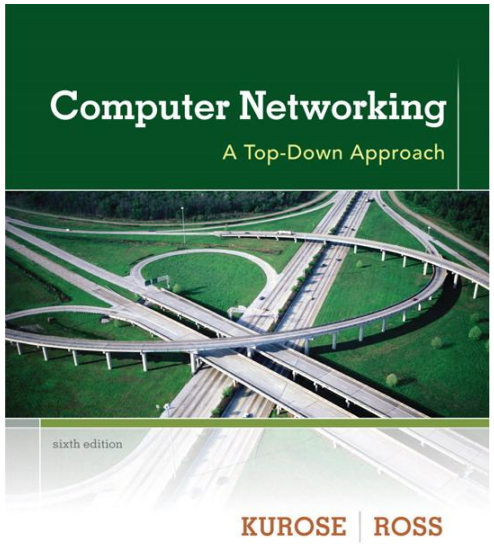
Chương 2
Lớp ứng dụng (Application layer)



A note on the use of these ppt slides:

We're making these slides freely available to all (faculty, students, readers). They're in PowerPoint form so you see the animations; and can add, modify, and delete slides (including this one) and slide content to suit your needs. They obviously represent a *lot* of work on our part. In return for use, we only ask the following:

- If you use these slides (e.g., in a class) that you mention their source (after all, we'd like people to use our book!)
- If you post any slides on a www site, that you note that they are adapted from (or perhaps identical to) our slides, and note our copyright of this material.

Thanks and enjoy! JFK/KWR

Computer Networking: A Top Down Approach

6th edition
Jim Kurose, Keith Ross
Addison-Wesley
March 2012

Chương 2: Nội dung

2.1 Các nguyên lý của các ứng dụng mạng

2.2 Web và HTTP

2.3 FTP

2.4 Thư điện tử

- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS

2.6 Các ứng dụng P2P

2.7 Lập trình socket với UDP và TCP

Chương 2: lớp Ứng dụng (application layer)

Mục tiêu:

- Khái niệm, các phương diện áp dụng của các giao thức ứng dụng mạng
  - Các mô hình dịch vụ tầng transcổng
  - Mô hình máy khách-máy chủ
  - Mô hình peer-to-peer
- Tìm hiểu về các giao thức thông qua việc xem xét các giao thức phổ biến của lớp ứng dụng
  - HTTP
  - FTP
  - SMTP / POP3 / IMAP
  - DNS
- Lập trình ứng dụng mạng
  - Socket API

Các thuật ngữ

- Client
- Server
- Application
- Process
- Socket
- Message
- Request
- Response
- Rules
- Cookies
- Web cache

Các từ viết tắt

- P2P: peer-to-peer
- TCP: Transmission Control Protocol
- UDP: User Datagram Protocol
- SSL: Secure Sockets Layer
- HTTP: HyperText Transfer Protocol
- HTML: HyperText Markup Language
- URL: Uniform Resource Locator
- RTT: Round-trip time

Một số ứng dụng mạng

- Thư điện tử
- Web
- Nhắn tin
- Đăng nhập từ xa
- Chia sẻ tập tin P2P
- Trò chơi trực tuyến với nhiều người cùng tham gia
- Truyền hình trực tuyến (streaming stored video – Vd: YouTube, Hulu, Netflix)
- Đàm thoại trên mạng IP (Vd: Skype)
- Hội thảo video thời gian thực
- Mạng xã hội
- Tìm kiếm
- …
- …

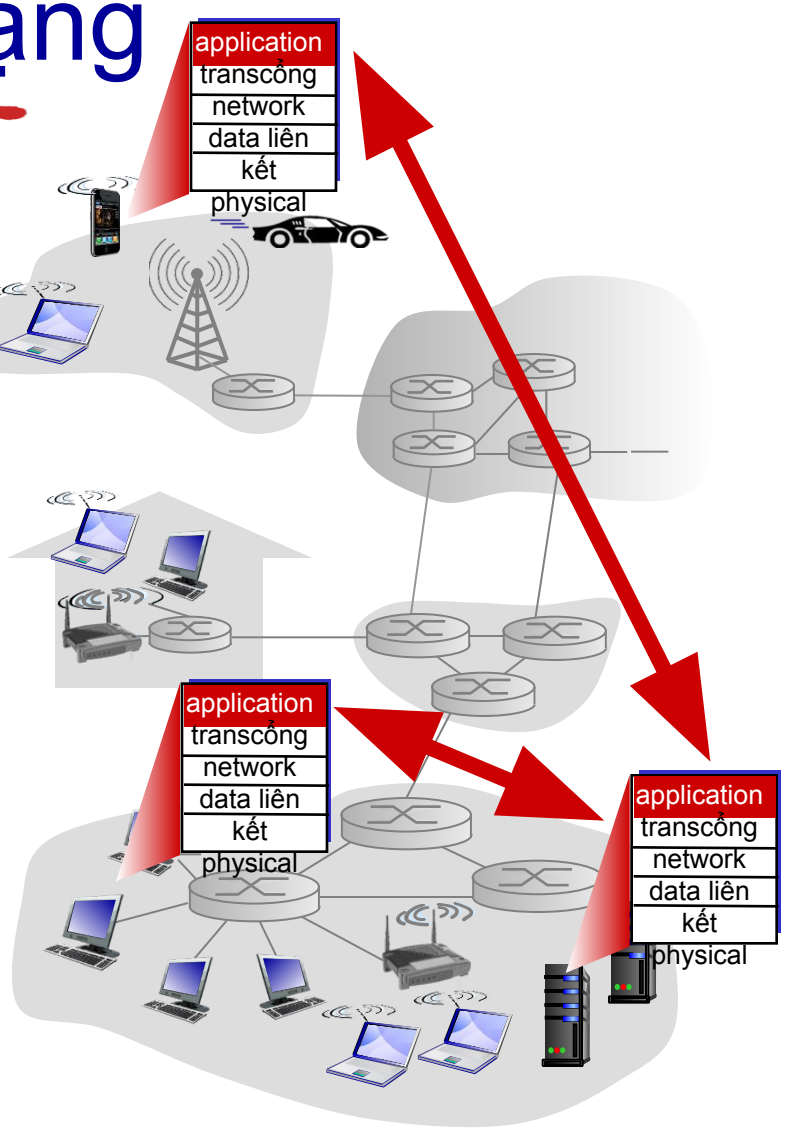
Tạo một ứng dụng mạng

Viết chương trình để:

- Chạy trên các hệ thống đầu cuối (khác nhau)
- Liên lạc qua mạng
- Ví du: phần mềm web máy chủ giao tiếp với trình duyệt

Không cần viết phần mềm cho các thiết bị trong lõi của mạng

- Các thiết bị trong lõi mạng không chạy các ứng dụng của người dùng
- Các ứng dụng trên các hệ thống đầu cuối cho phép phát triển ứng dụng và quảng bá nhanh chóng

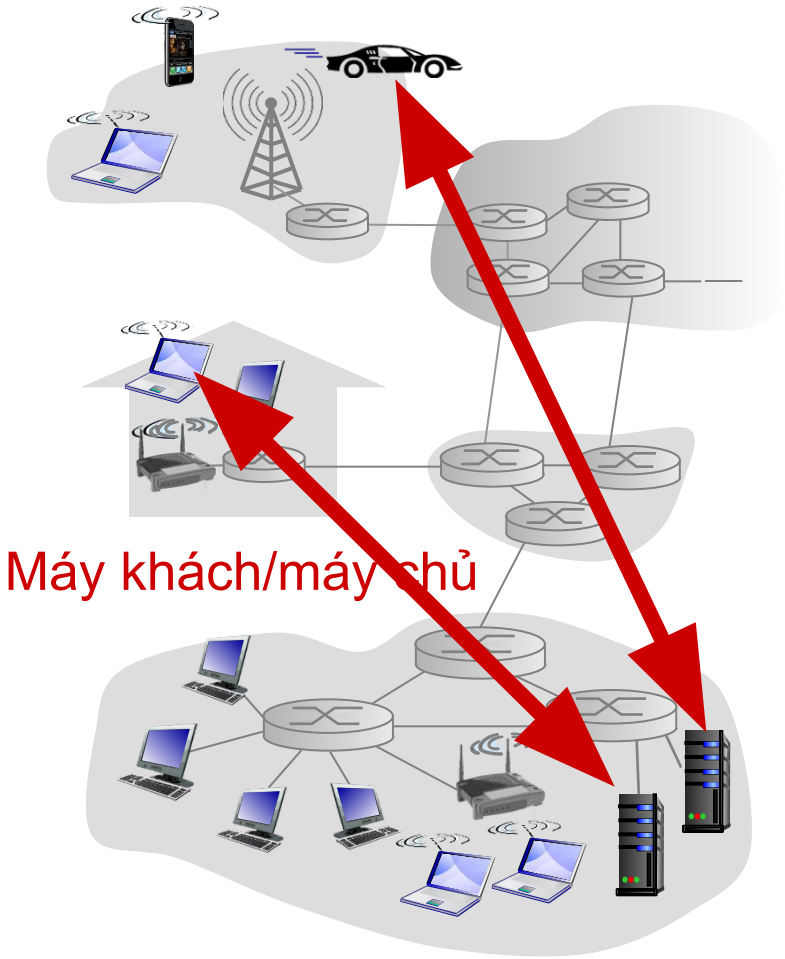


Các kiến trúc ứng dụng

Kiến trúc phù hợp của các ứng dụng:

- Khách-chủ (client-server)
- Mạng ngang hàng (peer-to-peer (P2P))
- hybrid architecture (client - server + P2P)

Kiến trúc máy khách-máy chủ



Máy chủ (server):

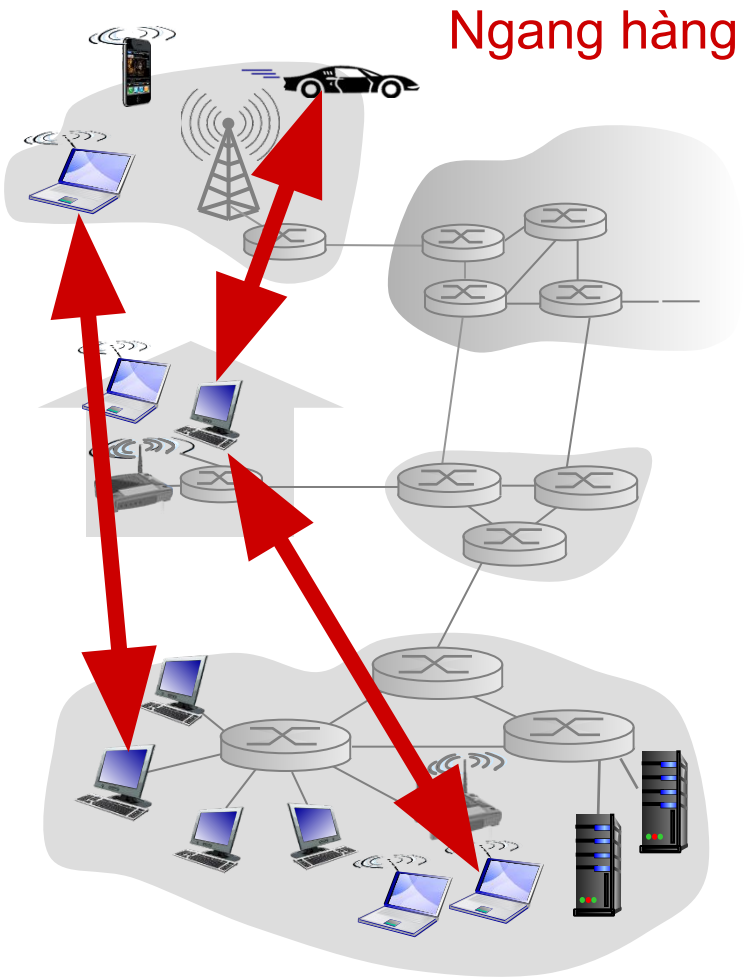
- Máy luôn luôn hoạt động
- Địa chỉ IP cố định
- Tổ chức thành các trung tâm dữ liệu để mở rộng quy mô

Máy khách (client):

