Linux Bant Genişliği Yönetimi

Serkan Kenar

<serkan@labristeknoloji.com>

İçerik

- Trafik Kontrolü
- Linux Araçları
  - iproute2, tc
- Kuyruklama Düzenleri
  - HTB, TBF, SFQ
- Gelişmiş Kullanım Örnekleri
- Hazır Paketler

Trafik Kontrolü

- Ağ trafiğinin kontrol edilebilmesi amacıyla
  - önceliklerin belirlenmesi,
  - gecikmelerin azaltılması,
  - performansın iyileştirilmesi,
  - bant genişliğinin sınırlandırılması veya garanti edilmesi işlemlerine **trafik kontrolü** denir.

- **QoS**: Servis Kalitesi, farklı bağlantı türlerine farklı seviyelerde kalite tanımlamalarının yapılabilmesidir.

QoS Uygulamaları

- **FTP**: gecikmeler önemsiz, ama hızlı olmalı.
- **Sesli görüşmeler (VoIP)**: gecikme, görüşme kalitesini düşürür.
- **SSH ve Telnet**: Küçük paketler ama etkileşim gerektirdiğinde hızlı tepki alınabilmelidir.
- Paket kaybına dirençsiz protokollere öncelik verilmeli.

Neden gerekli?

- Trafik önceliklerin belirlenmesi gerektiğinde
- Kullanım, mevcut bant genişliği kapasitesinin üzerindeyse
- Kullanıcılar kaynakları kötüye kullanıyorsa
- Kurumsal hizmetlerin kalitesinin sağlanması isteniyorsa
- Gecikmeye duyarlı hizmetlerin kalitesi yükseltilmek isteniyorsa

Servis Kalitesi Kavramları

- **Gecikme:** Paketlerin gidiş-gelişlerde geçen süre
- ***Jitter*:** Gecikme süresinin zaman içinde değişiklik göstermesi
- **Paket Kayıpları:** Ağ üzerinde birikmeler nedeniyle oluşabilecek paket kayıpları

Kuyruklar

- Trafik kontrolünün temeli ağ geçitleri üzerindeki kuyruklardır.
- Geliş hızı, iletim hızını geçtiğinde, paketler kuyrukta bekletilir.
- Kuyruk dolduğunda paketler düşürülür.

Akış

- İki makine arasındaki ilgili trafiğe *akış* denir.
- TCP ve UDP bağlantıları birer akış oluşturur.
- Birden çok akış tek noktada bant genişliğini paylaşırlar.

Trafik Kontrol İşlemleri

- ***Şekillendirme***: Bağlantı hızını belirlemek için paketlerin bekletilmesi
- ***Zamanlama***: Paketlerin giriş/çıkış sırasının değiştirilmesi
- ***Sınıflandırma***: Paketlerin farklı kuyruklara sınıflandırılması
- ***Policing***: Bağlantının kısıtlanması amacıyla sınırı aşan trafiğin düşürülmesi

