✓ Основан на формальной модели с доказанными нижними границами.

Недостатки

- ✓ Высокая сложность реализации.



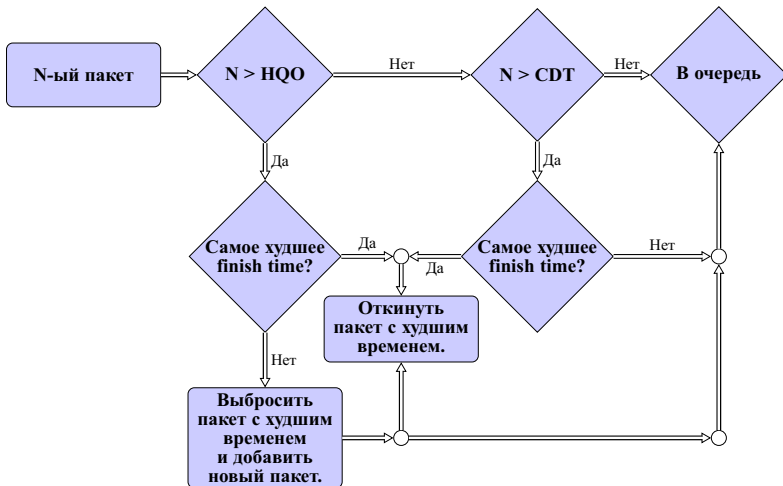
Weighted Fair Queueing

General Processor Sharing (GPS) – математическая модель планировщика, позволяющая максимально точно разделить пропускную способность между классами трафика в соответствии с назначенными весами.

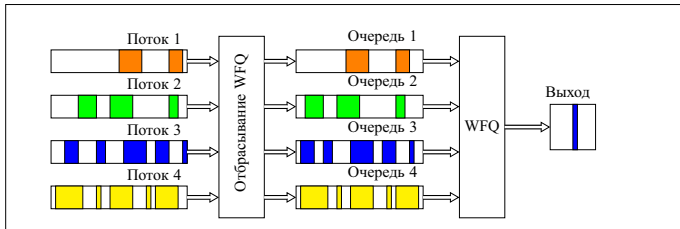
WFQ – взвешенный алгоритм честного обслуживания, представляющий собой аппроксимацию модели GPS; он оперирует пакетами, предоставляя максимально честное обслуживание, которое возможно для данного алгоритма при работе с пакетами.



WFQ Drop Policy



Flow-based Weighted Fair Queueing



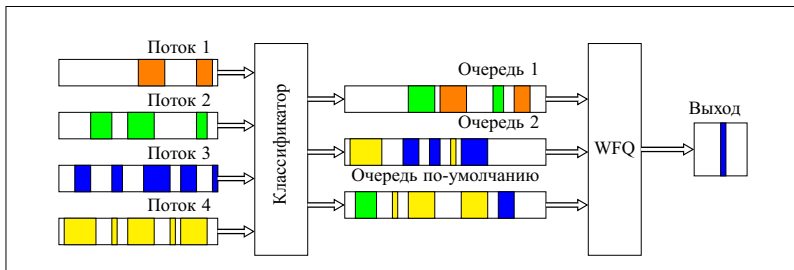
Преимущества

- ✓ Простая конфигурация.
- ✓ Гарантированная полоса пропускания для всех потоков.
- ✓ Отбрасывание пакетов из агрессивных потоков.
- ✓ Честное обслуживание.

Недостатки

- ✓ Нельзя разделять трафик по классам обслуживания.
- ✓ Не предоставляет фиксированную пропускную способность.

Class-Based Weighted Fair Queueing



Преимущества

- ✓ Гибкая конфигурация классов.
- ✓ Выделение заданной пропускной способности для классов.

Недостатки

- ✓ Ограничение на количество пользовательских классов.
- ✓ Плохо работает с интерактивным трафиком.



Сравнительная таблица ДО

Свойство	PQ	CBQ	HTB	HFSC	FWFQ	CBWFQ
Метод планирования	RR	WRR	RR	RT/LS	WFQ	WFQ
Честность	-	-	-	+	+	+
Отбрасывание	TD	TD	TD	TD	ED/AD	TD/WRED
Разделение канала	-	+	+	+	-	-
Сложность реализации	Низкая	Высокая	Средняя	Высокая	Средняя	Средняя

Обозначения:

RR – Round Robin, RT/LS – на основе Real Time/Link Sharing критериев.

TD – Tail Drop, ED – Early Dropping, ED – Aggressive Dropping.

Тестирование модуля



Схема тестовой среды

```

tc qdisc add dev eth1 cbwfq default limit 200
tc class add dev eth1 parent 1: classid 1:2\
  cbwfq bandwidth 30 percent
tc class add dev eth1 parent 1: classid 1:3\
  cbwfq bandwidth 60 percent
tc filter add dev ens3 parent 1: protocol ip\
  u32 match ip sport $TESTPORT1 flowid 1:2
tc filter add dev ens3 parent 1: protocol ip\
  u32 match ip sport $TESTPORT2 flowid 1:3
    
```

Тестирование модуля

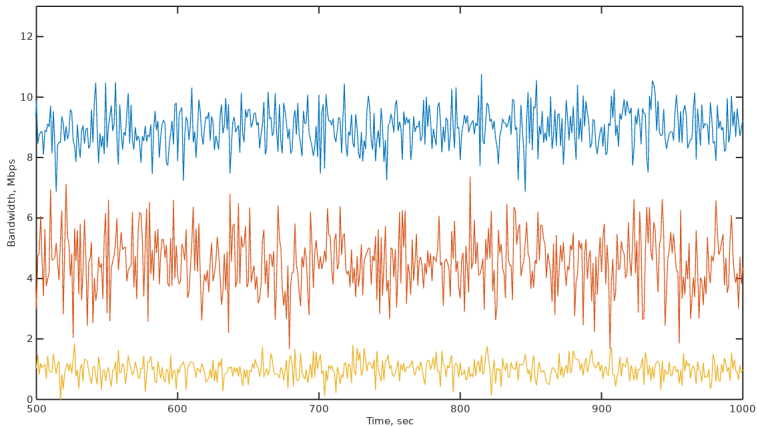


График распределения пропускной способности по типам трафика в течение времени.



Вывод

- ✓ Проведён сравнительный анализ классовых дисциплин обслуживания.
- ✓ Проведено исследование модели WFQ в среде Anylogic.
- ✓ Реализован интерфейс для системы tc.
- ✓ Реализован алгоритм CBWFQ в ядре Linux.



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Спасибо за внимание!

Санкт-Петербург, 2018