- Giao tiếp với máy chủ
- Có thể kết nối không liên tục
- Có thể thay đổi địa chỉ IP
- Không giao tiếp trực tiếp với các máy khách khác

Kiến trúc P2P (ngang hàng)

- *Không có* máy chủ
- Các hệ thống đầu cuối bất kỳ (peer) truyền thông trực tiếp với nhau
- Các peer yêu cầu dịch vụ từ các bên khác và cung cấp dịch vụ ngược lại cho các bên khác
  - *Có khả năng tự mở rộng* – các peer mới cung cấp thêm dịch vụ mới, cũng như có thêm nhu cầu mới về dịch vụ
- Các peer được kết nối không liên tục và có thể thay đổi địa chỉ IP
  - Quản lý phức tạp



Các tiến trình liên lạc

Tiến trình (process): chương trình đang chạy trong một máy

- Trong cùng một máy, hai tiến trình giao tiếp với nhau bằng cách sử dụng cơ chế truyền thông liên tiến trình (inter-process communication) (được định nghĩa bởi hệ điều hành)
- Các tiến trình trong các hệ thống đầu cuối khác nhau truyền thông với nhau bằng cách trao đổi các thông điệp (message)

Máy khách, máy chủ

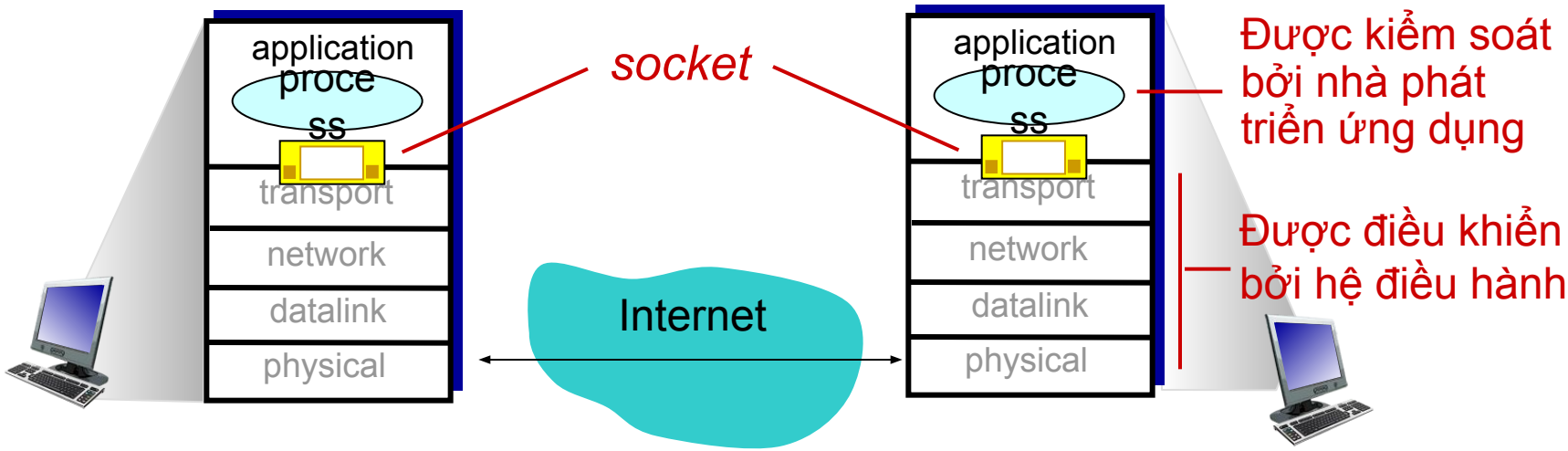
Tiến trình máy khách: tiến trình khởi tạo liên lạc

Tiến trình máy chủ: tiến trình chờ đợi để được liên lạc

- Chú ý: các ứng dụng trong kiến trúc P2P có cả các tiến trình máy khách và máy chủ

Sockets

- Tiến trình gửi/nhận thông điệp đến/ từ socket của nó
- Socket tương tự như cửa ra vào
  - Tiến trình gửi đẩy thông điệp ra khỏi cửa
  - Tiến trình gửi dựa trên hạ tầng vận chuyển bên kia của cánh cửa để phân phối thông điệp đến socket tại tiến trình nhận



Xác định tiến trình

- Để nhận thông điệp, tiến trình phải có *định danh*
- Thiết bị hệ thống đầu cuối có địa chỉ IP 32-bit duy nhất
- *Q:* địa chỉ IP của hệ thống đầu cuối mà trên tiến trình đang chạy trên đó có đủ để xác định tiến trình đó hay không?
  - *A:* không, có nhiều tiến trình có thể đang được chạy trên cùng một hệ thống đầu cuối
- *Định danh (identifier)* bao gồm cả địa chỉ IP và số cổng (port number) được liên kết với tiến trình trên hệ thống đầu cuối.
- Ví dụ về số cổng:
  - Máy chủ Web: 80
  - Máy chủ thư điện tử: 25
- Để gởi thông điệp HTTP đến Web máy chủ gaia.cs.umass.edu :
  - Địa chỉ IP : 128.119.245.12
  - Số cổng: 80
- Còn nữa…

Giao thức lớp Ứng dụng: định nghĩa

- Các loại thông điệp được trao đổi
  - e.g., yêu cầu (request), đáp ứng (response)
- Cú pháp thông điệp:
  - Các trường trong thông điệp và cách mà các trường được định nghĩa
- Ngữ nghĩa của thông điệp
  - Ý nghĩa của thông tin trong các trường
- Các quy tắc (rules) khi nào và cách mà các tiến trình gởi và đáp ứng các thông điệp

Các giao thức mở:

- Được định nghĩa trong RFCs
- Cung cấp khả năng tương tác cho các ứng dụng thuộc các nhà phát triển khác nhau
- Vd: HTTP, SMTP

Các giao thức độc quyền:

- Vd: Skype

Dịch vụ vận chuyển nào mà ứng dụng cần?

Toàn vẹn dữ liệu (data integrity)

- Một số ứng dụng (ví dụ truyền tập tin, web…) yêu cầu độ tin cậy 100% khi truyền dữ liệu
- Các ứng dụng khác (ví dụ audio) có thể chịu được một số mất mát.

Định thì (timing)

- Một số ứng dụng (ví dụ, thoại Internet, game tương tác) yêu cầu độ trễ thấp để đạt được "hiệu quả" thực thi

Thông lượng (throughput)

- Một số ứng dụng (vd: đa phương tiện) yêu cầu thông lượng tối thiểu để đạt được "hiệu quả" thực thi
- Các ứng dụng khác ("ứng dụng mềm dẻo") có thể dùng bất kỳ thông lượng nào cũng được

An ninh

- Mã hóa, toàn vẹn dữ liệu, …

Các yêu cầu dịch vụ vận chuyển: các ứng dụng phổ biến

Ứng dụng	Mất dữ liệu	Thông lượng	Độ nhạy thời gian
Truyền tập tin	Không	Mềm dẻo	Không
Thư điện tử	Không	Mềm dẻo	Không
Web documents	Không	Mềm dẻo	Không
Audio/video theo thời gian thực	Chịu lỗi	Audio: 5kbps-1Mbps Video:10kbps-5Mbps	Có, 100's msec
Audio/video đã lưu	Chịu lỗi	Như trên	Có, vài giây
Game tương tác	Chịu lỗi	Trên một vài kbps	Có, 100's msec
Nhắn tin	Không	Mềm dẻo	Có và không

Các dịch vụ thuộc giao thức vận chuyển trên Internet

Dịch vụ TCP:

- *Truyền tải có đảm bảo (reliable transport)* giữa tiến trình gửi và nhận
- *Điều khiển luồng thông tin (flow control):* bên gửi sẽ không gửi vượt khả năng bên nhận
- *Điều khiển tắc nghẽn (congestion control):* điều tiết bên gửi khi mạng quá tải
- *Không hỗ trợ:* định thì, bảo đảm thông lượng tối thiểu, bảo mật
- *Hướng kết nối (connection-oriented):* yêu cầu thiết lập kết nối giữa tiến trình máy khách và máy chủ trước khi truyền

Dịch vụ UDP:

- *Truyền dữ liệu không đảm bảo (unreliable data transfer)* giữa tiến trình gửi và nhận
- *Không hỗ trợ:* độ tin cậy, điều khiển luồng, điều khiển tắc nghẽn, định thì, bảo đảm thông lượng, bảo mật, và thiết lập kết nối.

Q: Tại sao phải quan tâm? Tại sao có UDP?

Ứng dụng Internet: Các giao thức lớp ứng dụng

Ứng dụng	Giao thức lớp Ứng dụng	Giao thức dưới lớp Vận chuyển
Thư điện tử	SMTP [RFC 2821]	TCP
Remote terminal access	Telnet [RFC 854]	TCP
Web	HTTP [RFC 2616]	TCP
Truyền tập tin	FTP [RFC 959]	TCP
Streaming multimedia	HTTP (e.g., YouTube), RTP [RFC 1889]	TCP or UDP
Thoại Internet	SIP, RTP, độc quyền (e.g., Skype)	TCP or UDP

Bảo mật TCP

TCP & UDP

- Không mã hóa
- Mật mã chưa mã hóa được gởi đến socket để đi qua Internet trong dạng nguyên bản

SSL

- Hỗ trợ kết nối TCP được mã hóa
- Toàn vẹn dữ liệu
- Chứng thực đầu cuối

SSL là giao thức ở lớp ứng dụng

- Các ứng dụng dùng thư viện SSL, thông qua đó để "nói chuyên" với TCP

SSL socket API

- Mật mã dạng không mã hóa được gởi vào trong socket và chuyển đi qua Internet ở dạng mã hóa
- Xem chương 7

Chương 2: Nội dung

2.1 Các nguyên lý của các ứng dụng mạng

2.2 Web và HTTP

2.3 FTP

2.4 Thư điện tử

- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS

2.6 Các ứng dụng P2P

2.7 Lập trình socket với UDP và TCP

Web và HTTP

Ôn lại…

- *Trang web* bao gồm các đối tượng (*objects)*
- Đối tượng có thể là tập tin HTML, hình ảnh JPEG, Java applet, tập tin audio,…
- Web page bao gồm tập tin HTML bao gồm một số đối tượng được tham chiếu
- Mỗi đối tượng có thể được xác định bởi một *URL,* ví dụ

www.someschool.edu/someDept/pic.gif

Tên máy | Đường dẫn

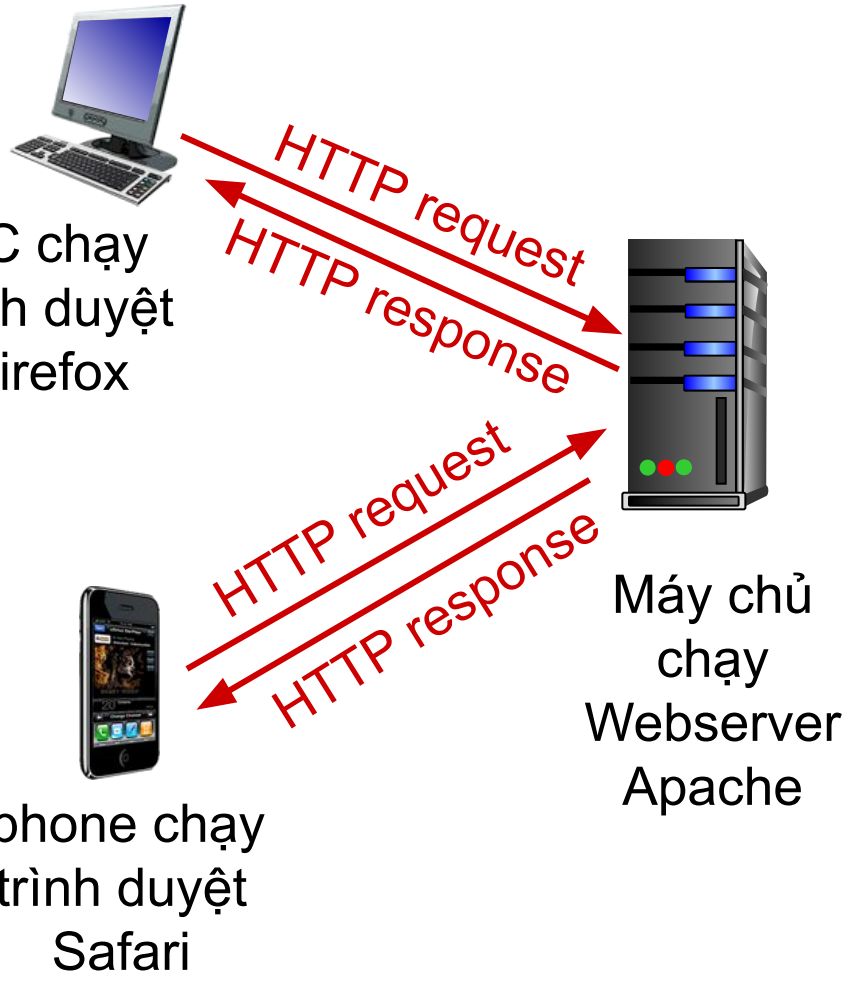
Tổng quan HTTP

HTTP: hypertext transfer protocol

- Giao thức lớp ứng dụng của Web

❖Mô hình client/server

- *Client:* trình duyệt gửi yêu cầu, nhận phản hồi (dùng giao thức HTTP) và "hiển thị" các đối tượng Web
- *Server:* Web máy chủ gửi (dùng giao thức HTTP) các đối tượng để trả lời yêu cầu