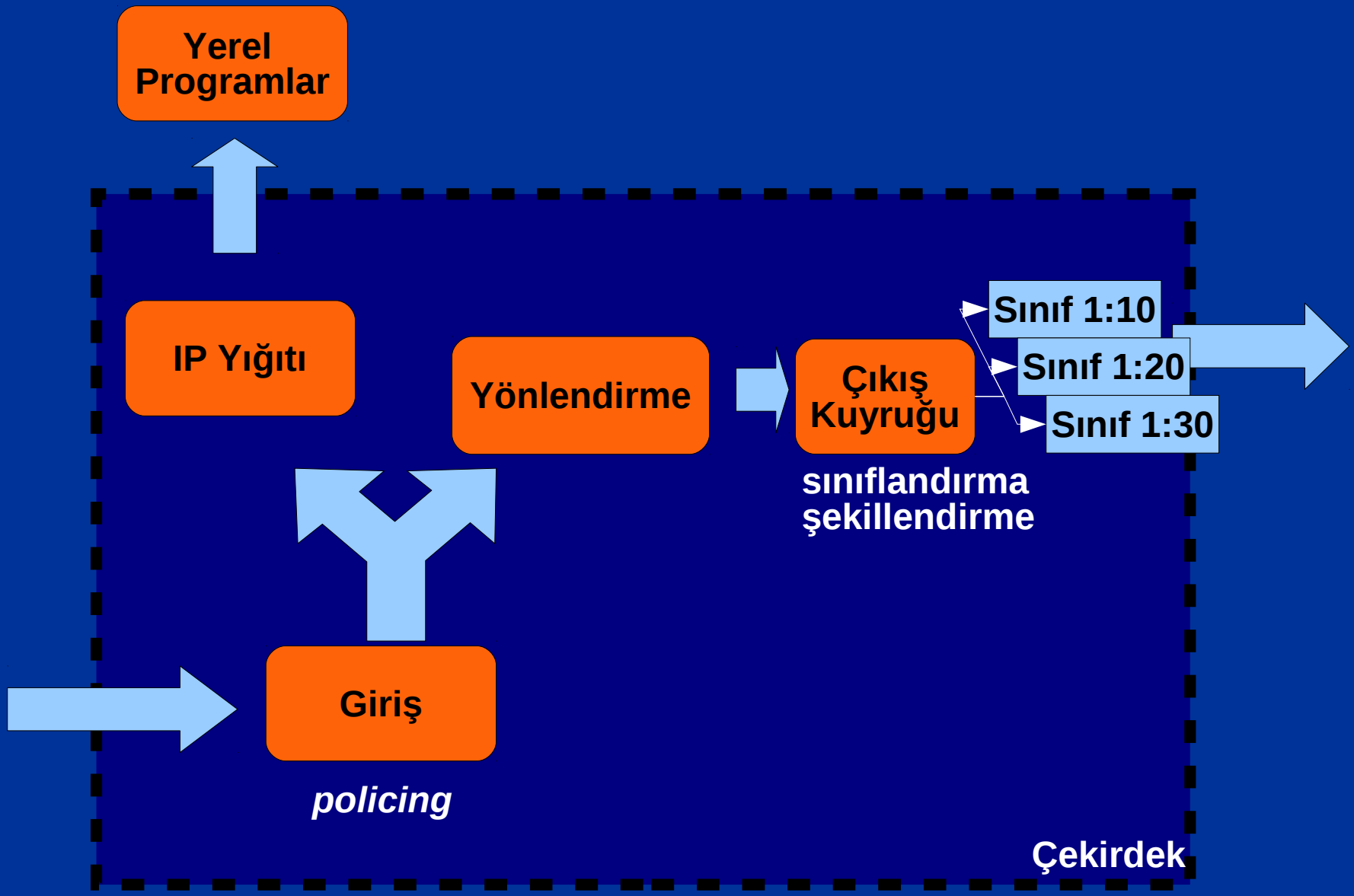
İçerik

- Trafik Kontrolü
- Linux Araçları
  - iproute2, tc
- Kuyruklama Düzenleri
  - HTB, TBF, SFQ
- Gelişmiş Kullanım Örnekleri
- Hazır Paketler

Linux Araçları

- Trafik Kontrolü, çoğu dağıtım çekirdeğinde hazır olarak gelir.
- “tc” komutuyla yönetilebilir.
- iproute2 projesiyle ağ yapılandırması ve bant genişliği yönetimi yapılabilir.

- linux-net.osdl.org/index.php/Iproute2


Yerel Programlar
IP Yığıtı
Yönlendirme
Çıkış Kuyruğu
Sınıf 1:10
Sınıf 1:20
Sınıf 1:30
sınıflandırma
şekillendirme
Giriş
policing
Çekirdek

TC Komutu

- **Kullanım:**
- tc SEÇENEKLER NESNE { İŞLEM | help }
  - tc qdisc { add | del | replace | change | get } dev <DEV> ...
  - tc class { add | del | change | get } dev <DEV> ...
  - tc filter { add | del | change | get } dev <DEV> ...

QDisc

- Kuyruklama düzenleri paketlerin nasıl işleneceğini belirleyen algoritmalardır.
- Bazı qdisc'ler paketleri geldikleri sırayla gönderirken, bazıları hiyerarşik bir yapı kurulmasına olanak sağlayacak kadar karmaşıklaşabilir.

Sınıflar

- Sınıflı kuyruklama düzenlerinde yer alan kuyruklardır.
- Farklı sınıflar barındırabilir veya bir kuyruk düzeni içerip ayrılan trafiğin yönetilmesine olanak sağlar.

Filtreler

- Trafiğin çeşitli eşleşme kurallarıyla seçilerek bir sınıfa yönlendirilmesini sağlar. (Sınıflandırma işlemi)
- *Policing* kalıpları da barındırarak hızı belirlenebilir.
- Paket önce kök qdisc'e ait filtrelerden geçer, sonra alt sınıfların filtrelerinden de geçebilir.

İçerik

- Trafik Kontrolü
- Linux Araçları
  - iproute2, tc
- Kuyruklama Düzenleri
  - HTB, TBF, SFQ
- Gelişmiş Kullanım Örnekleri
- Hazır Paketler

