BM 402 Bilgisayar Ağları
(Computer Networks)

M.Ali Akcayol
Gazi Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Not: Bu dersin sunumları, ders kitabının yazarları James F. Kurose ve Keith W. Ross tarafından sağlanan sunumlar üzerinde değişiklik yapılarak hazırlanmıştır.

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

2/101

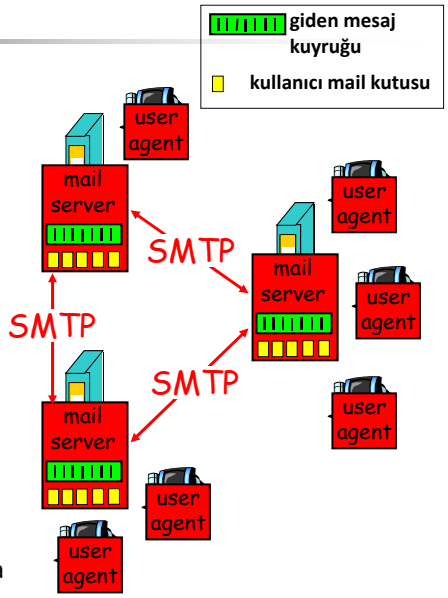
Elektronik posta

Üç ana bileşen vardır:

- user agents (kullanıcı arayüzleri)
- mail server'lar
- simple mail transfer protocol: SMTP

User Agent

- posta okuyucu
- Mesaj oluşturma, düzenleme, okuma
- Eudora, Outlook, elm, Netscape Messenger
- Giden ve gelen mesajlar server'da saklanır

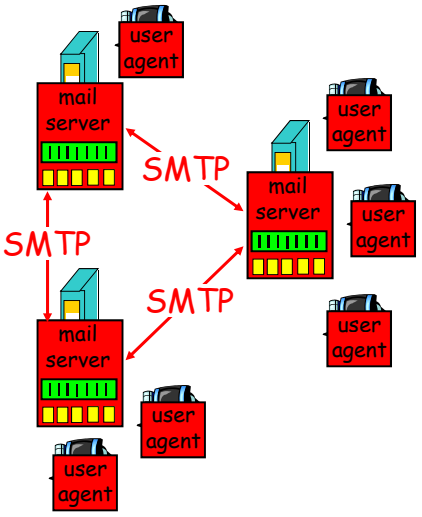


3/101

Elektronik posta: mail server'lar

Mail Server'lar

- mailbox kullanıcı için gelen mesajları saklar
- message queue gönderilen mesajları tutar
- SMTP protocol mail server'lar arasında mesaj göndermek için kullanılır
  - client: gönderen mail sunucu
  - "server": alan mail sunucu



4/101

Ders konuları

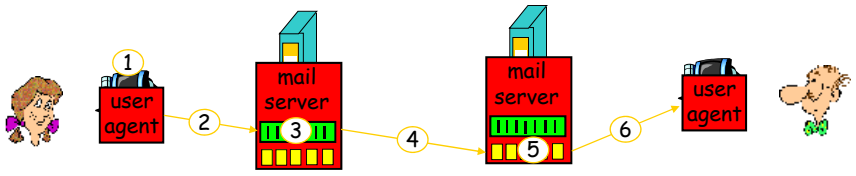
- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

Elektronik posta: SMTP [RFC 2821]

- Client'tan Server'a e-mail mesajını güvenilir göndermek için TCP kullanır, port 25
- direct transfer: gönderen server'dan alan server'a
- Üç aşamalı transfer
  - handshaking
  - mesajların transferi
  - kapatma
- command/response etkileşimi
  - commands: ASCII metin
  - response: durum kodları ve deyimler
- 7-bit ASCII kullanılır

Elektronik posta: posta gönderme

1) A, user agent kullanarak bir mesaj hazırlar `aaa@gazi.edu.tr`
2) A'nın user agent programı mesajı kendi mail sunucusuna gönderir, mesaj kuyruğa atılır
3) SMTP'de client taraftaki mail sunucu bir TCP bağlantısı açar B kullanıcısının mail server'ına
4) SMTP client A'nın mesajını TCP bağlantısı üzerinden gönderir
5) B'nin mail server'ı gelen mesajı B'nin mail kutusuna yerleştirir
6) B kendi user agent programı ile mesajı okur



7/101

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

8/101

SMTP: final words

- SMTP persistent connection kullanır
- SMTP 7-bit ASCII mesaj gerektirir (header & body)
- SMTP server CRLF . CRLF ile mesaj sonunu belirler