Tổng quan HTTP (tt)

Dùng TCP:

- Máy khách khởi tạo kết nối TCP (tạo socket) đến cổng 80 của máy chủ
- Máy chủ chấp nhận kết nối TCP từ máy khách
- Các thông điệp HTTP (thông điệp thuộc giao thức lớp ứng dụng) được trao đổi giữa trình duyệt (HTTP client) và máy chủ web (HTTP server)
- Kết nối TCP được đóng

HTTP "không lưu trạng thái"

- Máy chủ không duy trì thông tin về các yêu cầu trước đó của máy khách

Ngoài lề

Các giao thức nào duy trì "trạng thái" thì phức tạp!

- Lịch sử trước đó (trạng thái) phải được duy trì
- Nếu máy chủ/máy khách bị sự cố, cách nhìn về "trạng thái" của nó có thể bị mâu thuẫn, phải được điều chỉnh

Các kết nối HTTP

HTTP không bền vững

- Chỉ tối đa một đối tượng được gởi qua kết nối TCP
  - Kết nối sau đó sẽ bị đóng
- Tải nhiều đối tượng yêu cầu nhiều kết nối

HTTP bền vững

- Nhiều đối tượng có thể được gởi qua một kết nối TCP giữa máy khách và máy chủ

HTTP không bền vững

Giả sử người dùng vào URL như sau:
www.someSchool.edu/someDepartment/home.index

(chứa text, tham chiếu đến 10 hình jpeg)

1a. HTTP client khởi tạo kết nối TCP đến HTTP server tại www.someSchool.edu trên cổng 80

1b. HTTP server tại hệ thống đầu cuối www.someSchool.edu chờ kết nối TCP tại cổng 80. "chấp nhận" kết nối, thông báo cho client

2. HTTP client gởi thông điệp yêu cầu HTTP (chứa URL) vào trong socket kết nối TCP. Thông điệp chỉ ra rằng máy khách muốn đối tượng someDepartment/home.index

3. HTTP server nhận thông điệp yêu cầu, tạo *thông điệp phản hồi* chứa đối tượng được yêu cầu, và gởi thông điệp đến socket của nó

Thời gian

HTTP không bền vững(tt)

Time

4. HTTP server đóng kết nối TCP.

5. HTTP client nhận thông điệp phản hồi chứa tập tin html, hiển thị html. Phân tích cú pháp tập tin html, tìm ra các đối tượng jpeg được tham chiếu

6. Các bước 1-5 được lặp lại cho mỗi đối tượng trong 10 đối tượng jpeg

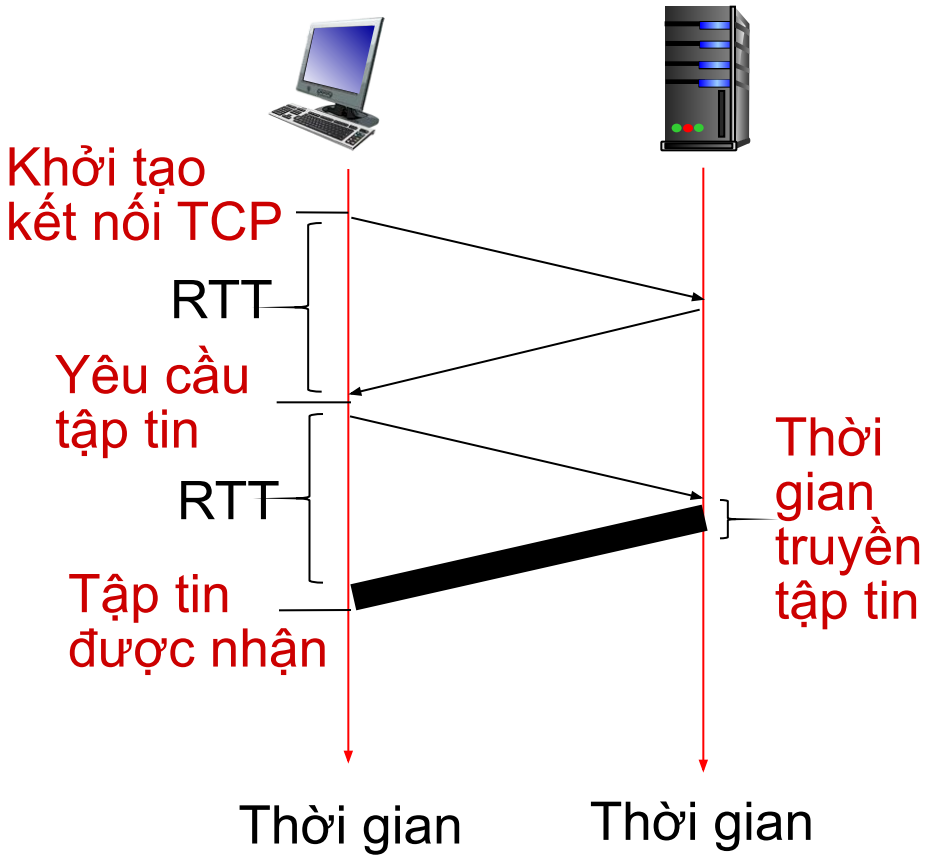
HTTP không bền vững: thời gian đáp ứng

RTT (round-trip time): thời gian để cho một gói tin nhỏ đi từ máy khách đến máy chủ và quay ngược lại

Thời gian đáp ứng HTTP:

- Một RTT để khởi tạo kết nối TCP
- Một RTT cho yêu cầu HTTP và vài byte đầu tiên của phản hồi HTTP được trả về
- Thời gian truyền tập tin
- Thời gian đáp ứng HTTP không bền vững =

  2RTT+ thời gian truyền tập tin



HTTP bền vững

Vấn đề với HTTP không bền vững:

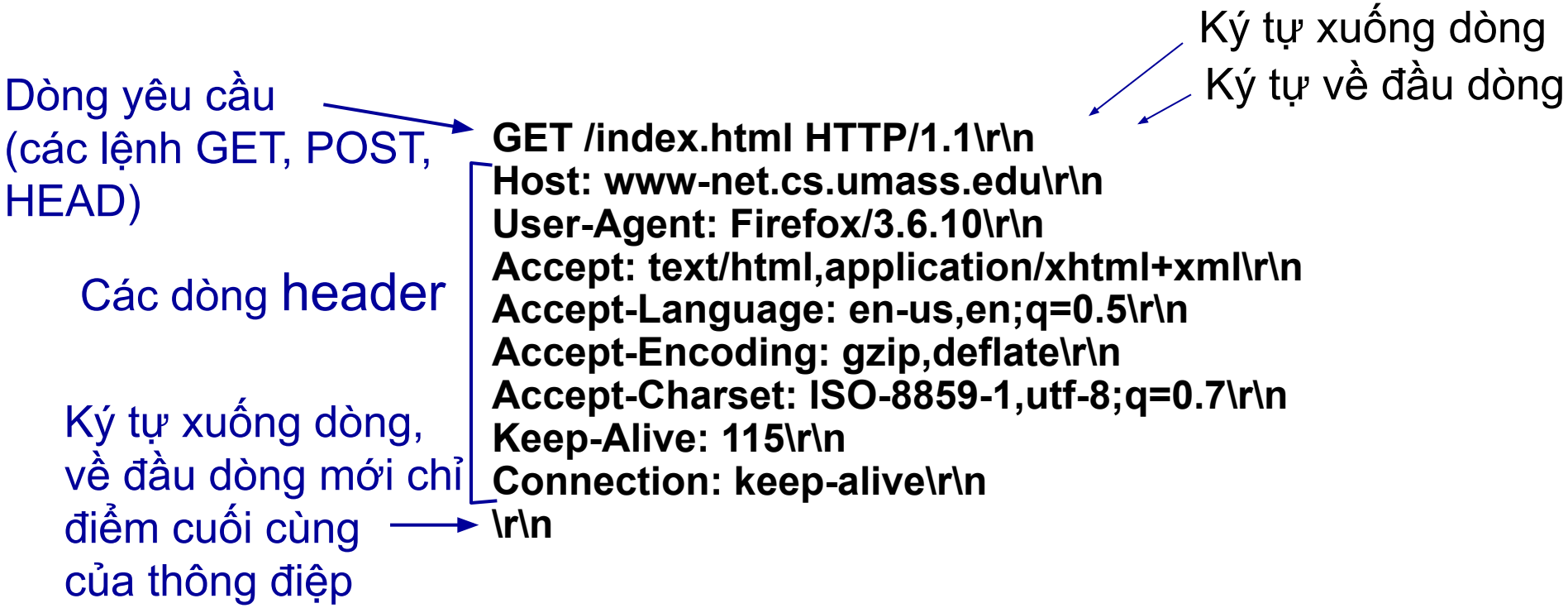
- Yêu cầu 2 RTTs cho mỗi đối tượng
- Tốn tài nguyên khi Hệ điều hành xử lý mỗi kết nối TCP
- Các trình duyệt thường mở các kết nối TCP song song để lấy các đối tượng được tham chiếu

HTTP bền vững:

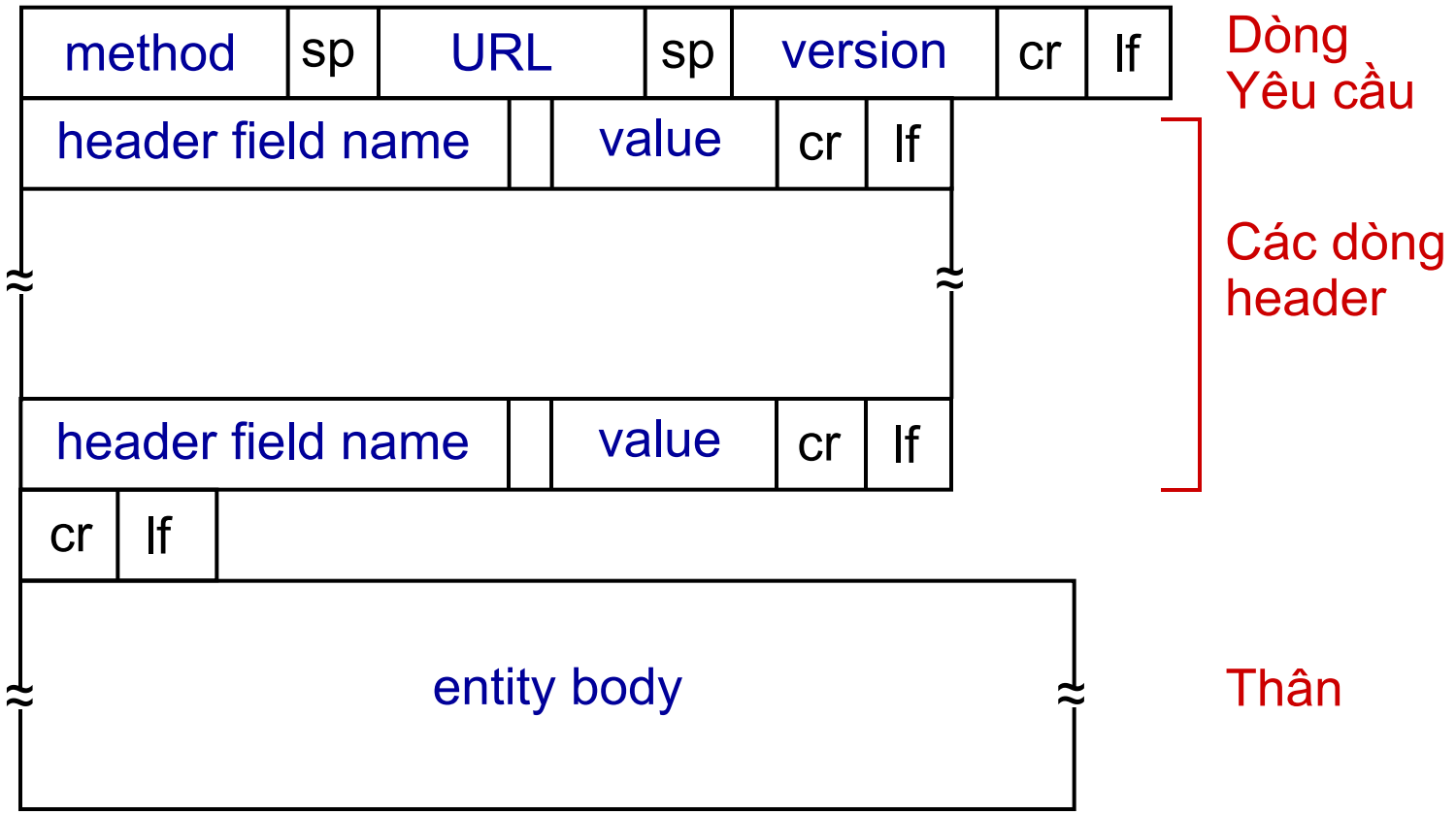
- Máy chủ để kết **nối mở sau khi** gởi phản hồi
- Các thông điệp HTTP tiếp theo giữa cùng máy khách/máy chủ được gởi trên kết nối đã mở ở trên
- Máy khách gởi các yêu cầu ngay khi nó gặp một đối tượng tham chiếu
- Chỉ cần một RTT cho tất cả các đối tượng được tham chiếu

Thông điệp yêu cầu HTTP

- Hai loại thông điệp HTTP: yêu cầu *(request)*, phản hồi *(response)*
- Thông điệp yêu cầu HTTP:
  - ASCII (dạng thức con người có thể đọc được)



Thông điệp yêu cầu HTTP: định dạng tổng quát



Tải lên biểu mẫu nhập liệu

Phương thức POST:

- Web page thường bao gồm form input
- Dữ liệu nhập được tải lên máy chủ trong phần thân đối tượng HTML

Phương thức URL:

- Dùng phương thức GET
- Dữ liệu nhập được tải lên trong trường URL của dòng yêu cầu:

www.somesite.com/animalsearch?monkeys&banana

Các phương thức

HTTP/1.0:

- GET
- POST
- HEAD
  - Yêu cầu máy chủ loại bỏ đối tượng được yêu cầu ra khỏi thông điệp phản hồi

HTTP/1.1:

- GET, POST, HEAD
- PUT
  - Tải tập tin trong thân thực thể đến đường dẫn được xác định trong trường URL
- DELETE
  - Xóa tập tin được chỉ định trong trường URL

Thông điệp phản hồi HTTP

Dòng trạng thái
(giao thức
mã trạng thái
cụm từ trạng thái)

Các dòng
header

Dữ liệu, ví dụ,
tập tin HTML
được yêu cầu

```
HTTP/1.1 200 OK\r\n
Date: Sun, 26 Sep 2010 20:09:20 GMT\r\n
máy chủ: Apache/2.0.52 (CentOS)\r\n
Last-Modified: Tue, 30 Oct 2007 17:00:02 GMT\r\n
ETag: "17dc6-a5c-bf716880"\r\n
Accept-Ranges: bytes\r\n
Content-Length: 2652\r\n
Keep-Alive: timeout=10, max=100\r\n
Connection: Keep-Alive\r\n
Content-Type: text/html; charset=ISO-8859-1\r\n
\r\n
data data data data data ...
```

Các mã trạng thái phản hồi HTTP

- Mã trạng thái xuất hiện trong dòng đầu tiên trong thông điệp đáp ứng từ máy chủ tới máy khách
- Một số mã mẫu:

200 OK

- Yêu cầu thành công, đối tượng được yêu cầu sau ở trong thông điệp này

301 Moved Permanently

- Đối tượng được yêu cầu đã được di chuyển, vị trí mới được xác định sau trong trường ***Location:***

400 Bad Request

- Máy chủ không hiểu thông điệp yêu cầu

404 Not Found

- Thông tin được yêu cầu không tìm thấy trên máy chủ này

505 HTTP Version Not Supported

Thử kiểm tra HTTP (phía máy khách)

1. Telnet đến Web máy chủ yêu thích của bạn:

telnet cis.poly.edu 80

Mở kết nối TCP ở cổng 80
(cổng máy chủ HTTP mặc định) tại cis.poly.edu
Mọi thứ nhập vào được gởi đến
cổng 80 tại cis.poly.edu

2. Nhập vào yêu cầu trong lệnh GET HTTP:

GET /~ross/ HTTP/1.1
Host: cis.poly.edu

Bằng cách gõ những dòng này
(enter 2 lần), bạn đã gửi yêu cầu
GET tối thiểu (nhưng đầy đủ)
đến HTTP máy chủ

3. Xem thông điệp phản hồi được gửi bởi HTTP máy chủ!

(hoặc dùng Wireshark để xem thông điệp
yêu cầu và phản hồi của HTTP được bắt lại)

Trạng thái người dùng-máy chủ: cookies

Nhiều Website dùng cookies

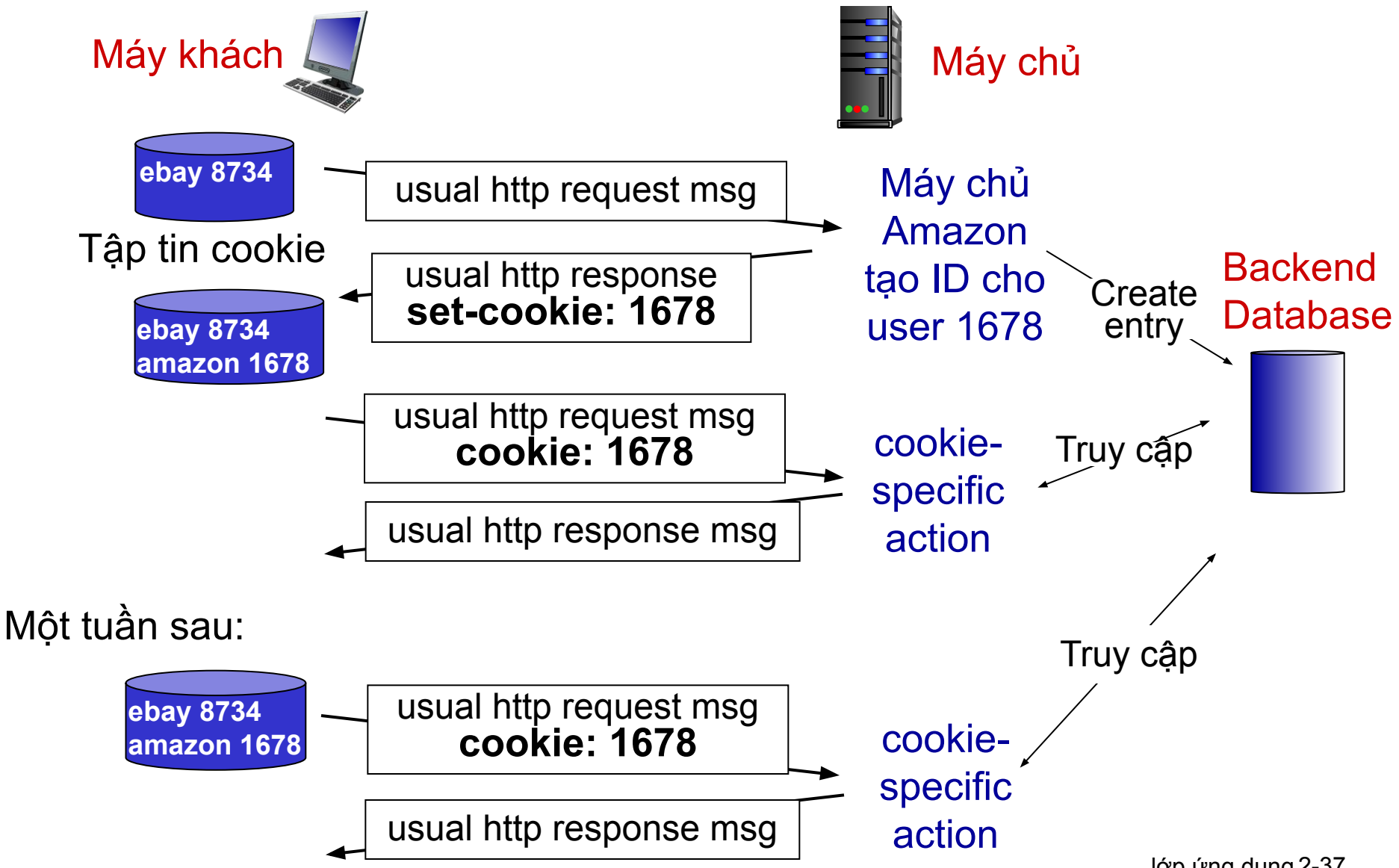
4 thành phần:

1) Dòng đầu cookie (cookie header line) của thông điệp phản hồi HTTP
2) Cookie header line trong thông điệp yêu cầu HTTP kế tiếp
3) Tập tin cookie được lưu trữ trên máy người dùng, được quản lý bởi trình duyệt của người dùng
4) Cở sở dữ liệu tại Web site

Ví dụ:

- Susan thường truy cập Internet từ một PC
- Vào trang thương mại điện tử lần đầu tiên
- Khi yêu cầu khởi tạo HTTP đến trang web đó, thì trang đó tạo:
  - ID duy nhất
  - Một bản ghi trong cơ sở dữ liệu cho ID đó

Cookies: lưu trữ “trạng thái” (tt.)