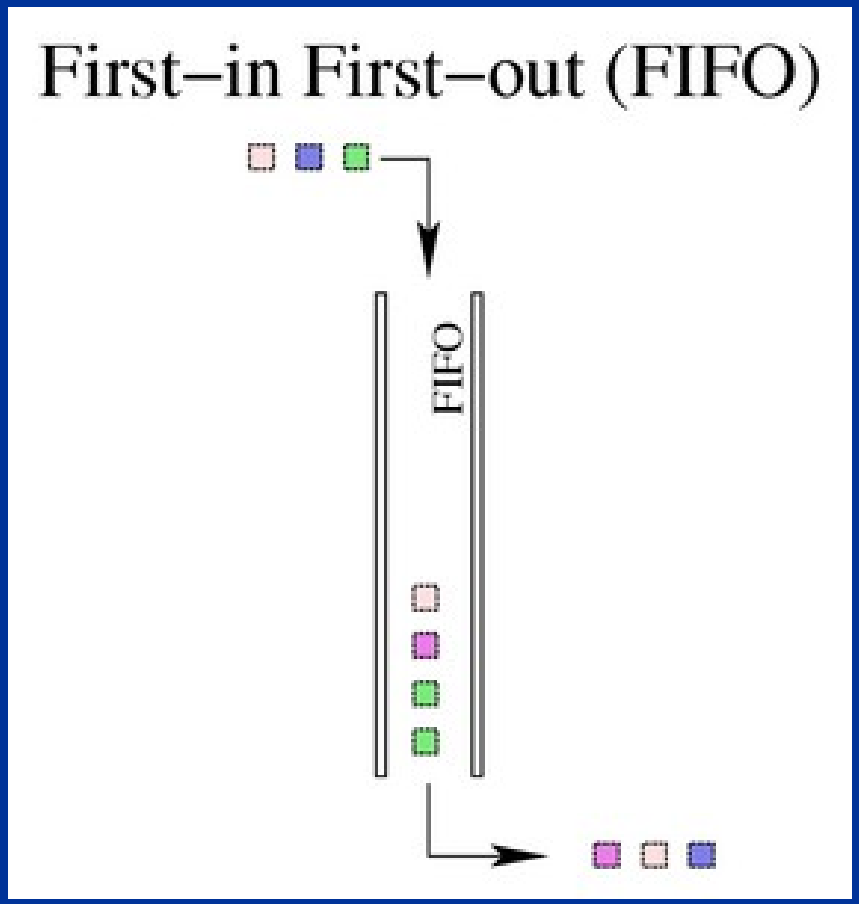
Kuyruklama Düzenleri (qdisc)

- Tüm çıkış arabirimleri bir *qdisc*'e sahiptir.
- Sadece çıkan trafik düzenlenebilir.
- Sınıfsız *qdisc*'ler ile trafik sınıflandırılmadan yönetilebilir.
- Sınıflı *qdisc*'ler ile farklı kuyruklarda farklı kuyruklama disiplinleri kullanılabilir.

Kuyruklama Düzenleri

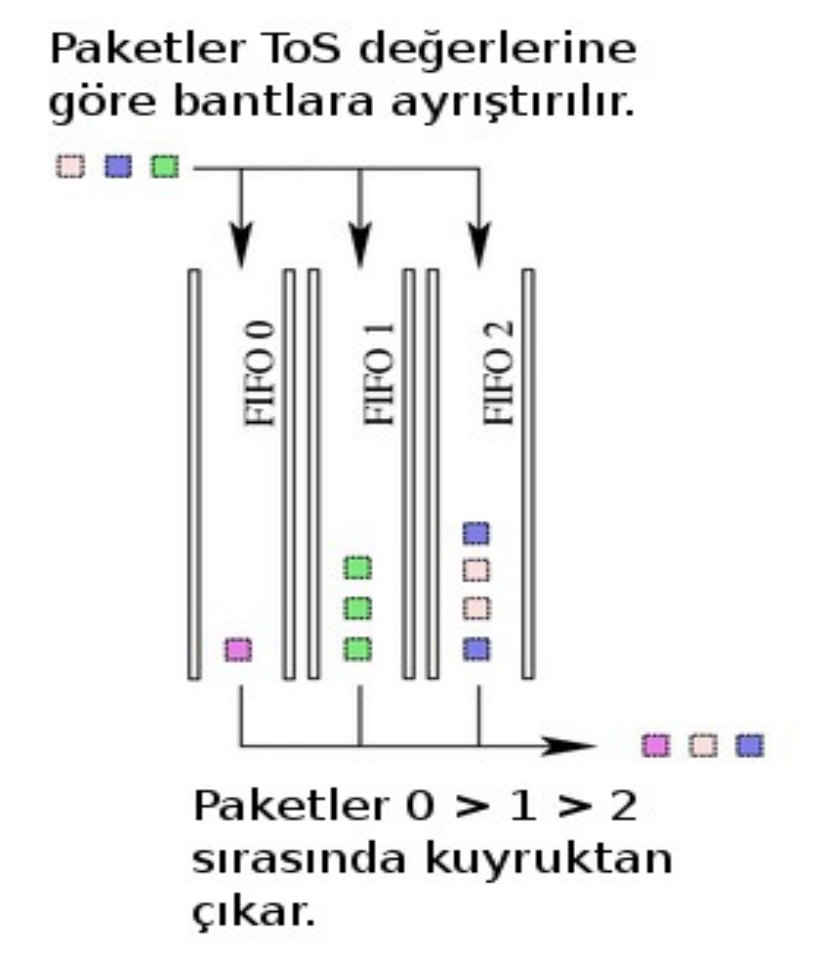
- Sınıfsız Kuyruklama Düzenleri:
  - FIFO
  - PFIFO_Fast
  - SFQ
  - ESFQ
  - TBF
- Sınıflı Kuyruklama Düzenleri
  - HTB
  - CBQ

FIFO



- İlk Gelen İlk Çıkar
- En hızlı, en az CPU harcayan yöntem
- Sınıflarda başka bir qdisc tanımlanıncaya kadar öntanımlı olarak FIFO kullanılır.