HTTP ile karşılaştırma:

- HTTP: pull
- SMTP: push
- İkiside ASCII command/response etkileşimi, durum kodları
- HTTP: her nesne kendi cevap mesajına encapsulateedilir
- SMTP: bir mesajla çok sayıda nesne gönderilir

Ders konuları

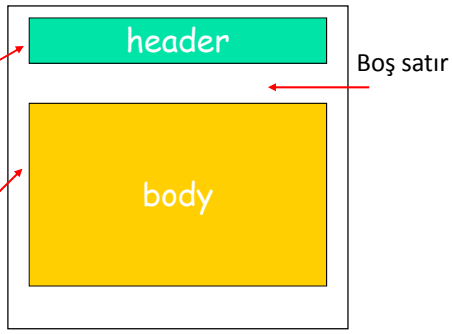
- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

Mail mesaj formatı

SMTP: e-mail mesajlarını gönderen/alan protokol

RFC 822: metin mesaj formatı

- header lines,
  - To:
  - From:
  - Subject:
- body
  - mesaj, ASCII karakterler



Mesaj formatı : multimedia

- MIME: multimedia mail extension, RFC 2045, 2056
- MIME içerik türü mesaj header'da ek satırlarda verilir

MIME versiyon

method used to encode data

multimedia data type, subtype, parameter declaration

encoded data

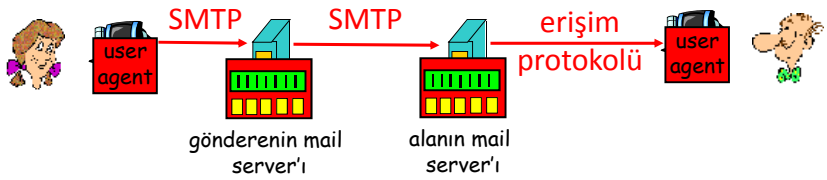
```
From: alice@crepes.fr
To: bob@hamburger.edu
Subject: Picture of yummy crepe.
MIME-Version: 1.0
Content-Transfer-Encoding: base64
Content-Type: image/jpeg

base64 encoded data .....
.........................
......base64 encoded data
```

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

Mail erişim protokolleri



- SMTP: Alıcı sunucuda gönderme ve saklama
- Mail access protocol: sunucudan alma işlemini yapar
  - POP: Post Office Protocol [RFC 1939]
    - authorization (agent <-->server) ve download
  - IMAP: Internet Mail Access Protocol [RFC 1730]
    - daha fazla özellik (daha fazla karmaşık)
    - sunucuda saklanmış mesajlar üzerinde işlem
  - HTTP: Hotmail , Yahoo! Mail, v.b.

POP3 protocol

authorization aşaması

- client komutları:
  - **`user:`** username tanımla
  - **`pass:`** password
- server cevapları
  - **`+OK`**
  - **`-ERR`**

transaction aşaması, client:

- **`list:`** mesaj numaralarını listele
- **`retr:`** numara ile mesaj al
- **`dele:`** delete
- **`quit`**

```
S: +OK POP3 server ready
C: user bob
S: +OK
C: pass hungry
S: +OK user successfully logged on
```

```
C: list
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 1
C: retr 2
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK POP3 server signing off
```

15/101

POP3 ve IMAP

POP3

- Önceki örnek “download ve delete” modlarını göstermektedir.
- Bir kullanıcı client’ı değiştirmişse mesaj okuyamaz

IMAP

- Tüm mesajlar aynı sunucuda tutulur
- Kullanıcıya dizinlerdeki mesajlarını organize etme izni verir
- IMAP kullanıcı durumunu oturum sonuna kadar saklar:
  - Dizin adları ve mesaj ID ile dizin eşleştirme yapar

16/101

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

17/101

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

18/101

DNS: Domain Name System

İnsanlar için: çok sayıda tanımlayıcı vardır:

- TCKimlik, Vergi No, Pasaport No

Internet host'ları, router'lar:

- IP adres (32 bit) – datagram adreslemek için kullanılır
- "ad", örn., www.yahoo.com – insanlar kullanır

IP adresleri ile adlar arasında eşleme gerekmektedir.

Domain Name System:

- *distributed database* bir çok *name servers* ile hiyerarşik olarak oluşturulmuştur.
- *application-layer protocol* host, router, name server'lar adres/ad dönüşümünü yaparak adları elde eder.
  - Internet temel bir fonksiyonu application-layer protokolü ile gerçekleştirilir.
  - Ağ uç birimleri karmaşıktır.