Cookies (tt)

Cookie có thể được sử dụng cho:

- Cấp phép
- Giỏ mua hàng
- Các khuyến cáo
- Trạng thái phiên làm việc của user (Web thư điện tử)

Ngoài ra

Cookies và sự riêng tư:

- Cookie cho phép các trang biết nhiều hơn về bạn
- Bạn có thể cung cấp tên và thư điện tử cho các trang

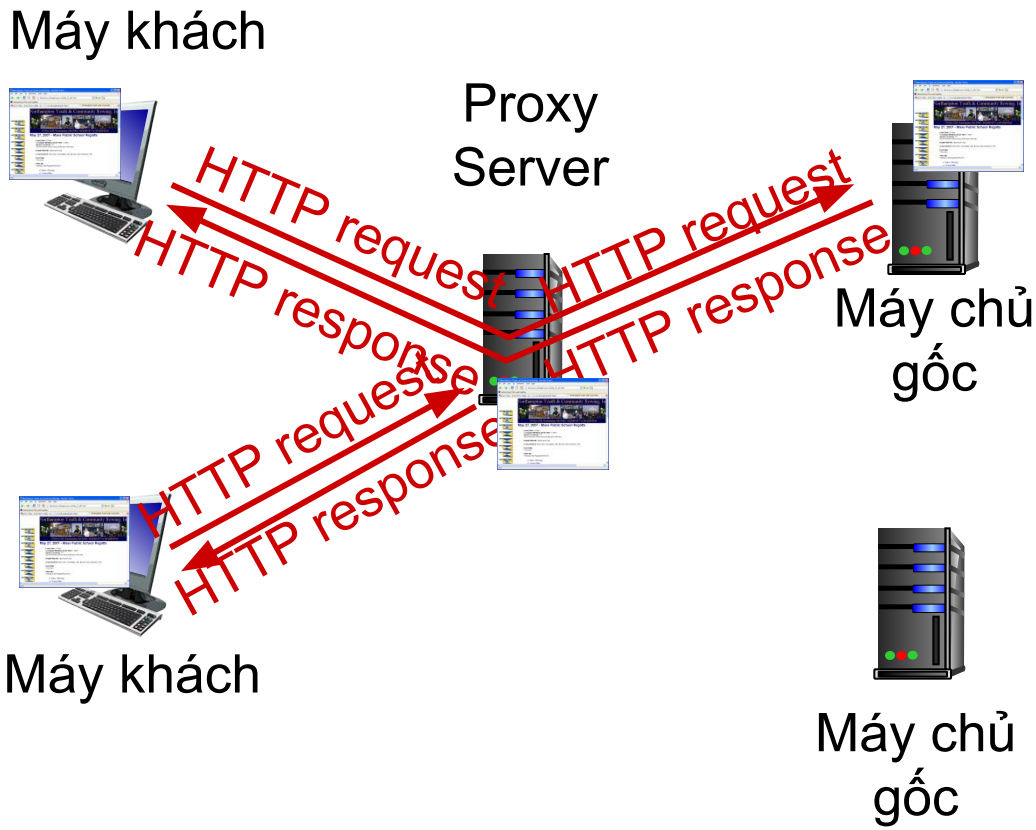
Làm thế nào để giữ "trạng thái":

- Các thời điểm kết thúc giao thức: duy trì trạng thái tại người gởi/nhận thông qua nhiều giao dịch
- Cookies: các thông điệp HTTP mang trạng thái

Web caches (proxy server)

Mục tiêu: thỏa mãn yêu cầu của máy khách không cần liên quan đến máy chủ nguồn

- User thiết lập trình duyệt: truy cập Web thông qua cache
- Trình duyệt gởi tất cả yêu cầu HTTP đến cache
  - Đối tượng có trong cache: cache trả về đối tượng
  - Ngược lại cache yêu cầu đối tượng từ máy chủ gốc, sau đó trả đối tượng đó cho máy khách



Thông tin thêm về Web caching

- Cache hoạt động như cả máy khách và máy chủ
  - Máy chủ đối với máy khách yêu cầu thông tin
  - Máy khách đối với máy chủ cung cấp
- Thông thường cache được cài đặt bởi ISP (trường đại học, công ty, ISP riêng)

Tại sao dùng Web caching?

- Giảm thời gian đáp ứng cho yêu cầu của máy khách
- Giảm lưu lượng trên đường liên kết truy cập ra Internet của một tổ chức
- Internet có rất nhiều cache: cho phép những nhà cung cấp nội dung với lượng tài nguyên "nghèo nàn" vẫn cung cấp nội dung một cách hiệu quả (chia sẻ tập tin P2P cũng vậy)

Ví dụ Caching:

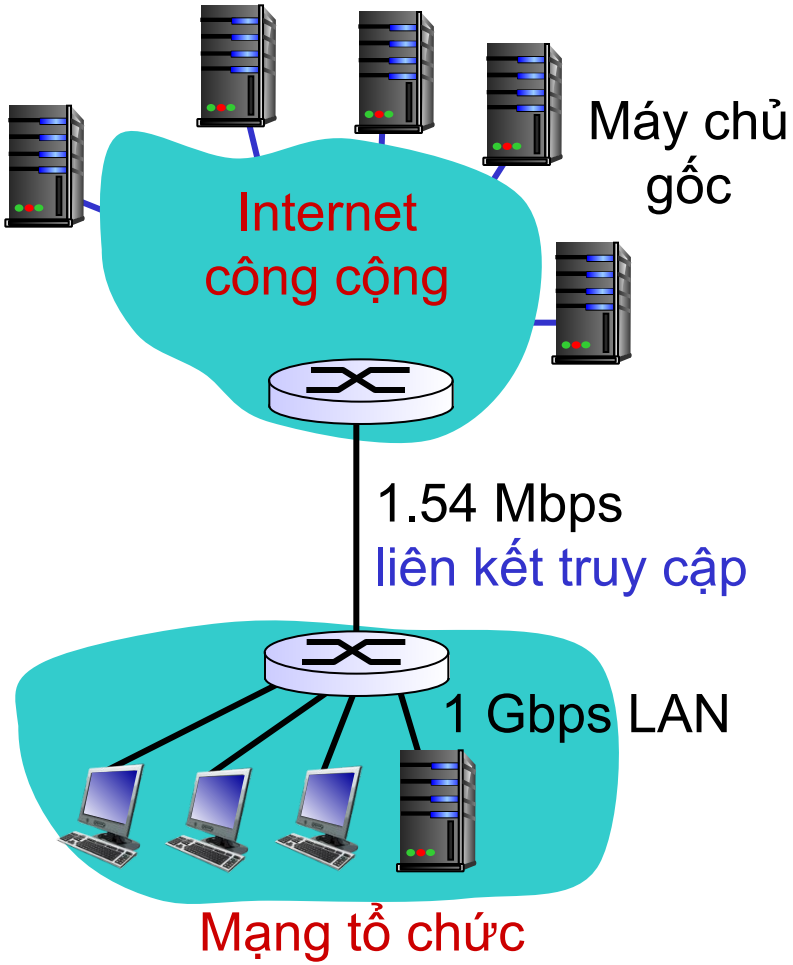
Giả sử:

- Kích thước trung bình của đối tượng: 100K bits
- Số lượng yêu cầu trung bình từ trình duyệt đến máy chủ gốc: 15/sec
- Tốc độ truyền dữ liệu trung bình đến trình duyệt: 1.50 Mbps
- RTT từ bộ định tuyến của tổ chức đến bất kỳ máy chủ gốc: 2 giây
- Tốc độ liên kết truy cập: 1.54 Mbps

Kết quả:

Vấn đề!

- Độ khả dụng của LAN: 15%
- Độ khả dụng của liên kết truy cập = 99%
- Tổng thời gian trễ = trễ Internet + trễ truy cập + trễ LAN
  = 2 giây + minutes + μsecs



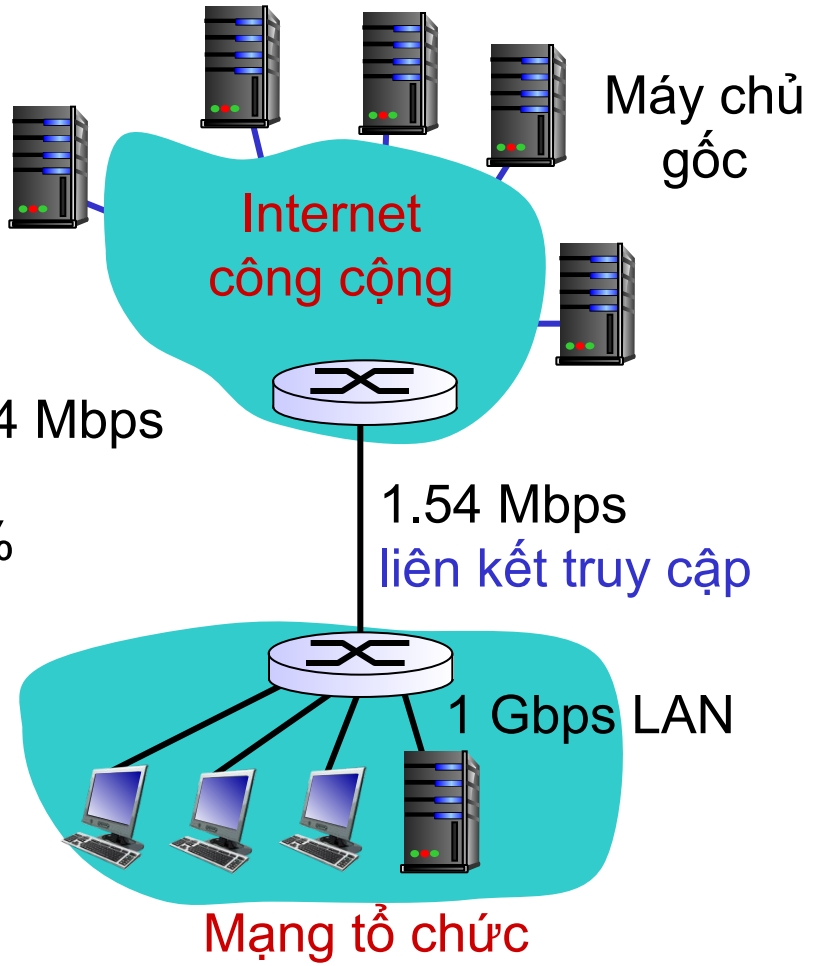
Ví dụ đệm: đường liên kết truy cập lớn hơn

Giả sử:

- Kích thước trung bình của đối tượng: 100K bits
- Tốc độ trung bình yêu cầu từ trình duyệt đến máy chủ = 15/s
- Tốc độ trung bình dữ liệu đến trình duyệt: 1.50 Mbps
- RTT từ bộ định tuyến của tổ chức đến bất kỳ máy chủ gốc: 2 giây
- Tốc độ liên kết truy cập: 1.54 Mbps → 154 Mbps

Kết quả:

- Độ khả dụng của LAN = 15%
- Độ khả dụng trên liên kết truy cập=99% ← 9.9%
- Tổng độ trễ= trễ Internet + trễ truy cập + trễ LAN
  = 2 sec + minutes + μsecs → msecs



Chi phí: tốc độ liên kết truy cập được tăng lên (không rẻ!)

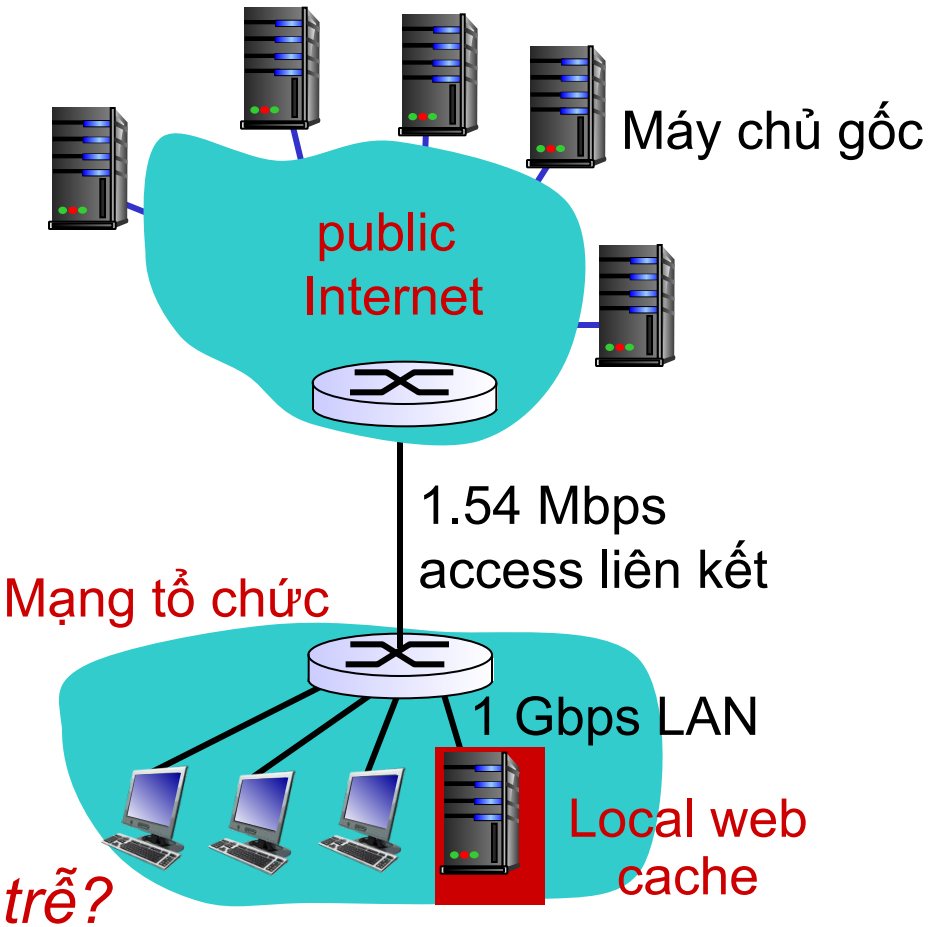
Ví dụ caching:

Giả sử:

- Kích thước trung bình của đối tượng: 100K bits
- Tốc độ trung bình yêu cầu từ trình duyệt đến máy chủ = 15/s
- Tốc độ trung bình dữ liệu đến trình duyệt: 1.50 Mbps
- RTT từ bộ định tuyến của tổ chức đến bất kỳ máy chủ gốc: 2 giây
- Tốc độ liên kết truy cập: 1.54 Mbps

Kết quả:

- Độ khả dụng LAN: 15%
- Access l.kết utilization ?
- Total delay = ?



