

Açık Kaynak Kodlu Network Simülasyonları

■

■

■ Yrd.Doç.Dr. Enis Karaarslan

■ Muğla Üniversitesi

■ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

HEDEF

Bilgisayar Ağları, Simülasyon/emülasyon hakkında temel bir fikir vermek

Açık kaynak network simülasyon çözümlerine örnekler vermek
ve

ns-3 yazılımını tanıtmak.

KAVRAMLARI TEMEL OLARAK İNCELEYELİM...

(Computer) Network – Bilgisayar Ağı

- Bilgisayar Ağı, paylaşım amacıyla iki ya da daha fazla cihazın bir araya getirilmesiyle oluşturulan bir yapıdır.
- Yüzlerce iş istasyonu veya kişisel bilgisayardan oluşabileceği gibi, iki bilgisayarın birbirine bağlanmasıyla da elde edilebilir.

Ağ'la Amaçlanlar

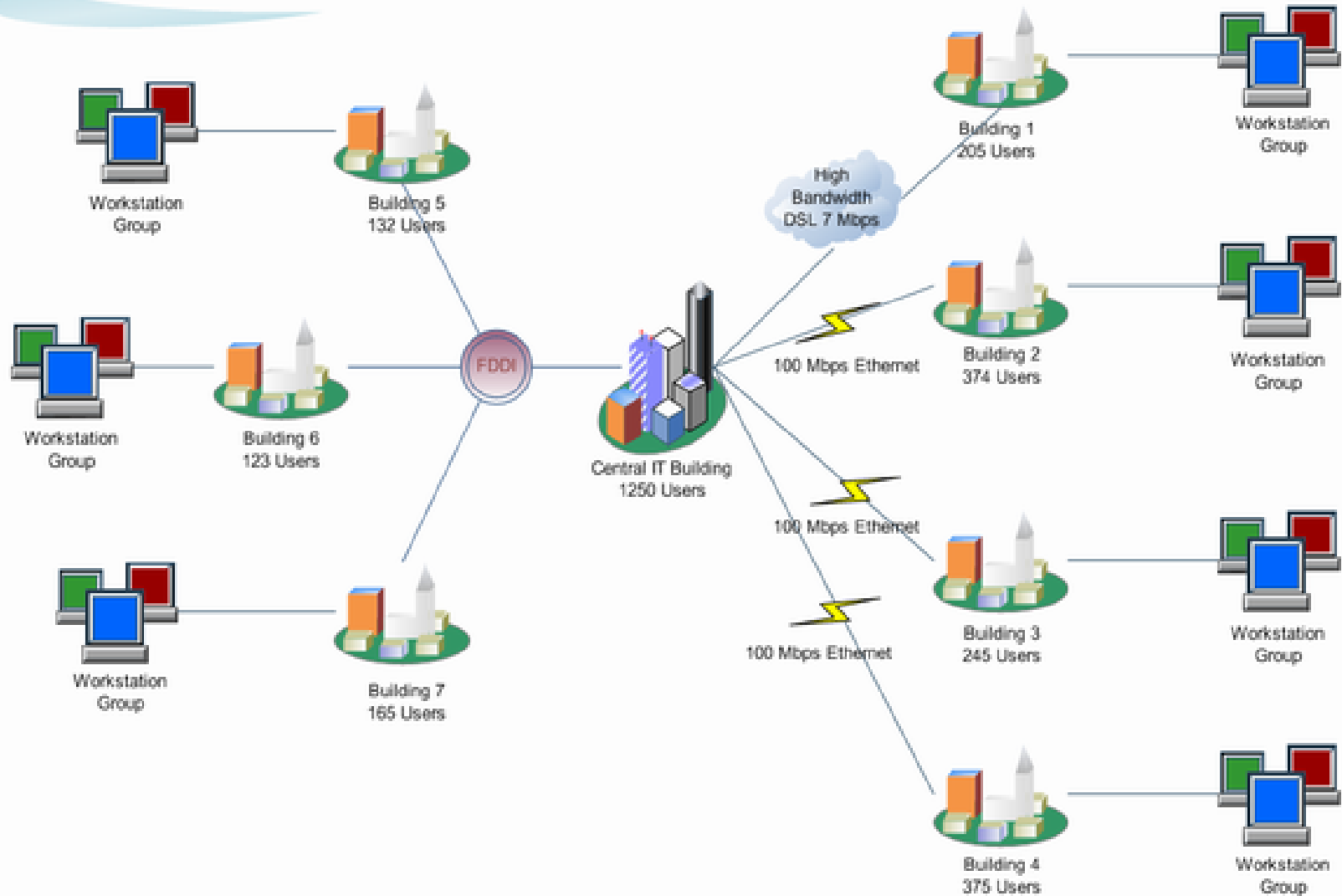
- **Kaynak paylaşımı**
- **Yüksek Güvenilirlik**
- **Harcanacak Paradan Tasaruf**
- **Ölçeklenebilirlik**
- **İletişim**
- **Bilgiye Erişim**

Ağ Bileşenleri

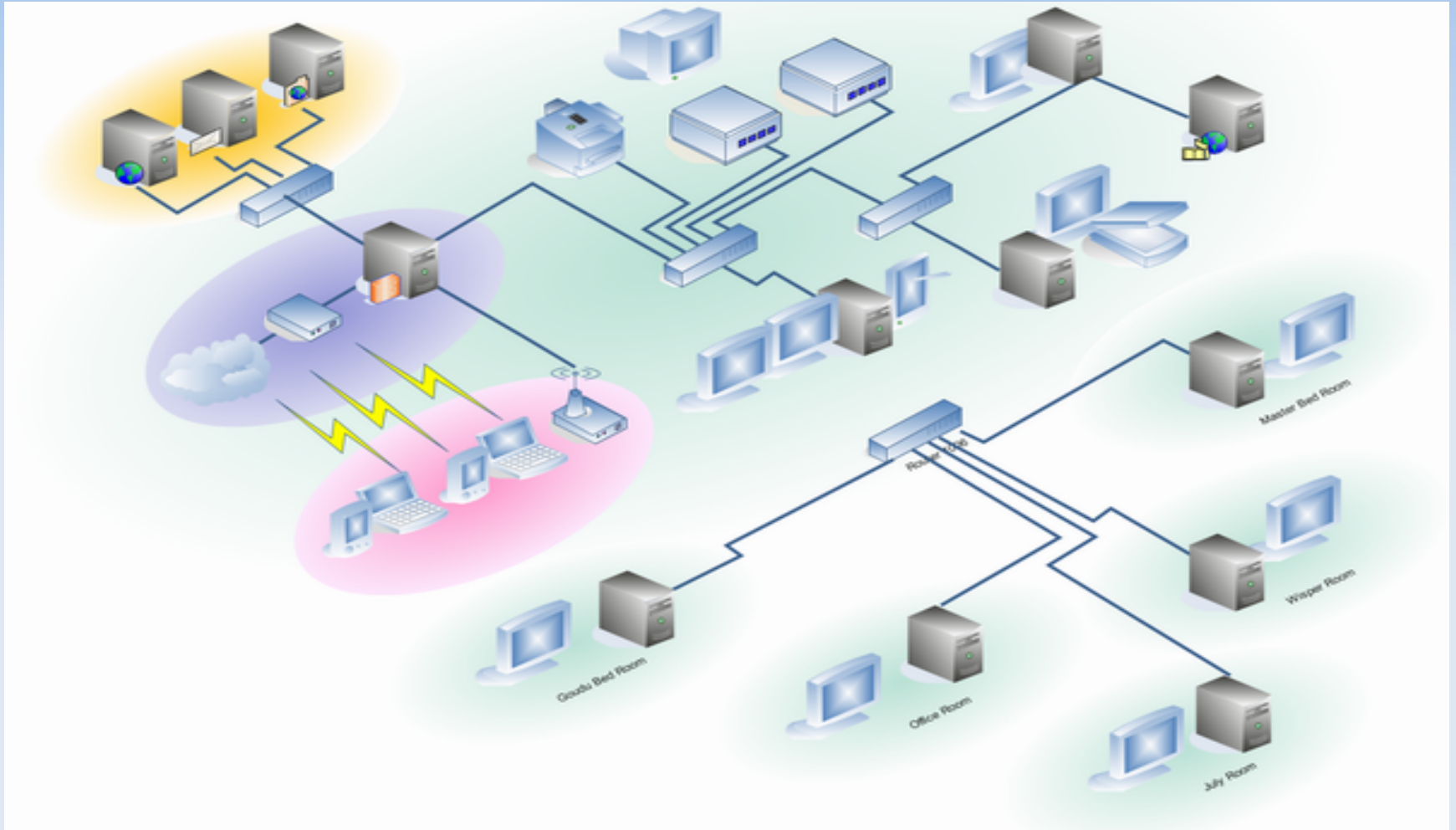
- Ağ ortamını oluşturan birimler:
- **Kablolama**
 - Fiber optik, utp, coaxial
 - Kablosuz erişim - wireless
- **Aktif Cihazlar**
 - Switch, Yönlendirici (Router), Hub
- **Protokoller**
 - TCP/IP, OSI, http, ftp ... vb