19/101

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

20/101

DNS

DNS servisleri

- Hostname ile IP adres dönüşümü
- Host aliasing (takma isim)
  - Canonical ve alias name
- Mail server aliasing
- Load distribution (yük dağıtımı)
  - Bir isim için birden fazla sunucu farklı IP numaralarıyla çalışır ve sırayla işler dağıtılır

DNS neden merkezi değildir?

- Tek noktadaki hata
- Trafik yoğunluğu
- distant centralized database
- maintenance

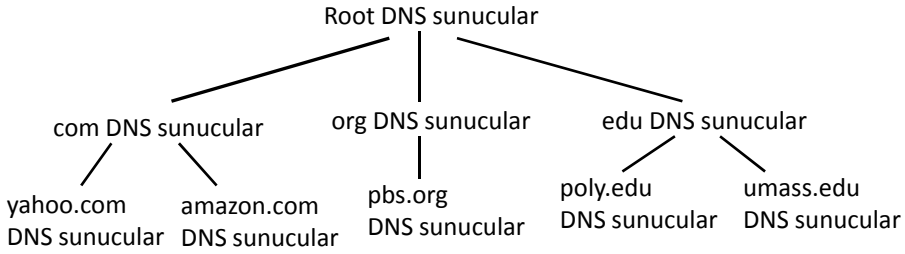
21/101

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

22/101

Dağıtık, Hiyerarşik Veritabanı



Client www.amazon.com için IP adresini istemektedir.

- Client, com DNS server'ı bulmak için a root server'ı sorgular
- Client, amazon.com DNS server için com DNS server'ı sorgular
- Client, www.amazon.com için IP adresi almak için amazon.com DNS server'ı sorgular

23/101

DNS: Root name server'lar

- Çözümlenemeyen isimler için local name server'la iletişim yapılır
- root name server:
  - İsim eşleşmesi bilinmiyorsa bağlantıya geçilir
  - Eşleşme alınır
  - Eşleşme local name server'a gönderilir

dünyada 13 root name server vardır

24/101

TLD ve Authoritative Server'lar

- Top-level domain (TLD) server'lar: com, org, net, edu, v.b ile en üst seviye ülke domainleri uk, fr, ca, jp v.b. den sorumludur.
  - Ağ çözümleri com TLD için sunucu bulundurur
  - Eğitim sunucuları edu TLD bulundurur
- Authoritative DNS server'lar: kurumların DNS server'ları, hostname ile IP eşleşmesi için kullanılır (örn., Web ve mail).
  - Kurum veya ISP tarafından oluşturulur

25/101

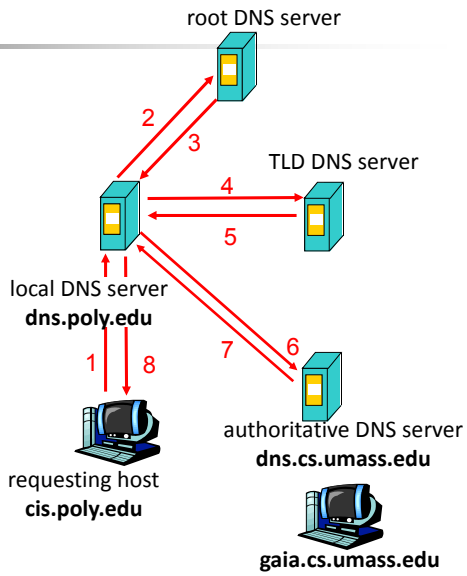
Local Name Server

- Her ISP (şirket, üniversite) bir tane Local Name Server'a sahiptir.
  - "default name server" olarak adlandırılır
- Bir host DNS sorgu yaptığında, sorgu kendi local DNS server'ına gönderilir
  - Proxy olarak çalışır, sorgu hiyerarşide yönlendirilir.