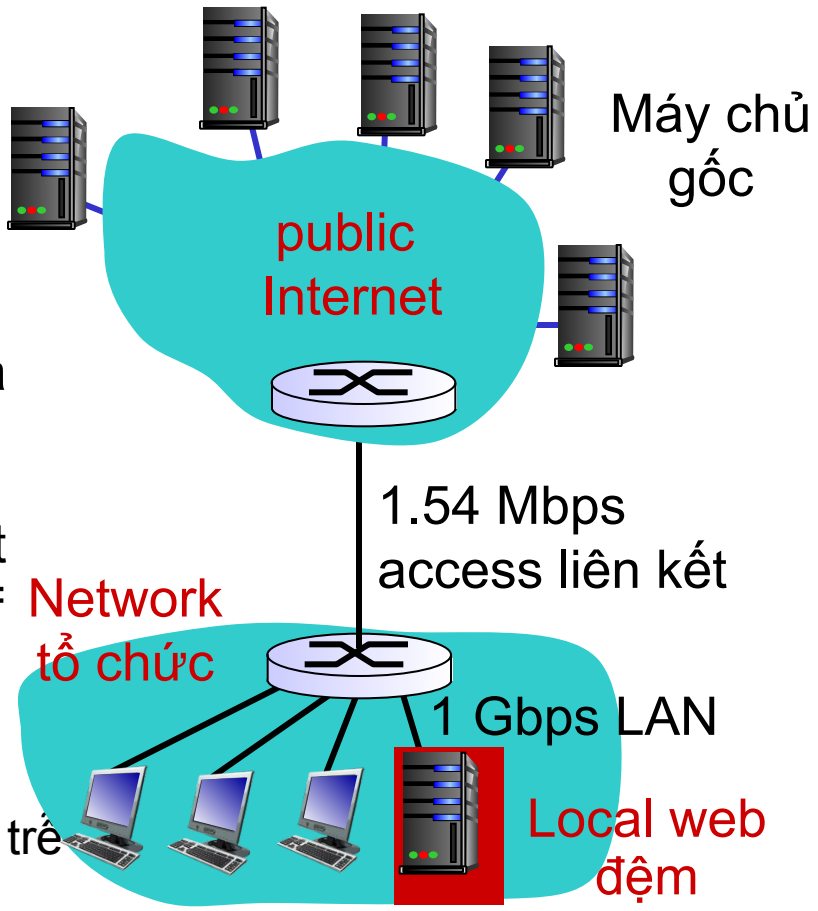
Làm cách nào để tính độ khả dụng đường liên kết, độ trễ?

Chi phí: web cache (rẻ!)

Ví dụ đệm:

Tính độ khả dụng của đường liên kết truy cập, độ trễ với đệm:

- Giả sử khả năng đáp ứng của đệm là 0.4
  - 40% yêu cầu được đệm đáp ứng, 60% yêu cầu được máy chủ gốc đáp ứng
- Độ hiệu dụng của đường kết nối ra ngoài (access liên kết):
  - 60% yêu cầu dùng access liên kết
- Tốc độ truyền dữ liệu đến trình duyệt trên access liên kết = 0.6*1.50 Mbps = 0.9 Mbps
  - Độ khả dụng = 0.9/1.54 = 0.58
- Tổng độ trễ
  - = 0.6 * (độ trễ từ máy chủ gốc) +0.4 * (độ trễ khi được đệm đáp ứng)
  - = 0.6 * (2.01) + 0.4 * (~msecs)
  - = ~ 1.2 secs
  - Ít hơn với liên kết 154 Mbps (và cũng rẻ hơn!)

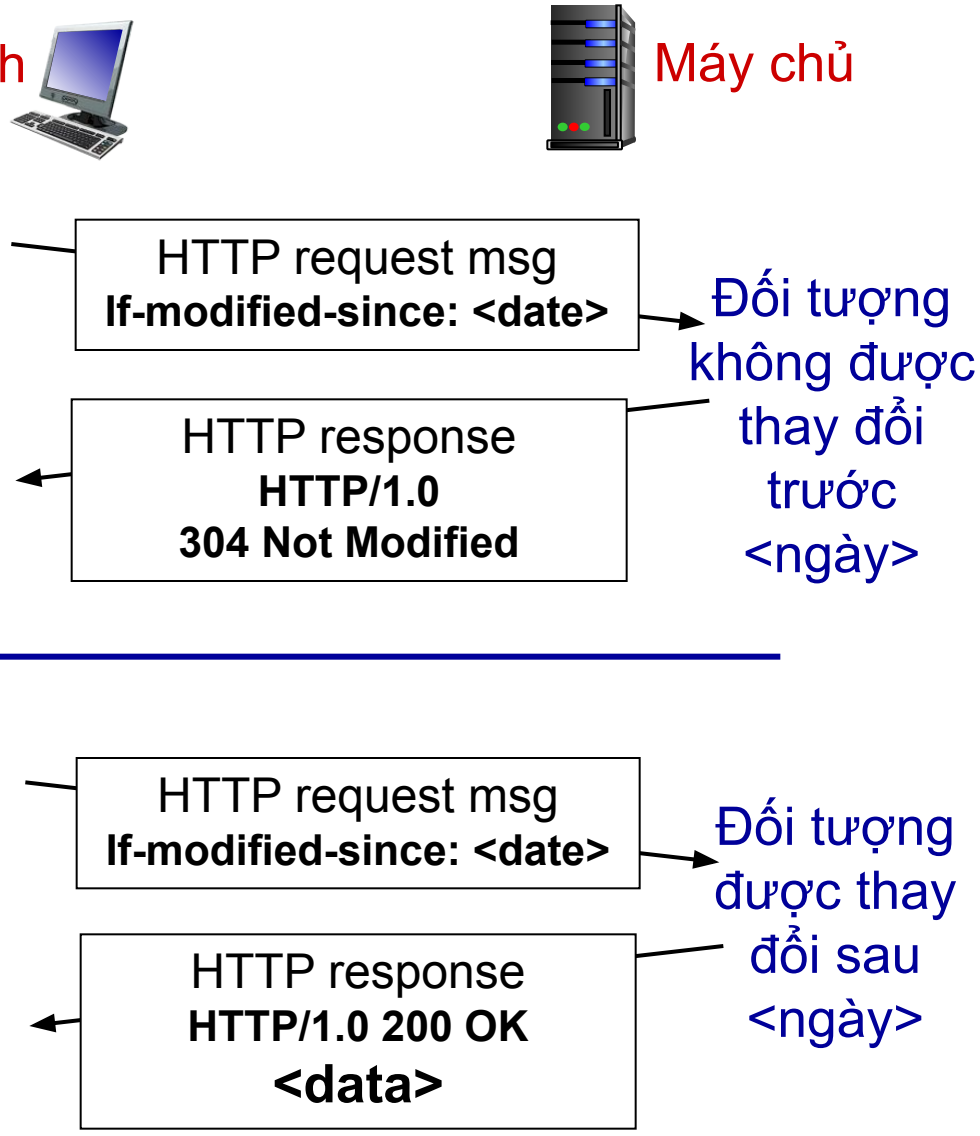


GET có điều kiện

- *Mục tiêu:* không gửi đối tượng nếu đối tượng trong cache đã được cập nhật
  - Không có độ trễ truyền dữ liệu
  - Mức độ sử dụng đường liên kết thấp hơn
- *Cache:* xác định thời gian của bản sao được đệm trong thông điệp yêu cầu HTTP

  If-modified-since: <date>
- *Máy chủ:* đáp ứng không chứa đối tượng nếu bản sao trong cache đã được cập nhật:

  HTTP/1.0 304 Not Modified



Chương 2: Nội dung

2.1 Các nguyên lý của các ứng dụng mạng

2.2 Web và HTTP

2.3 FTP

2.4 Thư điện tử

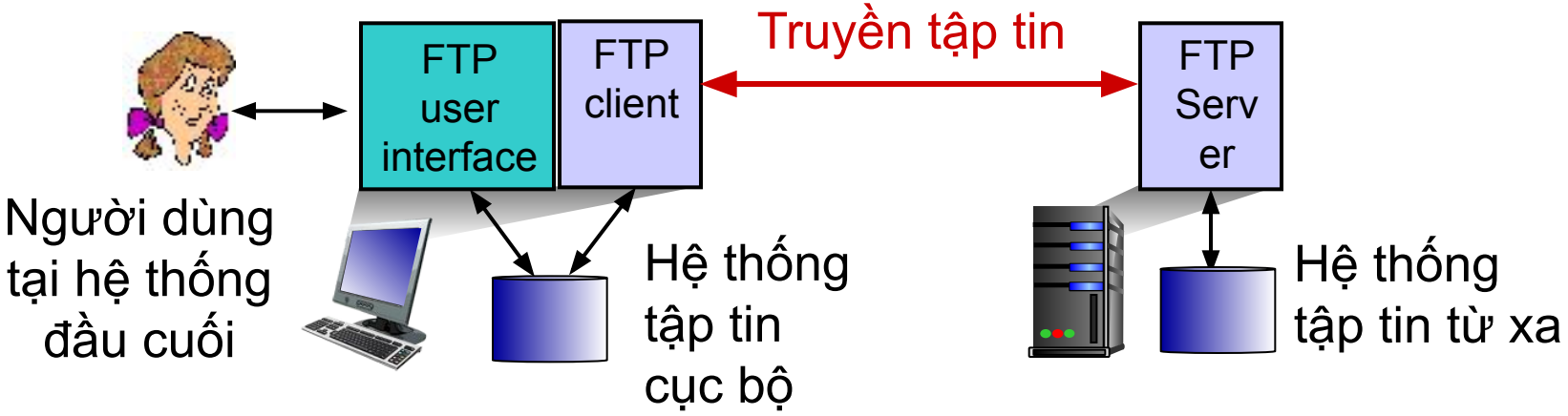
- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS

2.6 Các ứng dụng P2P

2.7 Lập trình socket với UDP và TCP

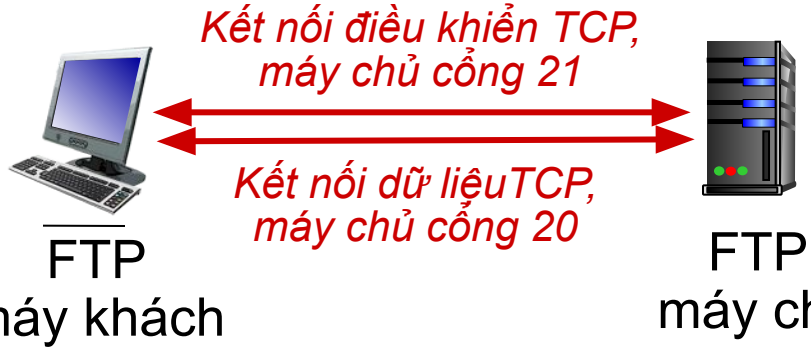
FTP: giao thức truyền tập tin



- Truyền tập tin đến/từ máy ở xa
- Mô hình máy khách/máy chủ
  - *Máy khách:* phía khởi tạo phiên truyền (đến/từ máy ở xa)
  - *Máy chủ:* máy ở xa
- FTP: RFC 959
- FTP server: cổng 21