PFIFO_Fast

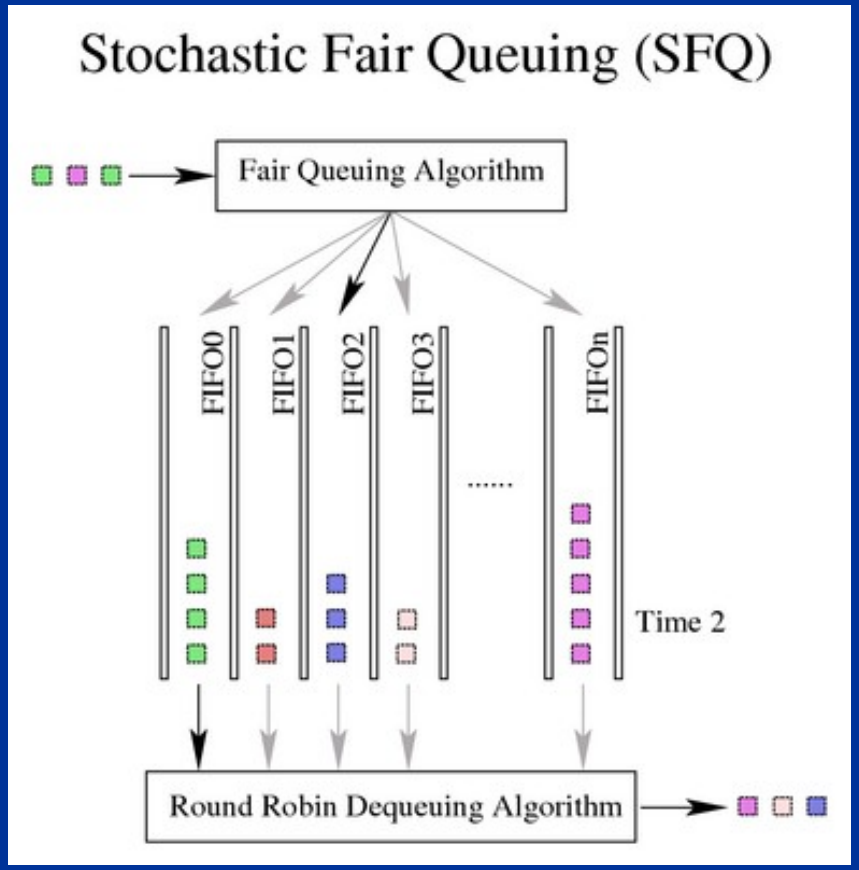


- Tüm arabirimlerde öntanımlı qdisc olarak kullanılır.
- 3 farklı önceliğe sahip bantlar üzerinde paketler dağıtılır.

Servis Tipleri

- Asgari gecikme (Interaktif) **0. Bant**
- Normal Servis veya Azami Güvenilir (En iyi çaba) **1. Bant**
- Asgari Maddi Harcama veya Azami Hız **2. Bant**

SFQ ve ESFQ



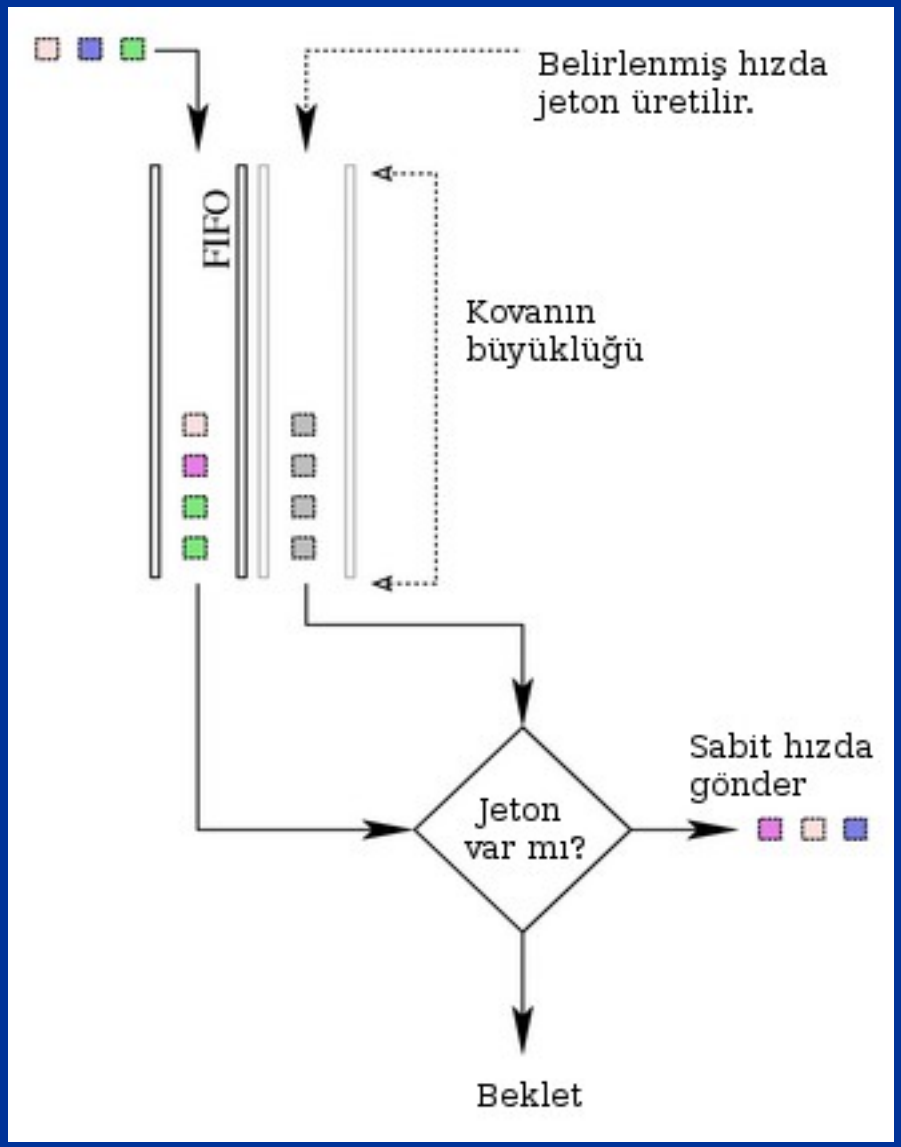
- Farklı bağlantı akışlarına eşit davranılmaya çalışılır.
- Tek bir bağlantının, bağlı bulunduğu sınıfı tamamen tüketmesi engellenir.