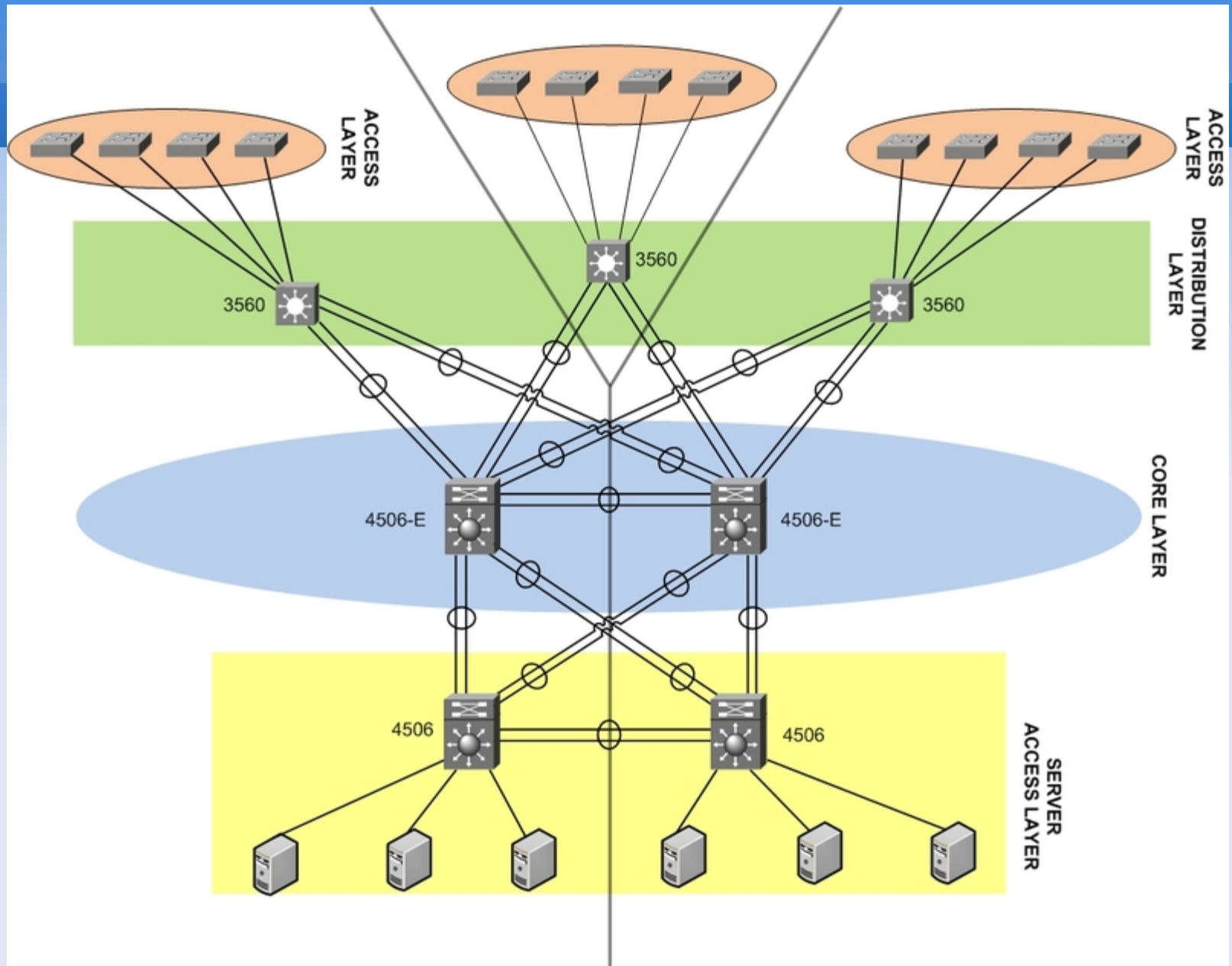
Veri İletim Hızı

- Veri Transfer (İletim) Hızı bir ağın iletim kapasitesini ölçmek için geliştirilmiş matematiksel bir modeldir. Birim olarak "bps" (bit per second) kullanılır.
- Yerel ağların iletim hızları geçen yıllara kadar 1-100 Mbps (Mega bit per second) arasında değişirken, artık gigabit teknolojiler sayesinde 1,000 Mbps (1 Gigabit)-10,000 Mbps (10 Gigabit) ve üstü hızlar kullanılmaya başlanmıştır.



Ağ Çizimleri





Gerçek bir ağdan örnekler ...

- ✓Ege Üniversitesi Kampüs Ağı - 2011
- ✓8000'den fazla bilgisayar
- ✓600'e yakın iletişim cihazı
- ✓Gigabit altyapı
- ✓300 Mbit İnternet Erişim Bağlantısı – Ulakbim
- ✓Saniyede 50,000 İnternet bağlantısı

Ağ Simülasyonu Nedir ve Çözümler...