FTP: kết nối điều khiển và kết nối dữ liệu riêng biệt

- FTP máy khách liên hệ với FTP máy chủ tại cổng 21, dùng TCP
- Máy khách được cấp phép trên kết nối điều khiển
- Máy khách duyệt thư mục từ xa, bằng cách gởi các lệnh trên kết nối điều khiển
- Khi máy chủ nhận lệnh truyền tập tin, *máy chủ* mở kết nối dữ liệu TCP thứ 2 (để truyền tập tin) *đến* máy khách
- Sau khi truyền một tập tin, máy chủ đóng kết nối dữ liệu



- Máy chủ mở kết nối dữ liệu TCP khác để truyền tập tin khác
- Kết nối điều khiển: *"out of band" (ngoại tuyến)*
- FTP máy chủ duy trì "trạng thái": thư mục hiện tại, xác thực trước đó

Các lệnh và phản hồi FTP

Các lệnh mẫu:

- Gởi văn bản ASCII trên kênh điều khiển
- **USER *username***
- **PASS *password***
- **LIST** trả về danh sách tập tin trên thư mục hiện tại
- **RETR filename** lấy tập tin
- **STOR filename** lưu trữ tập tin vào máy ở xa

Ví dụ mã trả về

- Mã trạng thái và cụm từ mô tả (như HTTP)
- **331 Username OK, password required**
- **125 data connection already open; transfer starting**
- **425 Can't open data connection**
- **452 Error writing file**

Chương 2: Nội dung

2.1 Các nguyên lý của các ứng dụng mạng

2.2 Web và HTTP

2.3 FTP

2.4 Thư điện tử

- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS

2.6 Các ứng dụng P2P

2.7 Lập trình socket với UDP và TCP

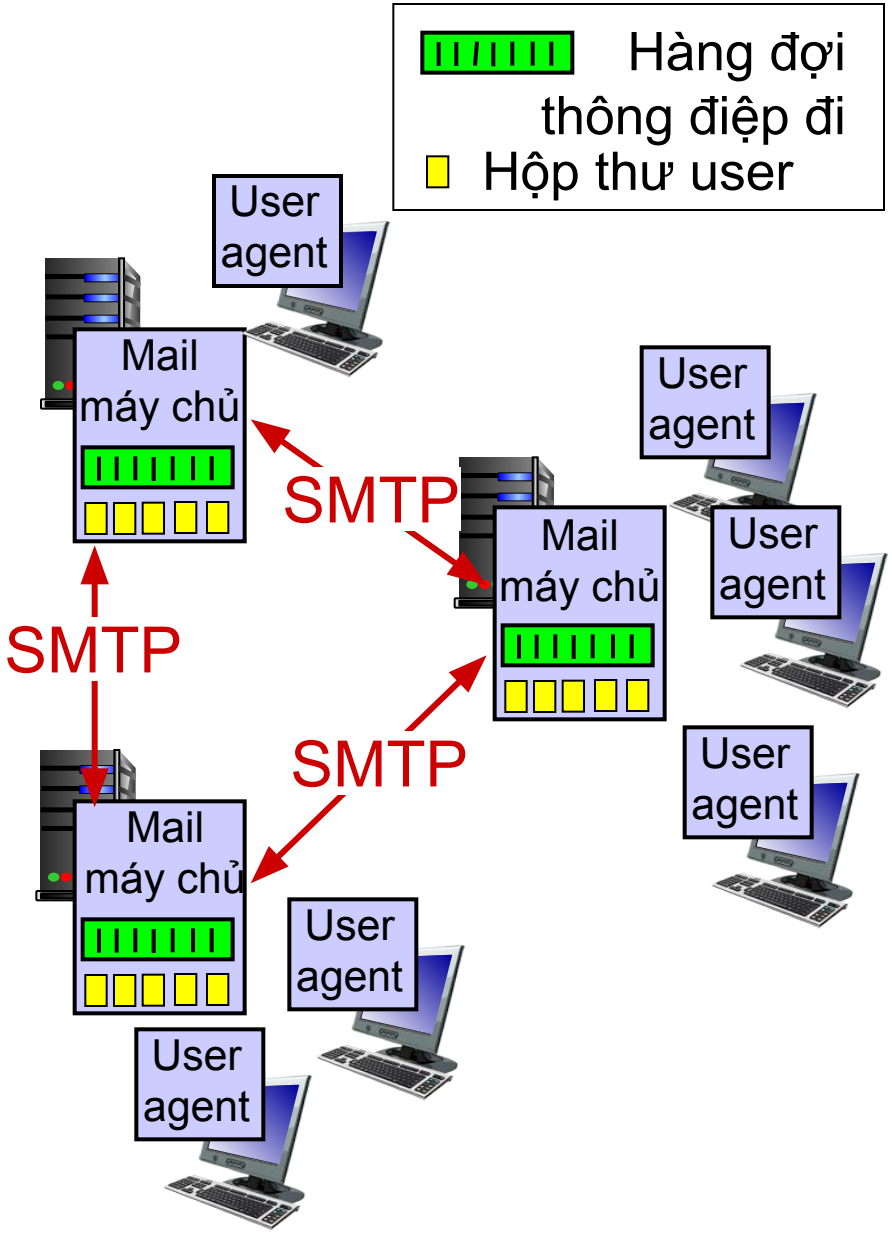
Thư điện tử

Ba thành phần chính:

- User agents
- Máy chủ thư điện tử (mail server)
- Simple mail transfer protocol: SMTP

User Agent

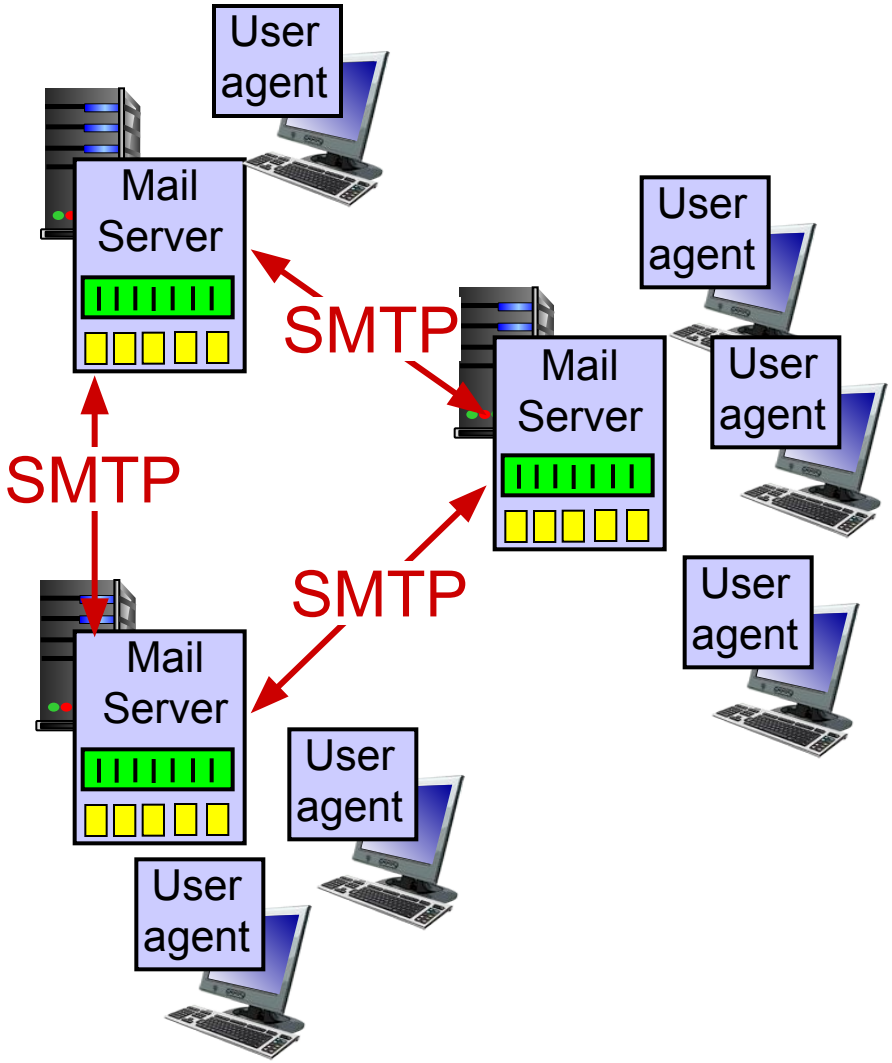
- Còn gọi là “mail reader”
- Soạn thảo, sửa đổi, đọc các thông điệp thư điện tử
- Ví dụ Outlook, Thunderbird, iPhone mail máy khách
- Các thông điệp đi và đến được lưu trên máy chủ



Thư điện tử: máy chủ thư điện tử

Máy chủ thư điện tử:

- *Hộp thư (mailbox)* chứa thông điệp đến user
- *Hàng thông điệp (message queue)* của các thông điệp mail ra ngoài (chuẩn bị gửi)
- *Giao thức SMTP* được dùng để gửi các thông điệp thư điện tử giữa các mail server
  - Client là máy chủ thư điện tử gởi
  - Server là máy chủ thư điện tử nhận

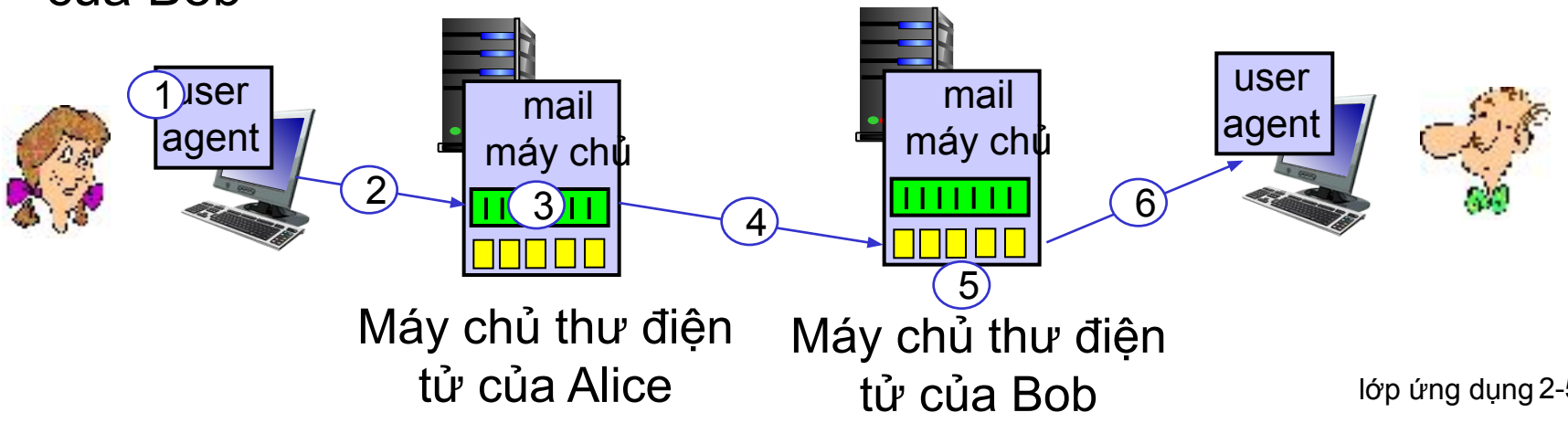


Thư điện tử: SMTP [RFC 2821]

- Sử dụng TCP để truyền thông điệp thư điện tử một cách tin cậy từ máy khách đến cổng 25 máy chủ
- Truyền trực tiếp: máy chủ gửi thư đến máy chủ nhận
- 3 giai đoạn truyền
  - Bắt tay
  - Truyền thông điệp
  - Đóng
- Tương tác lệnh/phản hồi (như HTTP, FTP)
  - Lệnh: văn bản ASCII
  - Phản hồi: mã và cụm trạng thái
- Thông điệp phải ở dạng mã ASCII 7 bit