SFQ Tanımlama

- tc qdisc add dev eth0 root sfq \
  perturb 10

- 10 saniyede bir bağlantılar tekrar dağıtılmaya başlanır.

TBF



- Bir arayüzden geçen trafiğin hızını kısıtlamak için idealdir.
- Hızı belirlenmiş seviyeye paketleri bekleterek düşürür.

TBF Tanımlama

- tc qdisc add dev eth0 root tbf \
  rate 0.5mbit \
  burst 5kb \
  latency 70ms

CBQ – HTB

- **CBQ**: Karmaşık, doğru şekilde ayarlaması zor ve eski
- **HTB**: Basitçe ayarlanabilir, varsayılan davranışları daha mantıklıdır. *Muhtemelen ilk seferde doğru şekilde ayarlayabilirsiniz*!
- CBQ, algoritması nedeniyle çoğunlukla doğru ölçüm yapamaz ve başarımı düşüktür.

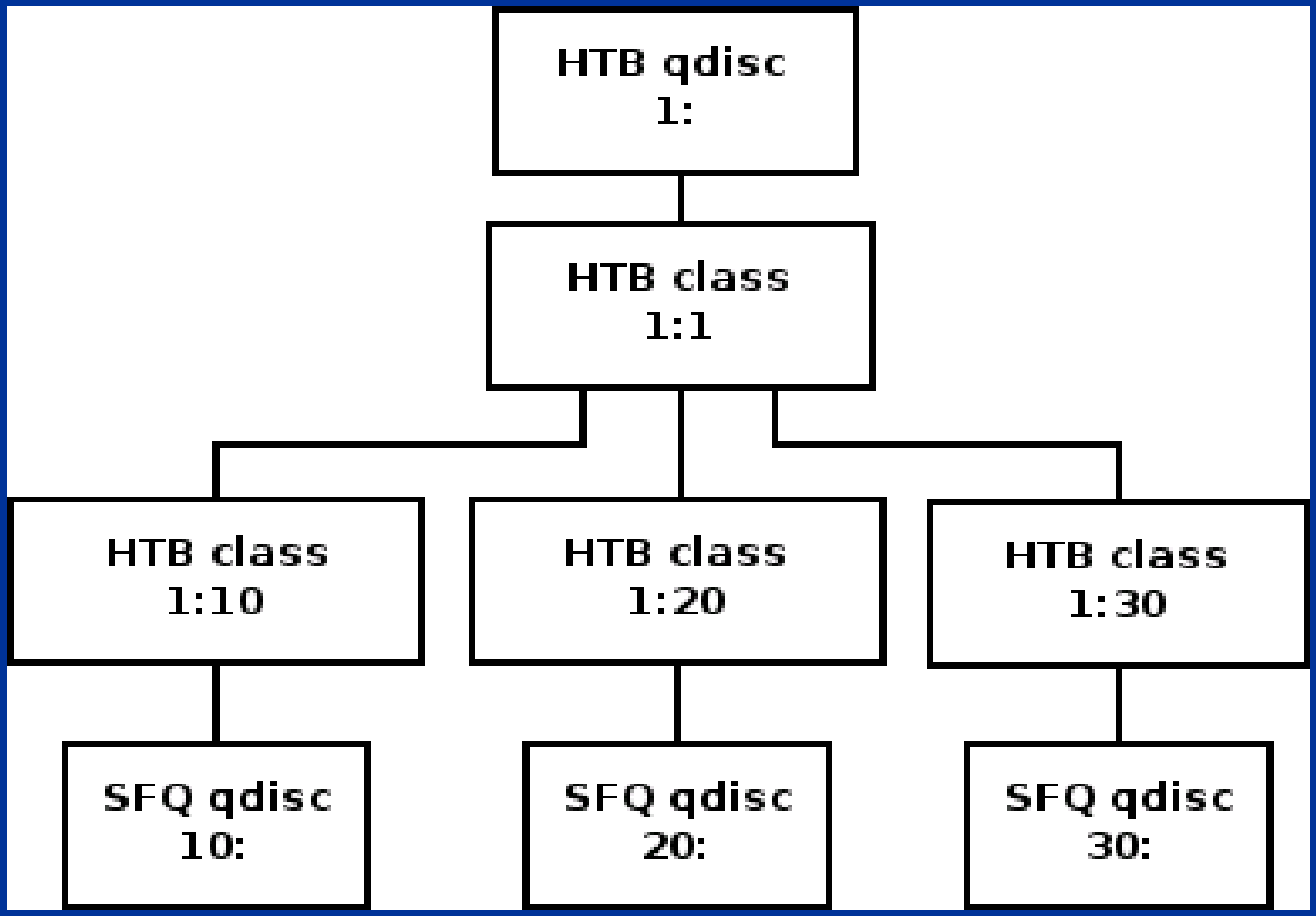
HTB

- Hiearcy Token Bucket
- CBQ'nun yerine kolay anlaşılır bir alternatif olarak geliştirilmiştir.
- Hattınızın çıkış trafiğini sınıflara ayırarak kontrol etmenize olanak sağlar.
- TBF algoritmasına benzer bir algoritma kullanır.

Sınıflar

- Sınıflar sadece sınıflı qdisc'lerde bulunur.
- Bir sınıf başka sınıflar içerebilir veya tek bir qdisc ile sonlanır.
- Her sınıfa filtreler bağlanır. Filtreler ile ilgili sınıfa aktarılacak olan trafik belirlenir.
- Uç sınıflar öntanımlı FIFO ile sonlanır.

Sınıflar (2)


HTB qdisc
1:
HTB class
1:1
HTB class
1:10