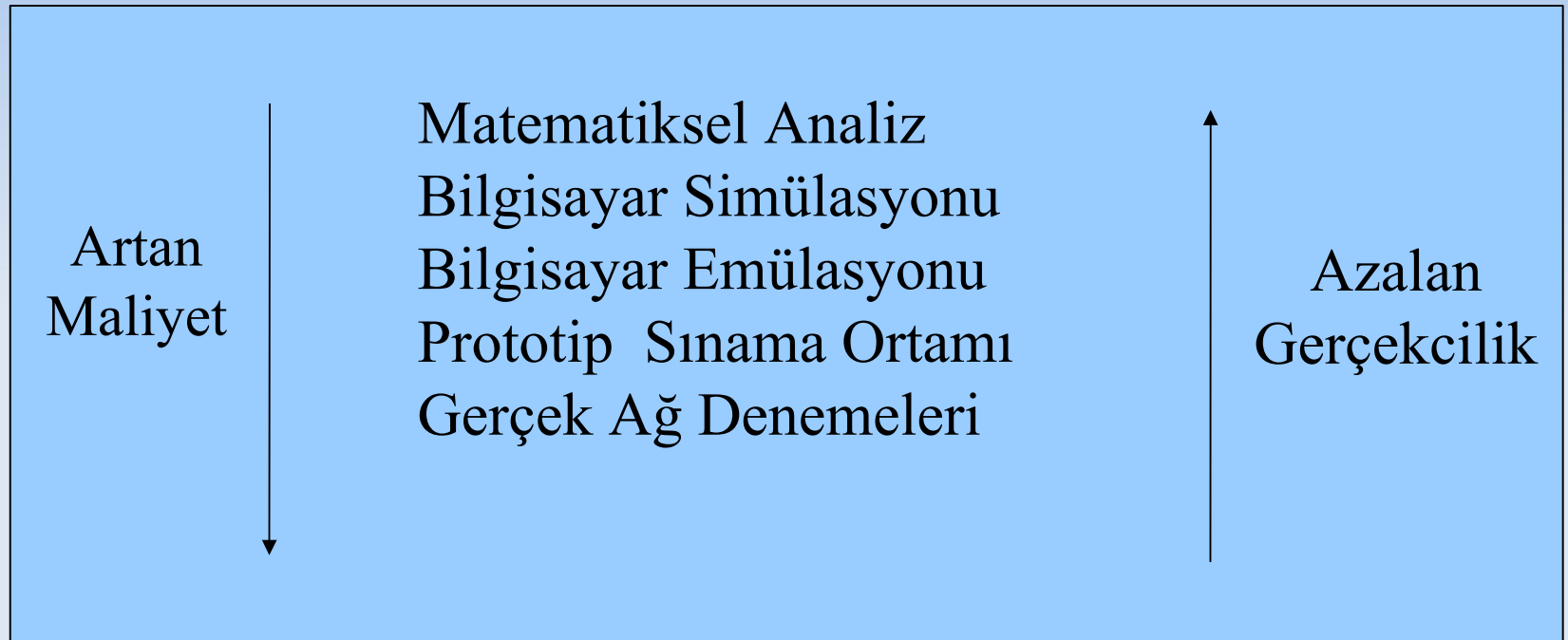
Simülasyon Nedir?

"Benzetim", gerçek bir dünya süreci veya sisteminin işletilmesinin zaman üzerinden taklit edilmesidir (Banks ve Carson, 1984).

Simülasyon (Devam)

- Bir araç
- Mevcut olan / olabilecek işlemler hakkında objektif bilgiler sağlar.
- Gerçek bir şeyin takliti
- Bilgisayar yardımıyla modelleme

Simülasyon Yaklaşımları



Neden Ağ Simülasyonu

- Gerçek ağlarda akademik araştırma yapmanın zorlukları
- İdari – Politika sorunları
- Mahremiyet Sorunları
- Teknik

Simülasyonun Kullanım Amaçları

- Akademik
- Eğitim amaçlı
- Davranış modellemesi
 - Yeni teknolojilerin/düzenlemelerin devreye alınması
 - Aşırı yüklenme durumu
 - Saldırı durumu
 - ... vb

Kapalı Kaynak Çözüm Örnekleri

- Kapalı Kaynak yazılımlar:
 - OPNET
 - Qualnet
- Ticari
- Görsel Arayüz
- Yazılımcının sağladığı esneklikle sınırlı

Kapalı Kaynak

- Esneklik?
- Her zaman kolay yol, en iyi yol mudur?
- “Sürükle ve bırak” ı aşmak ...

“Bing Bang Theory“ Dizisinden ...

Yeni laptop'um Win7 ile geldi.
Daha kullanıcı dostu olmuş.
Hiç sevmemedim. (Sheldon
Cooper)



Açık Kaynak Çözüm Örnekleri

- Georgia Tech Network Simulator (GTNetS)
- SSF-NET
- ns-2
- ns-3

Georgia Tech Network Simulator (GTNetS)

- C++
- Dağıtık Simülasyon için tasarlanmış (Distributed Simulation)
- 1 Milyon Ağ Elemanından daha fazla öge ölçeklenebilir
- BGP'nin BGP++ modeli (Zebra açık kaynak temelli)

SSF-NET

- Java ve C++ versiyonları bulunmakta
- “parallel” simulasyon için tasarım
- Paylaşılan bellek, çok işlemci desteği (Shared Memory multiprocessor)
- Dartmouth'da tasarlanmıştı, şu anda UIUC tarafından desteklenmektedir.

OMNeT++

- C++ engine
- Avrupa'da popüler kullanım

ns-2

- Orjinal “tasarım”: Steve McCanne
- TCP/C++ Hibrid
- Açık Kaynak
 - Çok sayıda katkı
 - Yüzlerce model
- Akademik çalışmalarda yaygın kullanım
- Ama yetersizlikleri bulunmakta

ns-3

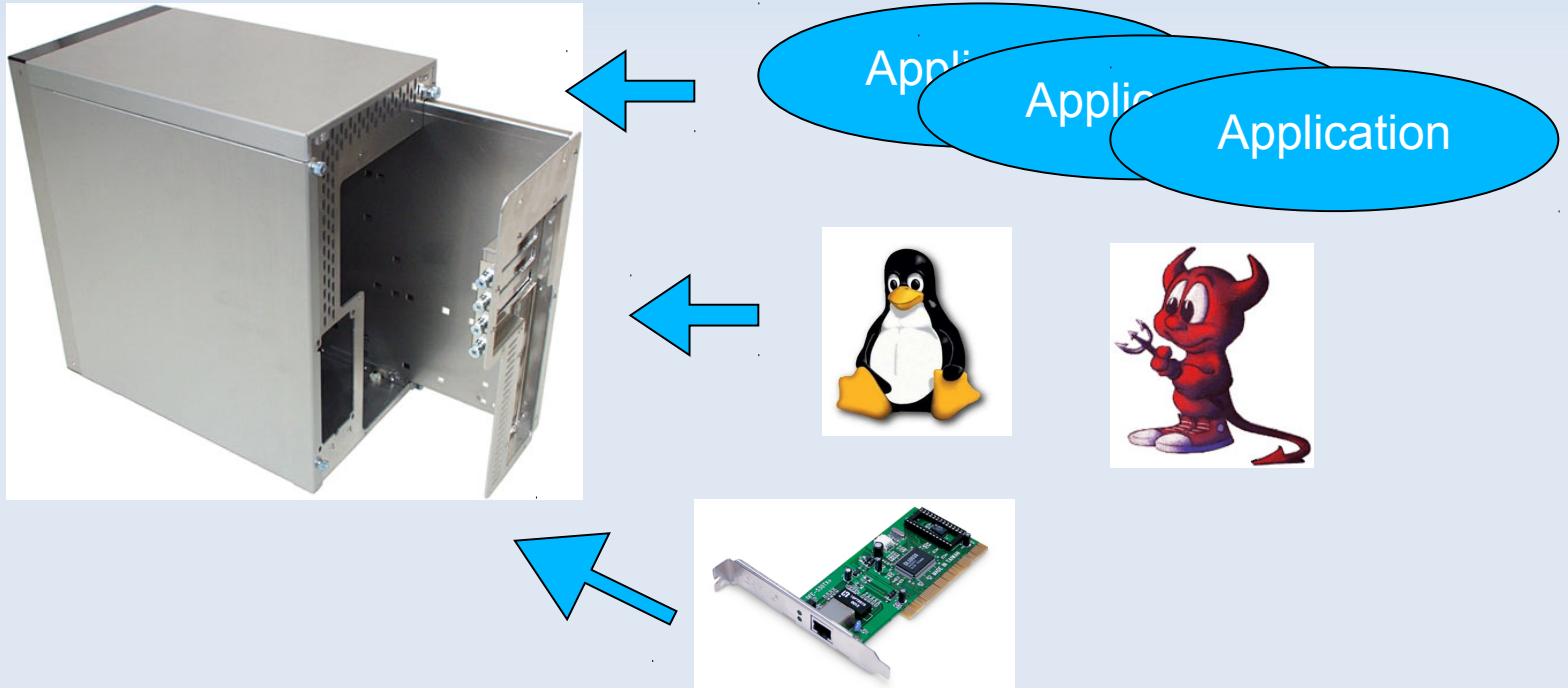
- ns-2 nin devamı değil
- C++ ve Python dilleri ile **nesneye dayalı** olarak yeniden yazılmış hali
- Simülasyon benzer dillerde yazılabilir