26/101

Örnek

- cis.poly.edu üzerindeki host, gaia.cs.umass.edu için IP adresi istemektedir



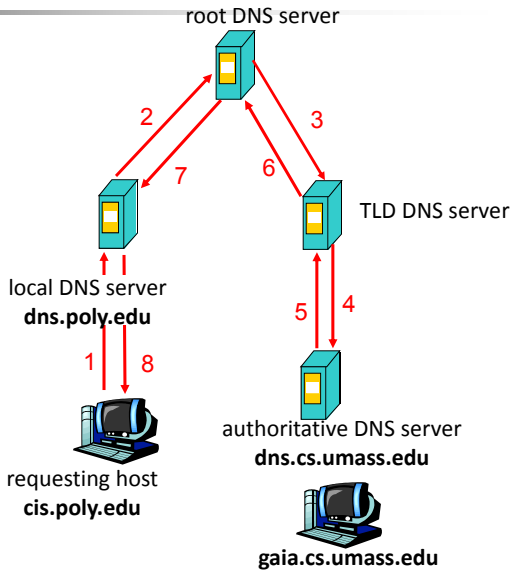
Özyinelemeli (recursive) sorgular

recursive query:

- puts burden of name resolution on contacted name server
- heavy load?

iterated query:

- contacted server replies with name of server to contact
- "I don't know this name, but ask this server"



DNS: kayıtları cache'e yazmak ve update etmek

- name server eşleşmeyi öğrendiğinde, kendi cache'ine aktarır
  - Cache'ten belirli süre sonunda atılır
  - TLD server'lar local name server'larda cache'lenir
    - Böylece root name server'lar sıklıkla ziyaret edilmezler
- update/notify mekanizmaları IETF tarafından tasarlanmaktadır
  - RFC 2136
  - http://www.ietf.org/html.charters/dnsind-charter.html

DNS kayıtları

DNS: distributed db storing resource records (RR)

RR format: **(name, value, type, ttl)**

- Type=A
  - **`name`**, hostname
  - **`value`**, IP adres
  - `(relay1.bar.foo.com, 145.37.93.126, A)`
- Type=NS
  - **`name`**, domain (örn. foo.com)
  - **`value`**, bu domain için authoritative name server'ın IP adresi
  - `(foo.com, dns.foo.com, NS)`
- Type=CNAME
  - **`name`**,"canonical" (the real) isim için takma addır
    `www.ibm.com` gerçekte `servereast.backup2.ibm.com`
  - **`value`**, canonical isimdir
  - `(foo.com, relay1.bar.foo.com, CNAME)`
- Type=MX
  - **`value`**, **`name`** ile ilişkilendirilmiş mailserver'dır
  - `(foo.com, mail.bar.foo.com, MX)`

DNS içine kayıtların eklenmesi

- Örnek: “Network Utopia” oluşturuldu
- Kayıt adı networkuptopia.com olur (registrar’da (örn., Network Solutions))
  - Registrar’lar adları ve IP adresleri ile authoritative name server’a sağlanır
  - Registrar iki RRs kaydını com TLD server’a saklar:

```
(networkutopia.com, dns1.networkutopia.com, NS)
(dns1.networkutopia.com, 212.212.212.1, A)
```

- authoritative server’a www.networkuptopia.com için Type A kayıt ve networkutopia.com için Type MX kayıt eklenir

```
(networkutopia.com, 212,212,212,2, A)
(networkutopia.com, mail.networkutopia.com, MX)
```

31/101

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS’in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

32/101

P2P dosya paylaşımı

Örnek

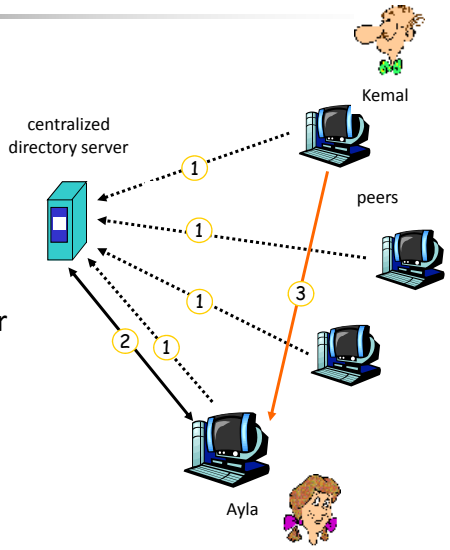
- Ayla P2P client uygulamasını kendi notebook'u üzerinde çalıştırmaktadır
- Internet'e bağlanır; her bağlantı için bir IP adres alınır
- Jale'ye "Merhaba Jale" gönderir
- Uygulama diğer peer'da Merhaba Jale'yi görüntüler.
- Ayla bir peer seçer, Kemal.
- Dosya Kemal'in bilgisayarından Ayla'nın notebook'una aktarılır: HTTP
- Ayla download yaparken, diğer kullanıcılarAyla'dan upload yapabilir.
- Ayla hem Web client hemde Web server olarak çalışır.