HTB class
1:20
HTB class
1:30
SFQ qdisc
10:
SFQ qdisc
20:
SFQ qdisc
30:

Sınıflandırma

- HTB sınıflandırması sadece kök qdisc üzerindeki filtrelerle yapılır.
- Paketler sınıflandırılmaya kökten başlar. Aktarıldıkları sınıfta
  a) filtreler çalıştırılır ve başka sınıfa aktarılır,
  b) sınıf uç noktaysa, paket o sınıfa eklenir. Sınıfa bağlı filtrelerle işlem baştan devam eder.

HTB QDisc

- Kök kuyruklama düzeni parametleri:
  - **handle <major:>**, Bu kuyruklama düzeninin ismi
  - **parent <major:minor>**, Bu kuyruklama düzeninin üst-sınıfı
  - **default <minor>**, sınıflandırılmamış trafiğin gönderileceği çocuk sınıf

```
tc qdisc add dev eth0 root \
   handle 1: htb default 10
```

HTB Sınıfları (1)

- **parent major:minor**; sınıfın üst-sınıfı
- **classid major:minor**; sınıf ismi
- **prio öncelik**; sınıfın önceliği (düşük sayı daha yüksek öncelik belirtir.)
- **rate hız**; bu sınıfa ve alt sınıflarına garanti edilen hız
- **ceil tavan**; üst sınıfın boş bant genişliğinden kullanılabilecek tavan sınır. (Öntanımlı olarak hıza eşitttir.)

HTB Sınıfları (2)

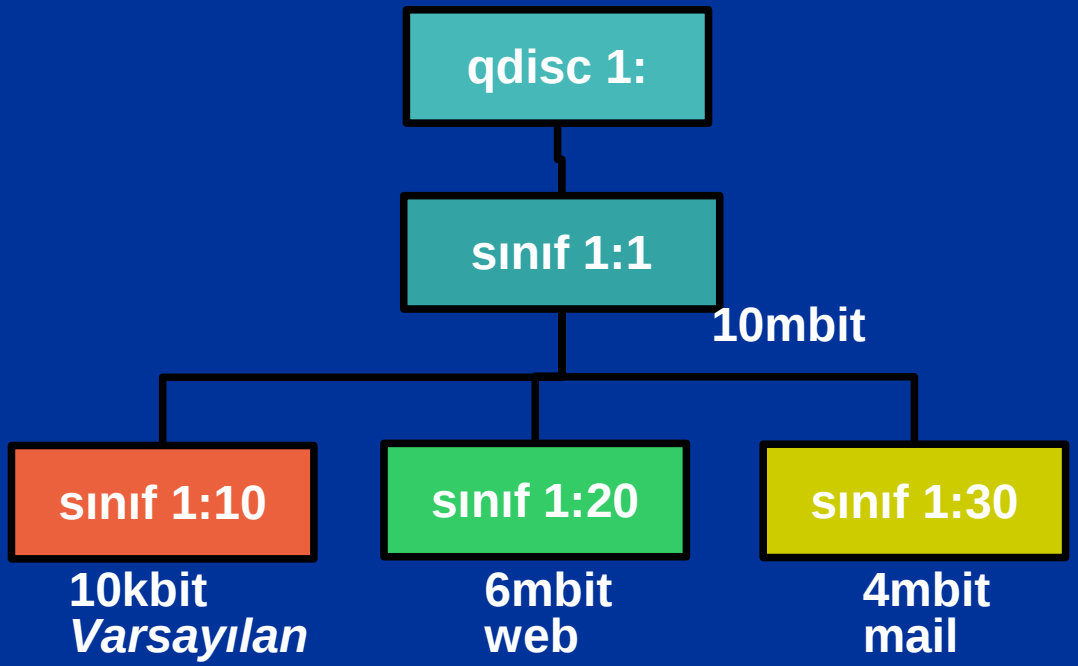
- **burst sıçrama**; azami hızda gönderilecek bayt miktarı
- **cburst sıçrama**; sonsuz hızda gönderilecek bayt miktarı