ns-3 Artıları

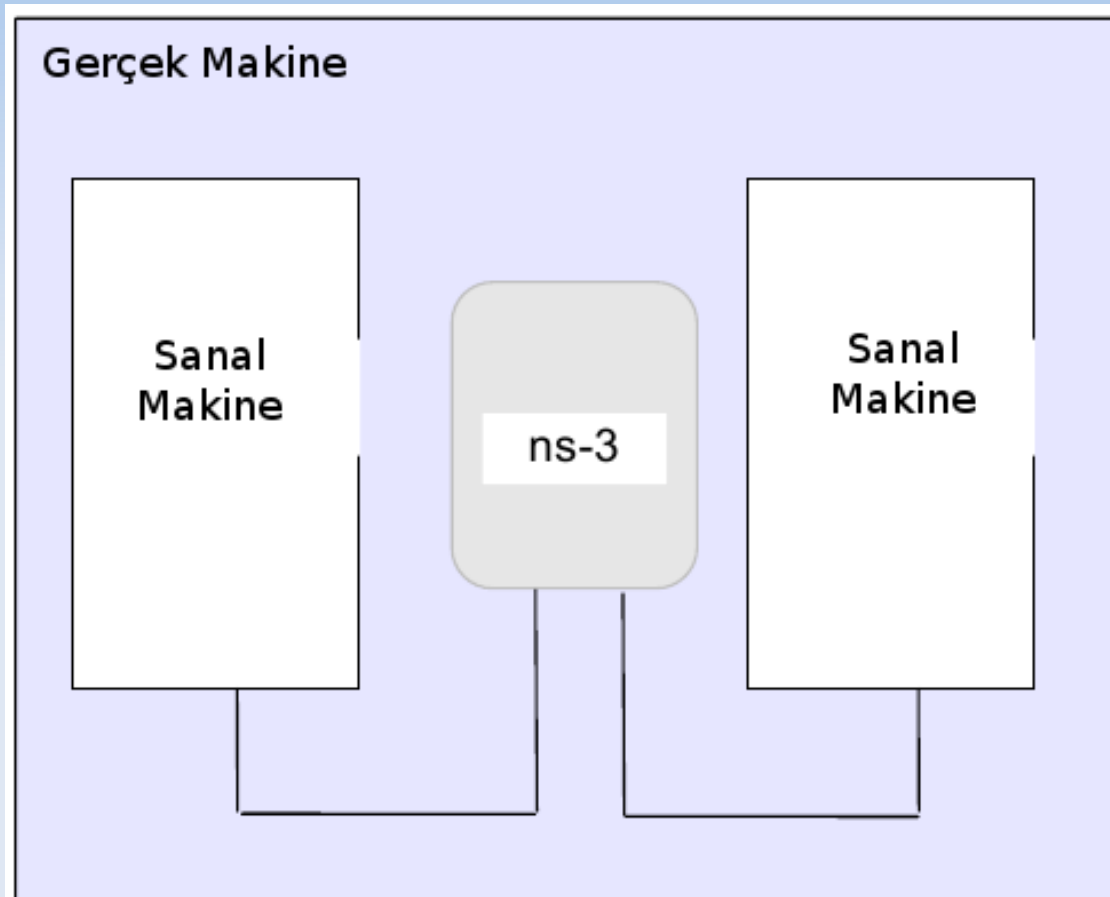
- Emülasyon (öykünüm)
- Sanallaştırma
- Başka yazılımlarla tümleştirme (integration)
- Belgelemesi zengin - <http://www.nsnam.org/>
- Mail grubu aktif
- Esnek/geliştirilebilir

ns-3 düğüm(node) yapısı

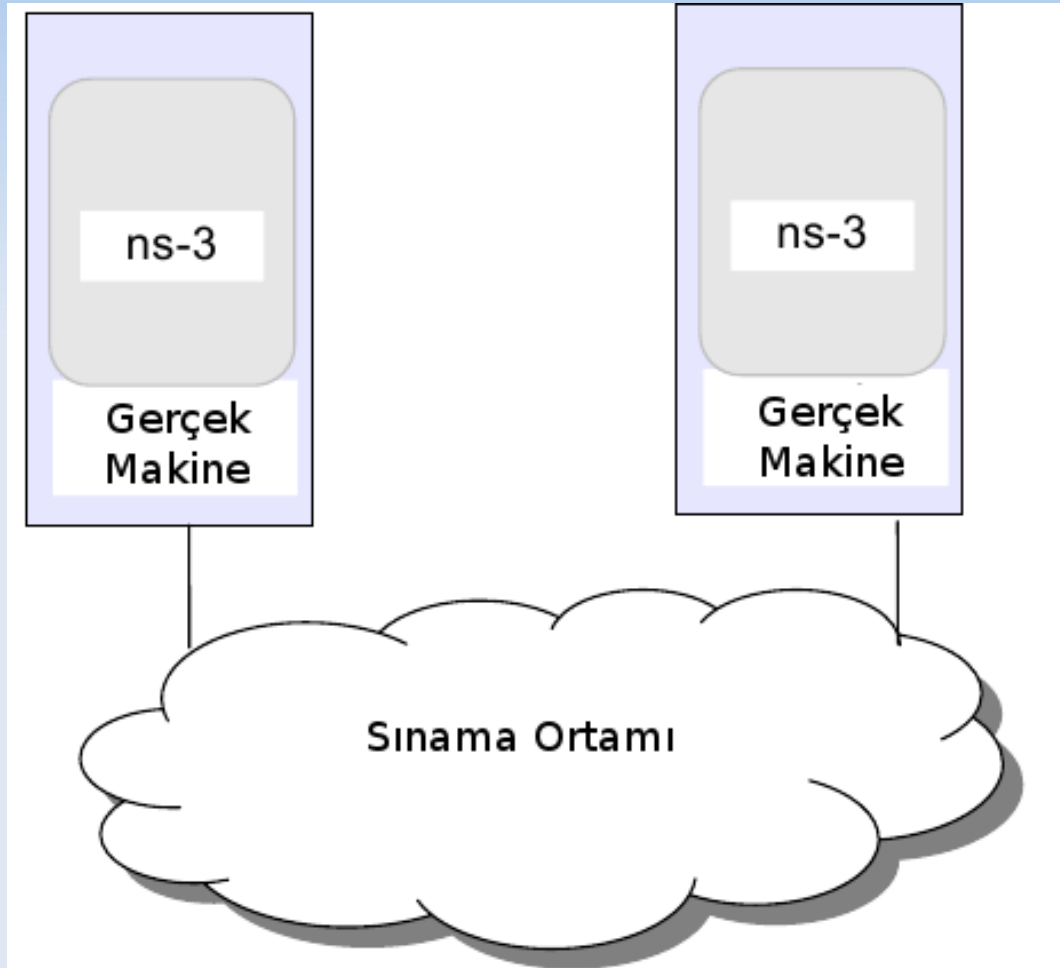
Düğüm; bilgisayarın uygulama, stack ve NIC lerinin eklenebildiği yapısıdır.