Tüm peer'ların server olmasından dolayı yüksek ölçeklenebilirdir

P2P: merkezi dizin

orijinal "Napster" tasarımı

1) Bir peer bağlandığında, merkezi server'ı bilgilendirir:
   - IP adres
   - içerik
2) Ayla istediği sorguyu gönderir
3) Ayla, Kemal'den istediği dosyayı aktarır



P2P: merkezi dizindeki problemler

- Hatanın tek noktada olması
- Performans yoğunluktan etkilenir
- Copyright infringement

file transfer is decentralized, but locating content is highly decentralized

35/101

Query flooding: Gnutella

- Tam dağıtıktır
  - Merkezi server yoktur
- public domain protokol
- Çok sayıda Gnutella client vardır ve protokolü bulundurur

Ağ yapısı : graph

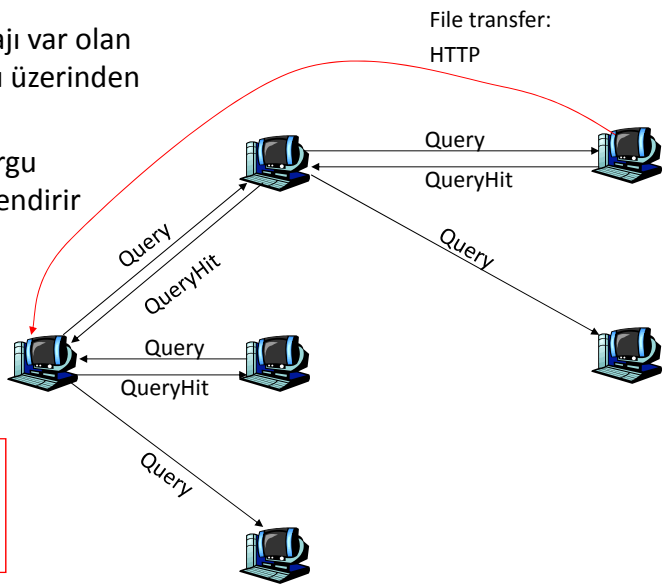
- X ve Y arasında TCP bağlantısı varsa kenar çizilir
- Tüm aktif peer'lar ve kenarlar ağı oluşturur
- Kenar fiziksel bağlantı değildir
- Bir peer genel olarak < 10 komşuya bağlıdır

36/101

Gnutella: protokol

- Sorgu mesajı var olan TCP bağlantısı üzerinden gönderilir
- peer'lar sorgu mesajını yönlendirir
- QueryHit aynı yoldan ters yönden gönderilir

Scalability:
limited scope flooding



37/101

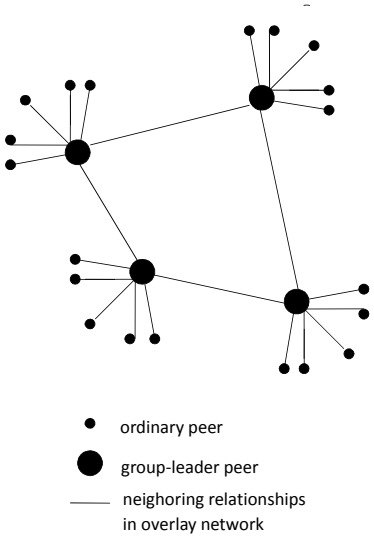
Gnutella: Peer joining

1. peer X Gnutella ağında başka bir peer bulmak zorundadır: aday peer listesini kullanır
2. X, Y ile bağlantı kuruna kadar ardarda TCP bağlantısı yapmaya çalışır
3. X Ping mesajını Y'ye gönderir; Y Ping mesajını yönlendirir.
4. Tüm peer'lar Ping mesajını alır ve Pong mesajını gönderir
5. X çok sayıda Pong mesajını alır. Çok sayıda TCP bağlantısı yapar

38/101

Heterojen yapı: KaZaA

- Her peer bir grup lideridir veya bir grup liderine atanır.
  - Peer'lar arasında TCP bağlantısı
  - Grup liderleri arasında TCP bağlantısı.
- Grup lideri tüm bağlı peer'ların içeriğini izler.