- tc class add dev *eth0* parent *1:* classid *1:1* htb rate 100kbit burst 1k

Örnek Yapılandırma

- tc qdisc add dev *eth0* root handle 1: htb default 10
- tc class add dev *eth0* parent 1: classid *1:1* htb rate 10mbit burst 10k
- tc class add dev *eth0* parent *1:1* classid 1:10 htb rate 10kbit ceil 10mbit burst 10k
- tc class add dev *eth0* parent *1:1* classid 1:20 htb rate 6mbit burst 15k
- tc class add dev *eth0* parent 1:1 classid 1:30 htb rate 4mbit ceil 10mbit burst 15k

Örnek Yapılandırma (2)



- Sınıflara öntanımlı olarak FIFO qdisc'i eklenir.
- Henüz filtreleri tanımlamadık. Tüm trafik 1:10'dan geçecek.

Uç Sınıflar

- HTB ile birlikte öntanımlı FIFO kuyruklama düzenini kullanmak iyi performans vermeyebilir.
- SFQ daha iyi bir tercih olacaktır:

```
tc qdisc add dev eth0 parent \
   1:10 handle 10: sfq perturb
  10
```

Filtreler

- Örnek yapılandırmamızı tamamlayalım:
- tc filter add dev *eth0* protocol ip \ parent 1:0 prio 1 \
  u32 match ip sport 80 0xffff \
  flowid 1:20
- tc filter add dev eth0 protocol ip \ parent 1:0 prio 1 \
  u32 match ip sport 25 0xffff \
  flowid 1:30

Filtreler (2)

- Trafiği sınıflandırmak için filtreler kullanılır.
- HTB kullanırken tüm filtreler kök sınıfa eklenmelidir.
- Kullanım:
  - **tc filter add dev <INT> parent <ID:> protocol ip prio <ÖNCELİK> <eşleşme metodu>**
- Eşleşme metodu: u32 ve fwmark

Eşleşme Metodu: *u32*

- Adrese göre filtreleme:
  - tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 \
    match ip dst 1.2.3.4/32 flowid 1:10
- Porta göre filtreleme:
  - **match ip dport 22 0xffff** flowid 1:20
- Protokole göre filtreleme:
  - **match ip protocol 50 0xff** flowid 1:30

Eşleşme Metodu: *fwmark*

- U32 ile eşleştirme kısıtlayıcı olabilir. Netfilter/Iptables ile paketler işaretlenebilir ve fwmark metoduyla eşleştirilebilir:

```
# iptables -A PREROUTING -t mangle -o
  eth0 -p tcp --dport 22 -j MARK
  --set-mark 23
# tc filter add dev eth0 protocol ip
  parent 1:0 prio 1 handle 23 fw
  flowid 1:20
```

HTB – Bağlantı Paylaşımı

- Sık istenen bir durum, sınıfların kullanmadığı bant genişliğinin paylaşılabilmesidir.
- Örnekte sınıfları köke doğrudan eklemeden, farklı bir sınıfa ekledik.
- HTB bu durumda üst-sınıfın kullanılmayan bant genişliğini oranları nispetinde diğer sınıflara paylaştırır.

Bağlantı Paylaşımı

- **A** sınıfı: 100kbit - 100kbit
  - **a** sınıfı: 30kbit – 100kbit
  - **b** sınıfı: 20kbit – 100kbit
  - **c** sınıfı: 50kbit – 100kbit

- c sınıfının kullanılmayan bant genişliği a ve b sınıfların oranları nispetinde paylaştırılır: (3:2)

En iyi Kullanım Uygulamaları

- Etkileşimli trafiği hızlandırmak
- ACK paketlerini önceliklendirmek
  - Yüklü gönderim sırasında, indirmelerin etkilenmemesi için
- Gelen trafiği kısıtlamak (!)
  - Vardığı anda, zaten bant genişliği harcanmıştır. Düşürülürse tekrar gönderilmesi gerekecek.