Gerçekçiliği Arttırmak



Gerçekçiliği Arttırmak-2



ns-3 Artış eğilimi

C++ kod satır sayısı (wc src/ dizini)

ns-3.4: 110,000

ns-3.8: 250,000

Sürüm indirilme Sayısı:

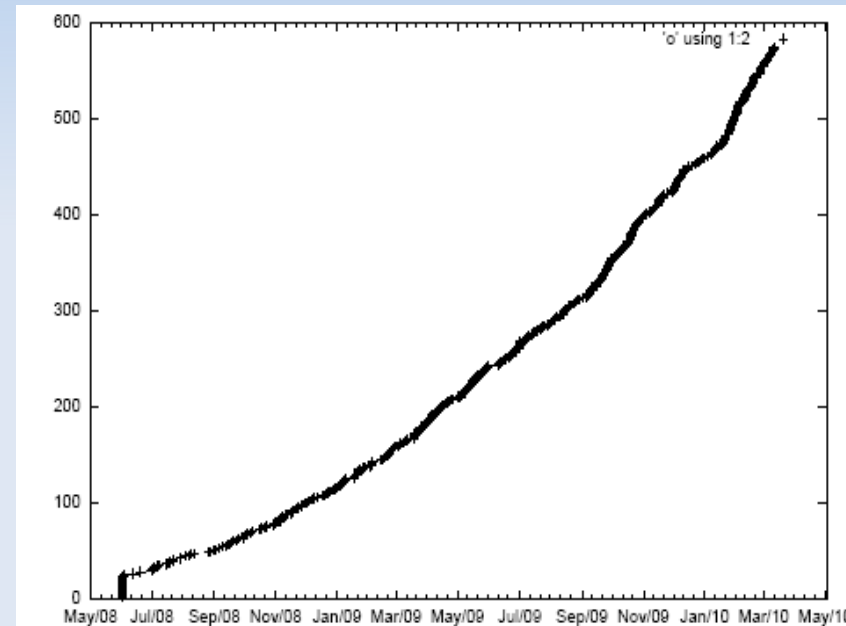
Ocak 2009: 1700

Ocak 2010: 10,300

Yazar

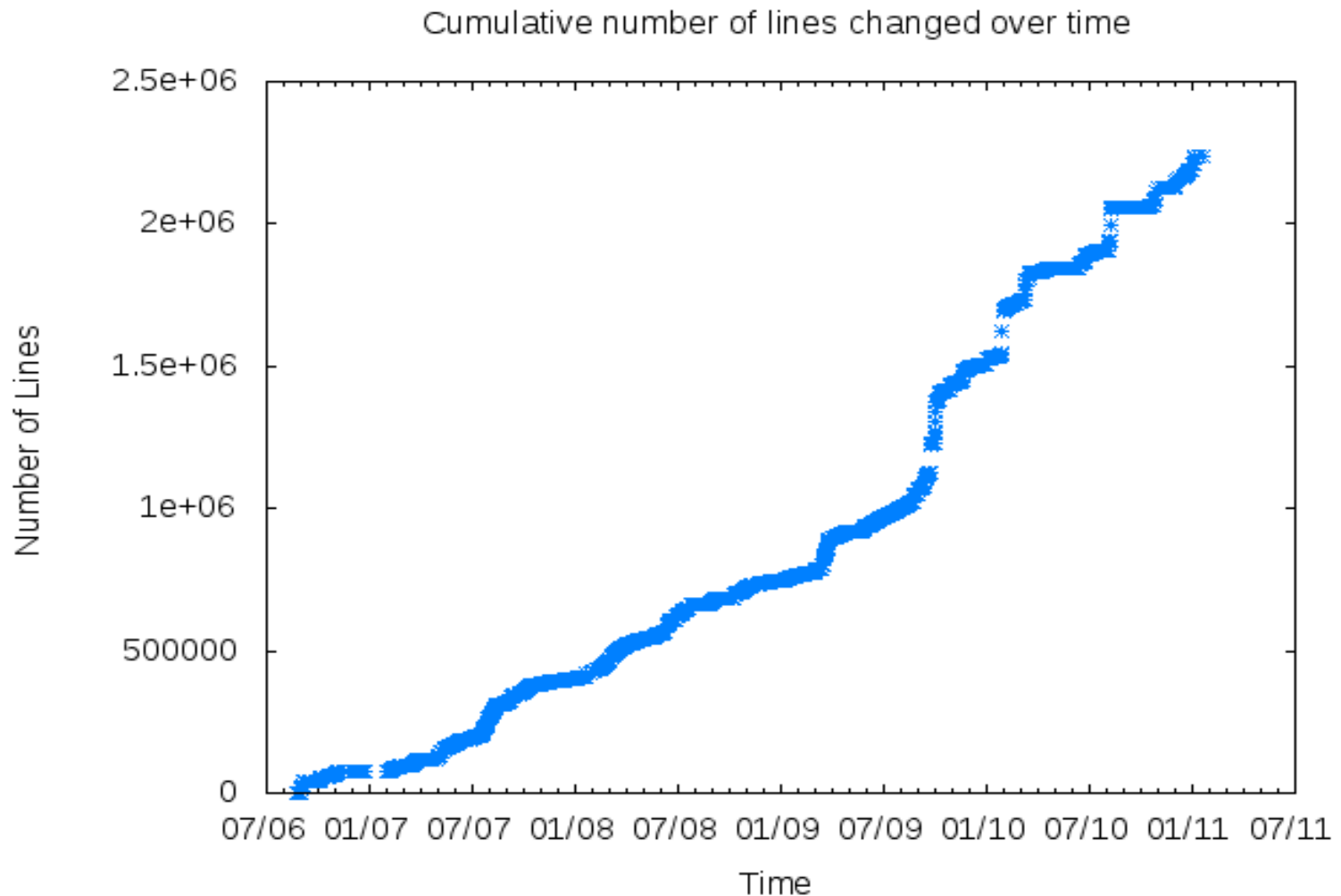
ns-3.4: 27

ns-3.8: 55



ns-3 kullanıcı sayısı

Birikimli Değişen Kod Sayısı



Kurulum

- ns-3 ün ihtiyaç duyduğu yazılımların kurulması
- ns-3.x (şu an ns-3.10) veya ns-3.dev in kurulması
- Ayrıntılı bilgi için:
<http://agguvenligi.blogspot.com/2011/01/ns3-kurulum-ve-kullanm-notlar.html>

Hala dayanabiliyorsanız devam ediyoruz ...