39/101

KaZaA: Querying

- Her dosya bir hash ve bir descriptor bulundurur
- Client sorguyu kendi grup liderine gönderir
- Grup lideri uyan kayıtlarla geri döner:
  - Her uygun kayıt için: metadata, hash, IP adres vardır
- Eğer bir grup lideri sorguyu diğer grup liderlerine yönlendirirse, onlar uyan kayıtları döndürür
- Client download için dosyaları seçer
  - HTTP tanımlayıcı olarak hash'i kullanır ve istenen dosyayı alır

40/101

Kazaa özellikleri

- Eşzamanlı sınırlı upload
- Request kuyruğu
- Incentive önceliklendirme
- Paralel download

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

Soket programlama

Amaç: client/server uygulamaların soket kullanılarak haberleşmesi

Soket API

- 1981 yılında BSD4.1 UNIX ile önerildi
- Uygulamalar tarafından doğrudan oluşturulur, kullanılır ve yayınlanır
- client/server yaklaşımı
- Soket API ile iki tür transport hizmeti:
  - unreliable datagram
  - reliable, byte stream-oriented

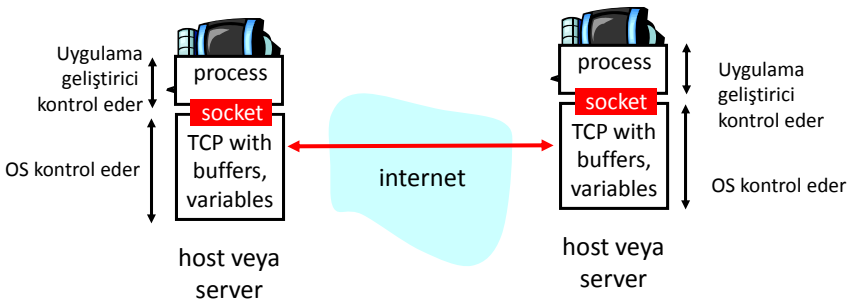
socket

bir *host-local*, *application-created*, *OS-controlled* arayüz (bir "kapı"). Uygulama işlemleri (process) arasında mesaj gönderme ve alma yapılır

TCP kullanarak soket programlama

Soket: uygulama prosesleri ve end-to-end transport protokolü (TCP veya UDP) arasında

TCP servisi: bir prosesten diğerine reliable **byte** transferi



TCP ile soket programlama

Client server'la bağlantı sağlar

- server proses çalışır olmalıdır
- Server, client'ın bağlantısı için bir soket oluşturur

Client contacts server by:

- Client lokal TCP soket oluşturur
- IP adres belirlenir ve port numarası server proses için belirlenir
- client TCP ile server TCP arasında bağlantı oluşturulmuş olur

- Başka bir client server'a bağlanmak isterse,
  - server birden çok client ile bağlantı sağlar
  - Kaynak port numaraları client'ları birbirinden ayırır

application viewpoint

TCP client ile server güvenilir ve sıralı byte transferi sağlayan bir bağlantı sağlar

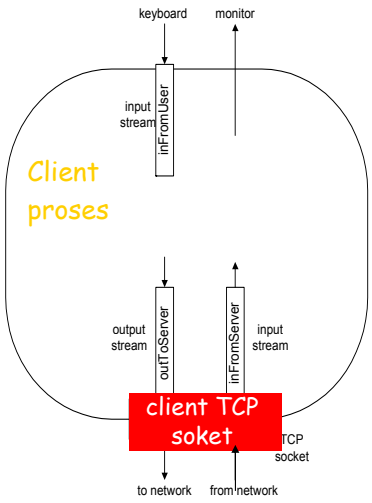
Stream kavramı

- Bir stream bir prosese gelen veya prosesten çıkan karakterler kümesidir
- input stream bir proses için giriş sağlayan kaynaktır, örn., keyboard veya soket.
- output stream bir prosesten çıkış alan kaynaktır, örn., monitor veya soket.