Etkileşimli Trafiği Hızlandırmak

- SSH gibi etkileşim gerektiren trafiğin hızlı akması istenir.
- Bu tür trafiği öncelikli ve garantili bir sınıfa aktarmalıyız.
- tc filter add dev eth0 protocol ip parent 1:0 prio 10 u32 \
  match ip tos 0x10 0xff flowid 1:10

ACK Paketlerini Önceliklendirmek

- Her gelen paketi doğrulamak için ACK gönderilir.
  - Eğer gönderim yüklüyse, ağ geçidi üzerinde ACK paketleri gecikebilir veya düşürülebilir.

- tc filter add dev eth0 parent 1: protocol ip prio 10 u32 \
  match ip protocol 6 0xff \
  match u8 0x05 0x0f at 0 \
  match u16 0x0000 0xffc0 at 2 \
  match u8 0x10 0xff at 33 \
  flowid 1:10 (*Öncelikli sınıf*)

Gelen Trafiği Durdurmak

- Çoğunlukla gelen trafiğin kısıtlanması tercih edilmez.
- Gelen trafiği belli bir hıza kısıtlamak için:
  - tc qdisc add dev eth0 handle ffff: ingress
  - tc filter add dev eth0 parent ffff: protocol ip prio 10 \
    u32 match ip src 0.0.0.0/0 police \
    rate 256kbit burst 10k drop flowid :1

Kurallar, Tavsiyeler

- Trafik şekillendirme yapacak olan ağ geçidi, hattın darboğaz noktası olmalıdır.
- Sadece gönderilen trafik şekillendirilebilir. Gelen trafik sadece düşürülebilir.
- Sınıflarda öntanımlı FIFO kullanılır. HTB ile birlikte SFQ kullanılması tavsiye edilir.

Kurallar, Tavsiyeler (2)

- Bant genişliğinin bilinmediği durumlarda HTB kullanılabilir.
- Trafiği sınıflandırmak için Netfilter/Iptables ve fwmark ile eşleştirmeyi tercih edin.
- Her bir IP adresine belirli bir bant genişliği ayırmak için, aynı sayıda sınıf tanımlanmalıdır.

Kurallar, Tavsiyeler (3)

- LAN'daki kullanıcıların indirme hızlarını düşürmek için, ağ geçidi üzerinde iç bacaktaki arayüzden makineye giden trafikte şekillendirme yapılmalıdır.

İçerik

- Trafik Kontrolü
- Linux Araçları
  - iproute2, tc
- Kuyruklama Düzenleri
  - HTB, TBF, SFQ
- Gelişmiş Kullanım Örnekleri
- Hazır Paketler

Gelişmiş Kullanım Örnekleri

- Iptables ile gelişmiş eşleşmeler yapılabilir.
- Bu sayede kullanıcılara göre (UNIX kullanıcı ID'si), çalışan uygulamalara göre filtreleme yapılabilir.
- P2P trafiğini kısıtlamak.
- SYN Flood saldırılarını engellemek için trafik kontrolü kullanılabilir.

Programların Hızını Kısıtlamak

- Yazılımların gönderim veya indirim için hız kısıtlaması özelliği olmadığı durumlarda kullanılabilir.
- **iptables -t mangle -I POSTROUTING --m pid --pid 1182 -j MARK --set-mark 1**
  - Pid:1182 sürecin paketlerini işaretledik
  - Bu paketler fwmark ile kısıtlı bir sınıfa yönlendirilebilir.

P2P Trafiğini Engellemek

- **ipp2p** eşleşmesi kullanılarak, P2P trafiği kısıtlı bir sınıfa aktarılabilir.

```
iptables -t mangle -A PREROUTING \
-p tcp -m ipp2p --ipp2p \
-j MARK --set-mark 1
```

SYN Flood Saldırılarını Engellemek

- Gelen trafiği durdurmak için giriş (ingress) trafiğine kısıtlama getirilmelidir.
  - **`tc qdisc add dev eth0 handle ffff: ingress`**
  - **`tc filter add dev eth0 parent ffff: protocol ip prio 50 handle 1 fw \ police rate 1kbit burst 40 mtu 9k drop flowid :1`**

İçerik

- Trafik Kontrolü
- Linux Araçları
  - iproute2, tc
- Kuyruklama Düzenleri
  - HTB, TBF, SFQ
- Gelişmiş Kullanım Örnekleri
- Hazır Paketler

Hazır Paketler

- ADSL bağlantılar için standart bir betik: lartc.org/wondershaper/
- Kolay HTB kullanımı için hazır betik: sourceforge.net/projects/htbinit/

Sonuç

- Bant genişliği yönetimi, büyük ağlarda ve kısıtlı kaynaklarda kaçınılmazdır.
- Linux bunun için gerekli tüm araçları barındıran güçlü bir çözüm sunar.

Kaynaklar

- www.lartc.org
- Traffic Control HOWTO
- *lartc* Mail Listesi

Teşekkürler

Sorular ?