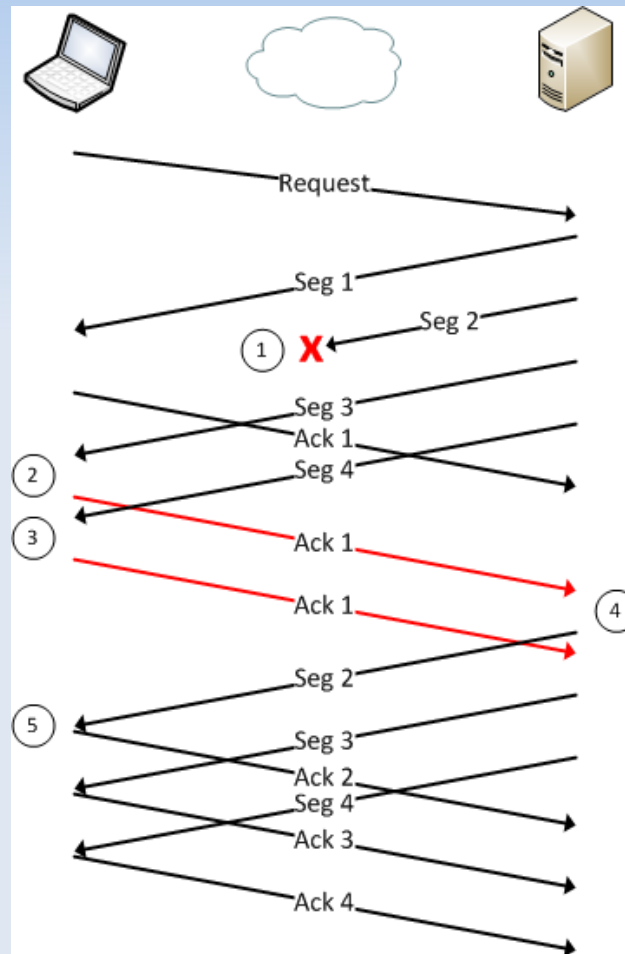
Simulasyon Temelleri

Network Simülasyon Temelleri

-1

- Ayırık Olay Simülasyonu (Discrete Event Simulation)
 - Olay model. Paket iletim, alım, süre ölçer ... vb
 - Gelecek olaylar sıralanmış olarak “*Event List*” içinde tutulur
 - Olayların işlenmesi 0 veya daha fazla yeni olaya yol açar
 - Paket iletimi olayı, bir sonraki hop'da gelecek bir paket alındısı üretir

TCP iletim örneği-1



TCP iletim örneği-2

The image shows a Wireshark packet capture analysis of a TCP ACK frame. The packet list on the left shows Frame 31 (78 bytes on wire, 78 bytes captured). The packet details pane shows the following information:

- Frame 31 (78 bytes on wire, 78 bytes captured)
- Ethernet II, Src: AsustekC_b3:01:84 (00:1d:60:b3:01:84), Dst: Action
- Internet Protocol, Src: 192.168.1.3 (192.168.1.3), Dst: 63.116.243.9
- Transmission Control Protocol, Src Port: 58816 (58816), Dst Port: ht
 - Source port: 58816 (58816)
 - Destination port: http (80)
 - [Stream index: 0]
 - Sequence number: 461 (relative sequence number)
 - Acknowledgement number: 17377 (relative ack number)
 - Header length: 44 bytes
 - Flags: 0x10 (ACK)
 - Window size: 40704 (scaled)
 - Checksum: 0x34b6 [validation disabled]
 - Options: (24 bytes)
 - NOP
 - NOP
 - Timestamps: TSval 1545583, TSecr 2375917095
 - NOP
 - NOP
 - SACK: 18825-20273
 - left edge = 18825 (relative)
 - right edge = 20273 (relative)
 - [SEQ/ACK analysis]

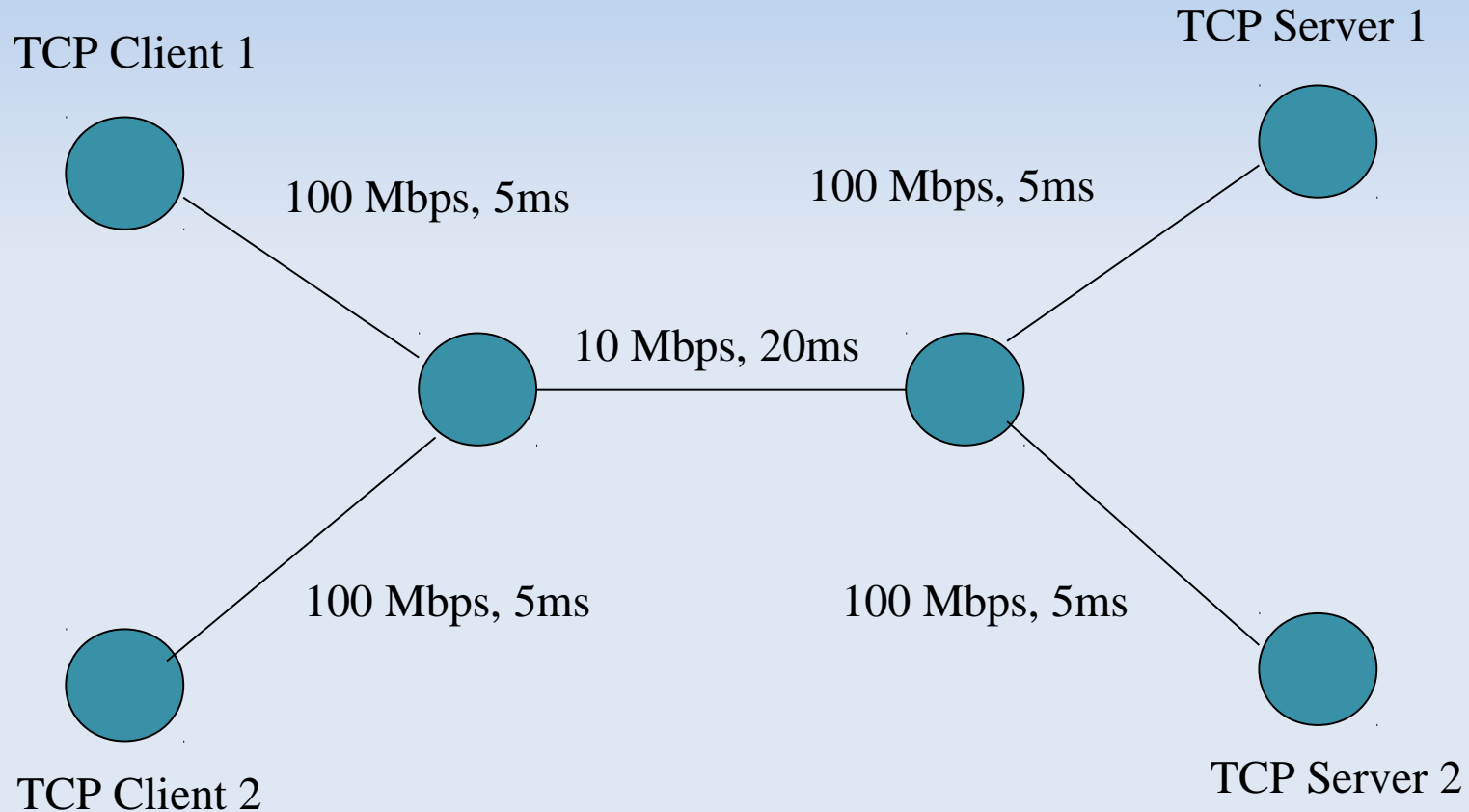
The packet bytes pane shows the raw data of the packet, with the following hex values highlighted in blue:

```
0030 01 3e 34 b6 00 00 01 01 08 0a 00 17 95 6f 8d 9d .>4.....  
0040 9e 27 01 01 05 0a a3 c4 ca 28 a3 c4 cf d0 .'. .... .(
```