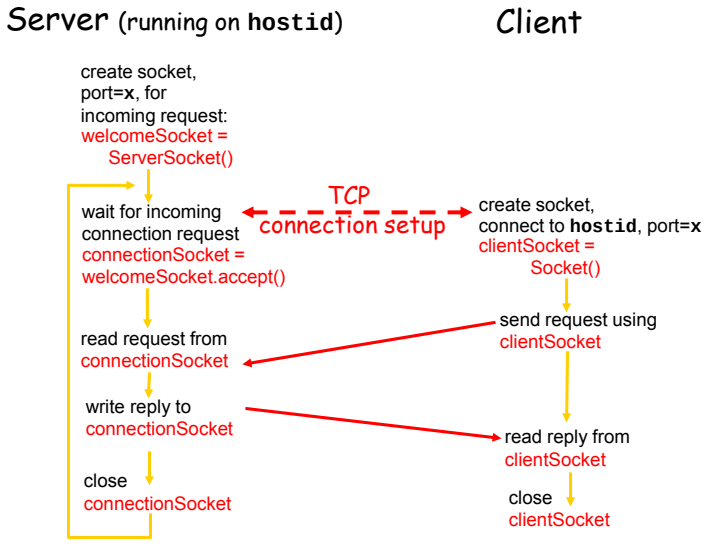
TCP ile soket programlama

Örnek client-server uygulama:

1) client girişten bir satır okur (**`inFromUser`** stream) , bir soket ile sunucuya gönderir (**`outToServer`** stream)
2) server soket ile satırı okur
3) server satırır büyük harfe dönüştürür ve client'a geri gönderir
4) client soket ile okur, yazdırır ve değişiklik yapar (**`inFromServer`** stream)



Client/server soket etkileşimi: TCP



Örnek: Java client (TCP)

```
import java.io.*;
import java.net.*;
class TCPClient {

   public static void main(String argv[]) throws Exception
   {
      String sentence;
      String modifiedSentence;

      BufferedReader inFromUser =
       new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));

      Socket clientSocket = new Socket("hostname", 6789);

      DataOutputStream outToServer =
       new DataOutputStream(clientSocket.getOutputStream());
```

Create input stream

Create client socket, connect to server

Create output stream attached to socket

Örnek: Java client (TCP) - devam

```
                    BufferedReader inFromServer =
                     new BufferedReader(new
                     InputStreamReader(clientSocket.getInputStream()));

                    sentence = inFromUser.readLine();

                    outToServer.writeBytes(sentence + '\n');

                    modifiedSentence = inFromServer.readLine();

                    System.out.println("FROM SERVER: " + modifiedSentence);

                    clientSocket.close();

                  }
                }
```

Create input stream attached to socket

Send line to server

Read line from server

51/101

Örnek: Java server (TCP)

```
import java.io.*;
import java.net.*;
class TCPServer {

  public static void main(String argv[]) throws Exception
   {
     String clientSentence;
     String capitalizedSentence;

     ServerSocket welcomeSocket = new ServerSocket(6789);

     while(true) {

        Socket connectionSocket = welcomeSocket.accept();

       BufferedReader inFromClient =
         new BufferedReader(new

InputStreamReader(connectionSocket.getInputStream()));
```

Create welcoming socket at port 6789

Wait, on welcoming socket for contact by client

Create input stream, attached to socket

52/101

Örnek: Java server (TCP) - devam

Create output stream, attached to socket

```
DataOutputStream  outToClient =
new DataOutputStream(connectionSocket.getOutputStream());
```

Read in line from socket

```
clientSentence = inFromClient.readLine();

capitalizedSentence = clientSentence.toUpperCase() + '\n';
```

Write out line to socket

```
outToClient.writeBytes(capitalizedSentence);
        }
    }
}
```

End of while loop, loop back and wait for another client connection

Ders konuları

- E-Mail
  - SMTP
  - SMTP ve HTTP
  - Mail mesaj formatları
  - Mail erişim protokolleri : POP3, IMAP
  - Web tabanlı e-mail
- DNS
  - DNS hizmetleri
  - DNS'in çalışması
- Peer-to-Peer Uygulamalar
  - P2P dosya dağıtımı
  - Dağıtık hash tabloları
- TCP ile soket programlama
- UDP ile soket programlama

UDP ile soket programlama

UDP: client ve server arasında bağlantı yapılmaz

- Handshake yapılmaz
- Gönderen hedef IP adres ve port numarasını pakete ekler
- server IP adresi ve gönderenin port numarasını algılar