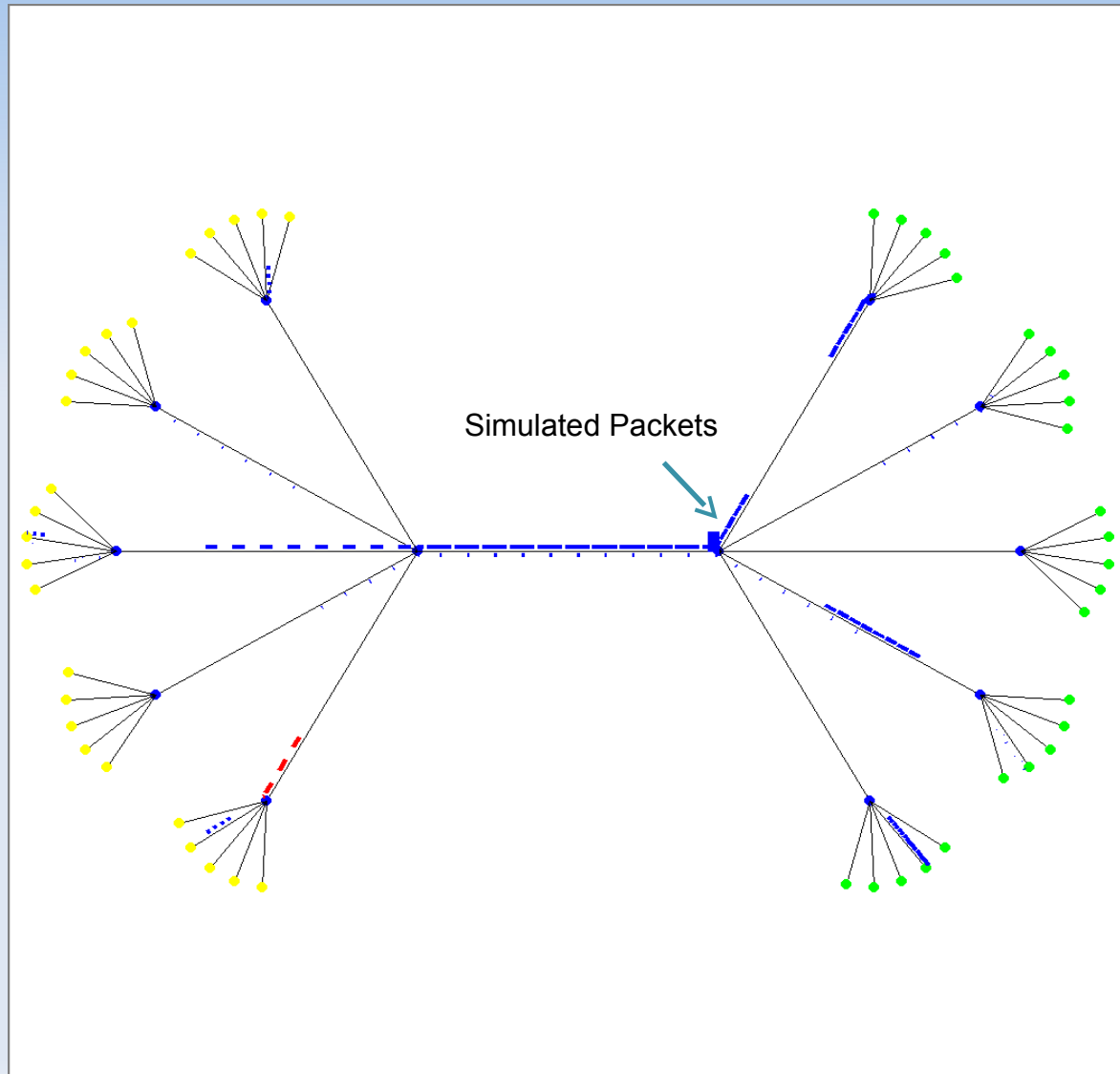
Network Simülasyon Temelleri -2

- Topoloji Yarat
 - Düğüm (Node), bağlantı, Kuyruk, Yönlendirme, vb.
- Ağdaki Veri Akışını Yarat
 - Web, FTP trafiği
 - P2P dosya arama ve indirme
 - vb.
- Simülasyonu çalıştır
- Sonuçları Analiz Et

Network Simülasyon Temelleri -3



Network Olayları



Network Modelleri

Network Düğümleri (Nodes)

Son uçlar (bilgisayar ...vb), Yönlendirici, Hub, NAT

Bir düğüm ne içerir?

Uygulamalar – (Ne kadar detay?)

Simüle edilen ağda veri akışı (arz-talep) yaratılır

Yığın(Bulk) TCP Transferi (yaygın)

TCP/UDP “On-Off” uygulaması

Web içeriğine göz atma (Browsing)

P2P Dosya Transferleri

Duraksız Video Aktarımı (Vide Streaming)

VOIP

Sohbet (Chat)

Network Modelleri (devam)

Protokoller

TCP-UDP-IPV4-IPV6

- Ne kadar detay? Denetim toplamı (Checksum)?
- Soket arayüzü?
 - Bloklayan / Bloklamayan
 - Sonlu/Sonsuz Arabellekler(buffer)

Yönlendirme Protokolleri

- BGP – OSPF – EIGRP – OLSR – DSR – AODV

Çoğa Gönderim (Multicast) Protokolleri

- PIM-SM/DM - DVMRP

Network Modelleri (devam)

Paketler

- Ne kadar ayrıntı?

- Gerçek veri veya doldurma (Dummy)

- Abstract or array of bytes?

Yönlendirme ve Kuyruğa alma

- Output Queues / Input Queues

- Route Lookup Delays

- Fast-Path

- Routing Table Representation

- Queuing methods

- DropTail, Red, Priority

Network Modelleri (devam)

- Network Arayüzleri
 - Kablolu/Kablosuz
 - Layer 2 protokolleri
 - 802.3, 802.11
- Bağlantılar
 - Ethernet (10/100/1000Mb)
 - Her istasyonun fiziksel lokasyonu?
 - Noktadan noktaya (Point-to-Point)
 - Kablosuz (Wireless)
 - Fiziksel seviyede ne kadar detay?
- Mobilite Modelleri
 - Random Waypoint – Random Walk – Specific Waypoint – Swarming

Sonuçları Analiz Etmek

İz dosyası (Trace File)

Her paket alım, iletim, kuyruğa ekleme, silme (drop) kayda alınır.