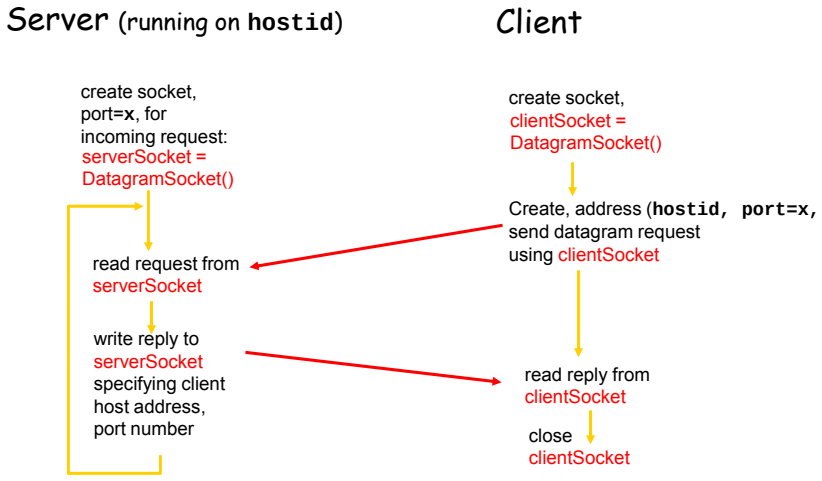
UDP: iletilen data sırasız gidebilir veya kaybolabilir

application viewpoint

UDP, cient ile server arasında byte gruplarının güvenilir olmayan transferini yapar

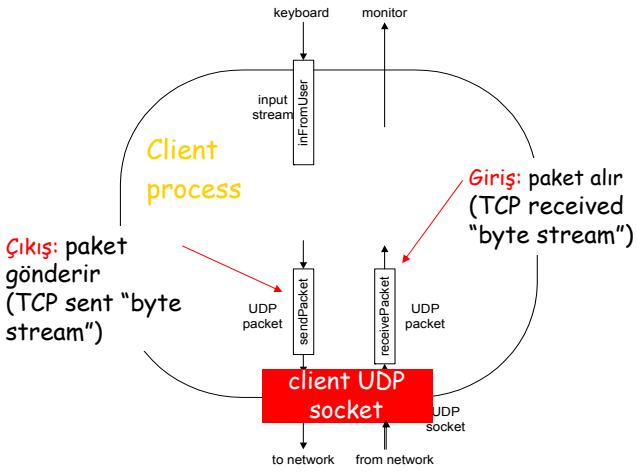
55/101

Client/server soket etkileşimi: UDP



56/101

Örnek: Java client (UDP)



Örnek: Java client (UDP)

```
import java.io.*;
import java.net.*;

class UDPClient {
   public static void main(String args[]) throws Exception
   {
```

Create input stream →
```
      BufferedReader inFromUser =
        new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
```

Create client socket →
```
      DatagramSocket clientSocket = new DatagramSocket();
```

Translate hostname to IP address using DNS →
```
      InetAddress IPAddress = InetAddress.getByName("hostname");

      byte[] sendData = new byte[1024];
      byte[] receiveData = new byte[1024];

      String sentence = inFromUser.readLine();
      sendData = sentence.getBytes();
```

Örnek: Java client (UDP) - devam

Create datagram with data-to-send, length, IP addr, port

Send datagram to server

Read datagram from server

```
DatagramPacket sendPacket =
        new DatagramPacket(sendData, sendData.length,
        IPAddress, 9876);

clientSocket.send(sendPacket);

DatagramPacket receivePacket =
  new DatagramPacket(receiveData, receiveData.length);

clientSocket.receive(receivePacket);

String modifiedSentence =
   new String(receivePacket.getData());

System.out.println("FROM SERVER:" + modifiedSentence);
clientSocket.close();
}
}
```

59/101

Örnek: Java server (UDP)

```
import java.io.*;
import java.net.*;

class UDPServer {
  public static void main(String args[]) throws Exception
   {
```

Create datagram socket at port 9876

```
   DatagramSocket serverSocket = new DatagramSocket(9876);

   byte[] receiveData = new byte[1024];
   byte[] sendData  = new byte[1024];

   while(true)
```

Create space for received datagram

```
    {
```

Receive datagram

```
    DatagramPacket receivePacket =
      new DatagramPacket(receiveData, receiveData.length);
    serverSocket.receive(receivePacket);
```

60/101

Örnek: Java server (UDP) - devam

```
String sentence = new String(receivePacket.getData());

InetAddress IPAddress = receivePacket.getAddress();

int port = receivePacket.getPort();

        String capitalizedSentence = sentence.toUpperCase();

sendData = capitalizedSentence.getBytes();

DatagramPacket sendPacket =
  new DatagramPacket(sendData, sendData.length, IPAddress,
                     port);

serverSocket.send(sendPacket);
    }
  }
}
```

Get IP addr port #, of sender

Create datagram to send to client

Write out datagram to socket

End of while loop, loop back and wait for another datagram

61/101