Bütünleşik İstatistik Toplama

Bağlantı kullanım (Link Utilization), Kuyruk doluluğu (Queue Occupancy), Throughput, Kayıp Oranı (Loss Rate)

Özel İzleme

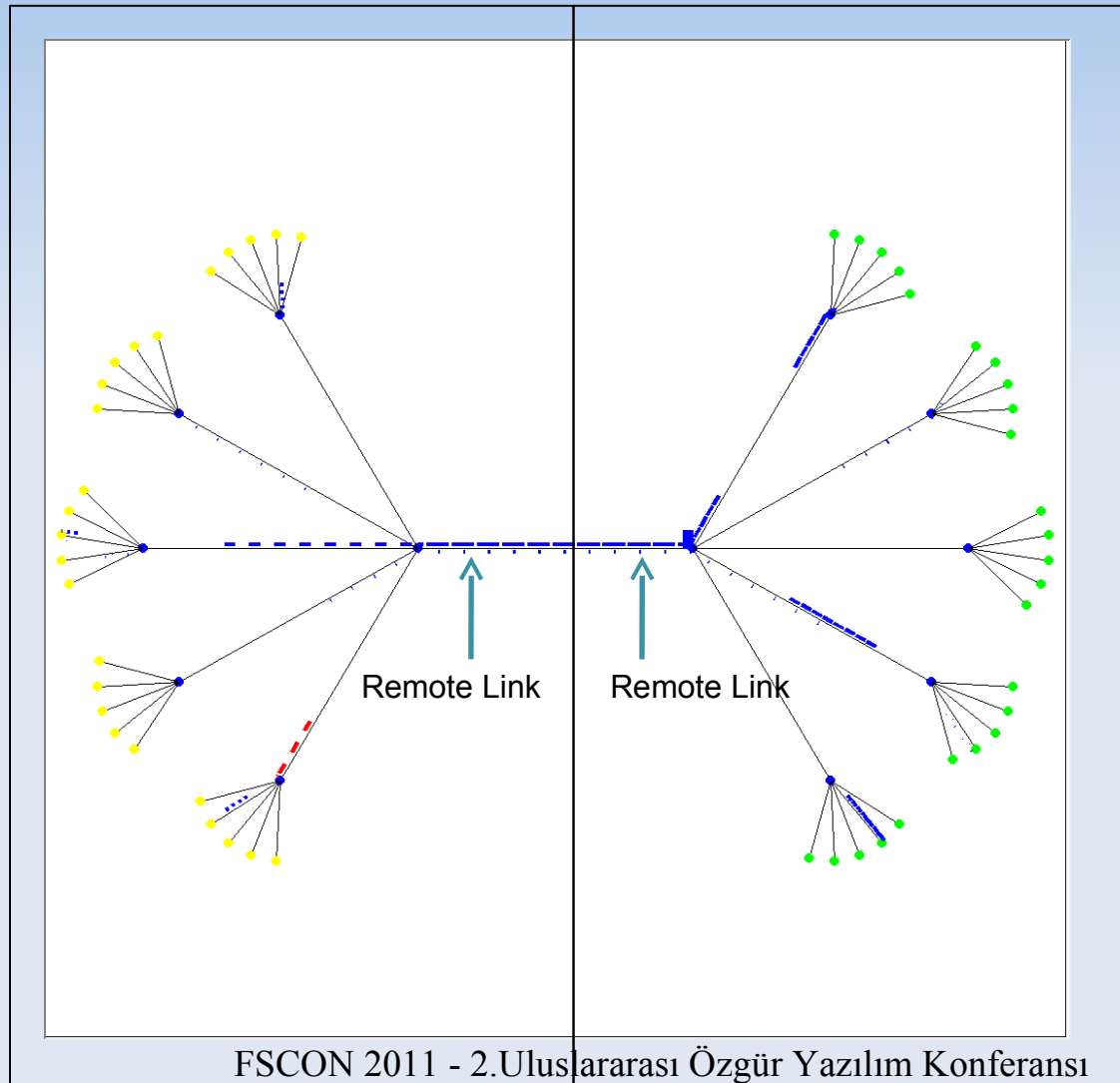
Kullanıcı hangi paket/bağlantı/düğümü(node) izleyeceğini tanımlar

- İz dosyasının büyüklüğünü ve sonraki-analiz zamanını azaltır

Dağıtık Simülasyon

Simulator A

Simulator B



NS-3 Örnek Kod

ns-3 Örnek Kod

- Arasında 5 Mbit bağlantı olan 2 node arasında UDP echo trafiği oluşturan örnek simülasyon

Headers

- `#include "ns3/core-module.h"`
- `#include "ns3/simulator-module.h"`
- `#include "ns3/node-module.h"`
- `#include "ns3/helper-module.h"`
- `using namespace ns3;`

Düğüm (node) yarat

- `int main (int argc, char *argv[]) {`
-
- `Nodecontainer nodes;`
- `nodes.Create (2);`
-

Düğüm Tanımlamaları

- PointToPointHelper pointToPoint;
-
- pointToPoint.SetDeviceAttribute ("DataRate", StringValue("5Mbps"));
- pointToPoint.SetChannelAttribute ("Delay", StringValue("2ms"));
-
- NetDeviceContainer devices;
- devices = pointToPoint.Install (nodes);

Düğüm IP özellikleri

- InternetStackHelper stack;
- stack.Install (nodes);
-
- Ipv4AddressHelper address;
- address.SetBase ("10.1.1.0", "255.255.255.0");
- Ipv4InterfaceContainer interfaces =
address.Assign (devices);
-

Yaratılacak Trafiği Tanımla

- `dpEchoServerHelper echoServer (9);`
- `ApplicationContainer serverApps = echoServer.Install (nodes.Get (1));`
- `serverApps.Start (Seconds (1.0));`
- `serverApps.Stop (Seconds (10.0));`
-
- `UdpEchoClientHelper echoClient (interfaces.GetAddress (1),9);`
- `ApplicationContainer clientApps = echoClient.Install (nodes.Get (0));`
- `clientApps.Start (Seconds (2.0));`
- `clientApps.Stop (Seconds (10.0));`

Simülasyonu Çalıştır

- Simulator::Run ();
- Simulator::Destroy ();
- return 0;
-
-
- }
-

Kaynaklar

Web sitesi:

<http://www.nsnam.org>

Mail listesi:

<http://mailman.isi.edu/mailman/listinfo/ns-developers>

IRC: #ns-3 at freenode.net

Tutorial:

<http://www.nsnam.org/docs/tutorial/tutorial.html>

Kod Sunucusu:

<http://code.nsnam.org>

Wiki:

http://www.nsnam.org/wiki/index.php/Main_Page

Kaynakça

- 2010, George Riley's ACM SpringSim keynote on ns-3

- Dinlediğiniz için teşekkürler.
- Sorularınızı bekliyorum...



- E-mail: enis.karaarslan@mu.edu.tr
- Sunum dosyası:
- [Http://ceng.mu.edu.tr/~karaarslan/sunum/](http://ceng.mu.edu.tr/~karaarslan/sunum/)