Tình huống: Alice gởi thông điệp đến Bob

1) Alice dùng một UA để soạn thảo thông điệp "gởi đến" bob@someschool.edu
2) UA của Alice gởi thông điệp đến máy chủ thư điện tử của cô ta; thông điệp được đặt trong hàng đợi
3) Phần máy khách của SMTP máy chủ mở kết nối TCP với máy chủ thư điện tử của Bob
4) Phần máy khách của SMTP máy chủ gửi thông điệp của Alice trên kết nối TCP
5) Máy chủ thư điện tử của Bob đặt thông điệp đó trong hộp thư của Bob
6) Bob kích hoạt user agent của anh ta để đọc thông điệp



Ví dụ tương tác SMTP

S: 220 hamburger.edu
C: HELO crepes.fr
S: 250 Hello crepes.fr, pleased to meet you
C: MAIL FROM: <alice@crepes.fr>
S: 250 alice@crepes.fr... Sender ok
C: RCPT TO: <bob@hamburger.edu>
S: 250 bob@hamburger.edu ... Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Do you like ketchup?
C: How about pickles?
C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 hamburger.edu closing connection

Thử nghiệm tương tác SMTP:

- **telnet servername 25**
- Xem trả lời 220 từ máy chủ
- Nhập các lệnh HELO, MAIL FROM, RCPT TO, DATA, QUIT

Lệnh ở trên cho phép bạn gửi thư điện tử không cần dùng thư điện tử máy khách (reader)

SMTP: kết luận

- SMTP dùng kết nối bền vững
- SMTP yêu cầu thông điệp (header & body) phải ở dạng ASCII 7-bit
- SMTP máy chủ dùng ký tự CRLF.CRLF để xác định kết thúc thông điệp

So sánh với HTTP:

- HTTP: pull (kéo)
- SMTP: push (đẩy)
- Cả hai đều có tương tác lệnh/phản hồi, các mã trạng thái dạng ASCII
- HTTP: mỗi đối tượng được đóng gói trong thông điệp phản hồi của nó
- SMTP: nhiều đối tượng được gửi trong thông điệp chứa nhiều phần

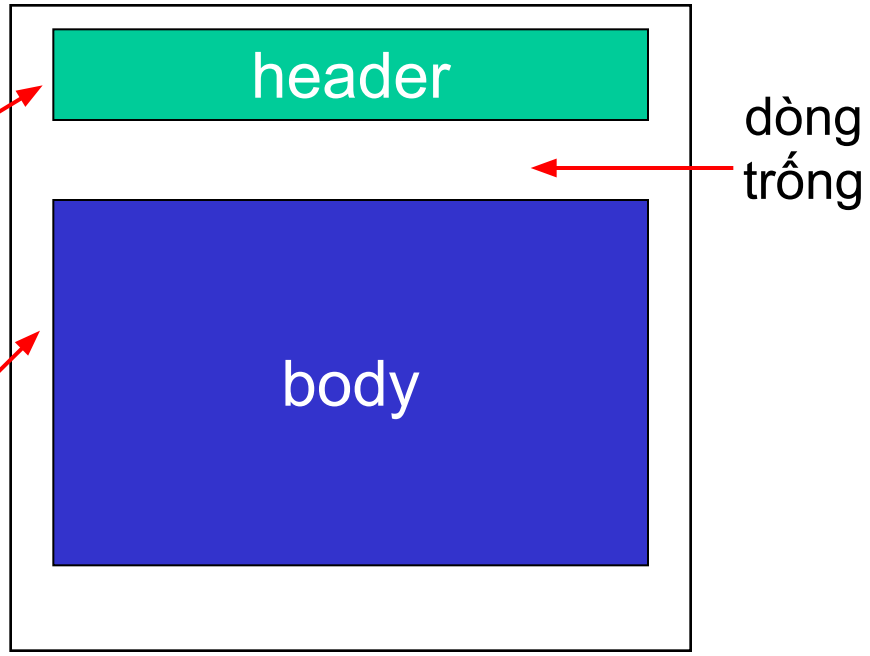
Định dạng thông điệp Mail

SMTP: giao thức dùng cho trao đổi thông điệp thư điện tử

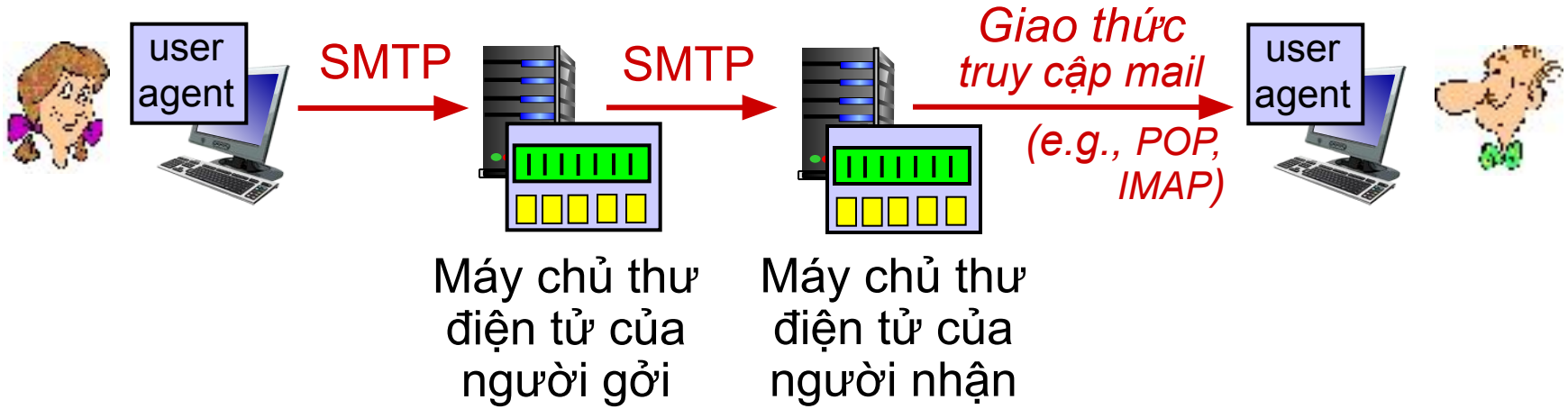
RFC 822: chuẩn cho định dạng thông điệp văn bản:

- Các dòng header, ví dụ
  - To:
  - From:
  - Subject:

  Khác với các lệnh SMTP MAIL FROM, RCPT TO!
- Body: "thông điệp"
  - Chỉ có các ký tự ASCII



Các giao thức truy cập Mail



- SMTP: truyền dẫn/lưu trữ thư vào máy chủ của người nhận
- Giao thức truy cập thư: trích xuất từ máy chủ
  - POP: Post Office Protocol [RFC 1939]: xác thực, tải thư về
  - IMAP: Internet Mail Access Protocol [RFC 1730]: nhiều tính năng hơn, bao gồm cả các thao tác thay đổi các thông điệp đang được lưu trên máy chủ
  - HTTP: gmail, Hotmail, Yahoo! Mail…

Giao thức POP3

Giai đoạn kiểm tra đăng nhập (authorization)

- Các lệnh phía máy khách:
  - **user:** khai báo username
  - **pass:** password
- Đáp ứng phía máy chủ
  - **+OK**
  - **-ERR**

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

Giai đoạn giao dịch

máy khách:

- **list:** liệt kê các số thông điệp
- **retr:** trích xuất thông điệp theo số
- **dele:** xóa
- **quit**

```
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 máy chủ signing off
```

POP3 và IMAP

Tìm hiểu thêm về POP3

- Ví dụ trên sử dụng chế độ "tải xuống và xóa" của POP3
  - Bob không thể đọc lại thư điện tử nếu anh ta thay đổi máy khách
- Chế độ "tải xuống-và-giữ" của POP3: sao chép các thông điệp trên các máy khách khác nhau
- POP3 không giữ trạng thái của các phiên làm việc

IMAP

- Giữ tất cả các thông điệp ở một nơi: tại máy chủ
- Cho phép người dùng tổ chức, sắp xếp các thông điệp trong các thư mục
- Giữ trạng thái của người dùng trong suốt phiên làm việc:
  - Các tên của các thư mục và ánh xạ giữa các ID của thông điệp và tên của thư mục

Chương 2: Nội dung

2.1 Các nguyên lý của các ứng dụng mạng

2.2 Web và HTTP

2.3 FTP

2.4 Thư điện tử

- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS

2.6 Các ứng dụng P2P

2.7 Lập trình socket với UDP và TCP

Hệ thống tên miền (DNS: domain name system)

Con người: nhiều cách nhận dạng:

- Số an sinh xã hội, tên, số hộ chiếu

Các hệ thống đầu cuối Internet, bộ định tuyến:

- Địa chỉ IP (32 bit) – được dùng cho định địa chỉ gói tin
- "tên", ví dụ www.yahoo.com – được dùng bởi con người

Q: làm cách nào để ánh xạ giữa địa chỉ IP và tên, và ngược lại?

Hệ thống tên miền (Domain Name System):

- *Cơ sở dữ liệu phân tán* được thực hiện theo tổ chức phân cấp của nhiều *máy chủ DNS*
- *Giao thức lớp ứng dụng:* các hệ thống đầu cuối, các máy chủ tên miền trao đổi để *phân giải* tên (dịch địa chỉ ⇔ tên)
  - Lưu ý: chức năng trong phần lõi Internet, được thực hiện như là giao thức lớp ứng dụng
  - Sự phức tạp ở "biên" của mạng"

DNS: các dịch vụ, cấu trúc

Các dịch vụ DNS

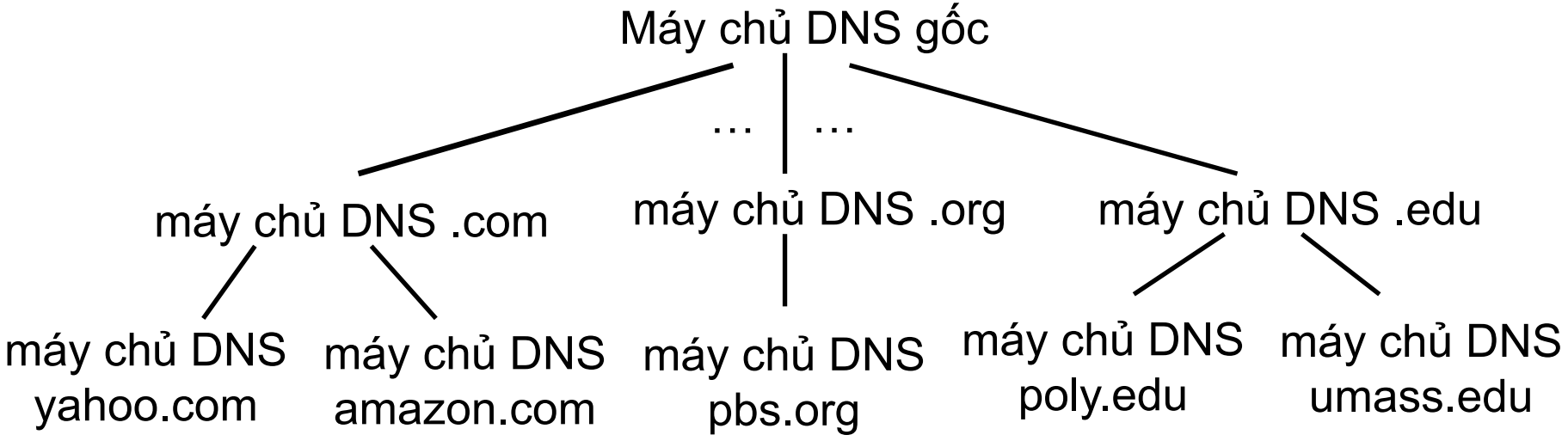
- Dịch tên máy ra địa chỉ IP
- Bí danh máy
  - Lưu các tên gốc, bí danh tương ứng
- Bí danh máy chủ thư điện tử
- Cân bằng tải
  - Các bản sao cho web server: nhiều địa chỉ IP tương ứng cho 1 tên miền

Tại sao không tập trung hóa DNS?

- Một điểm chịu lỗi
- Lưu lượng
- Cơ sở dữ liệu tập trung cách xa nơi yêu cầu
- Bảo trì

A: không biến đổi được quy mô!

DNS: cơ sở dữ liệu phân cấp, phân tán

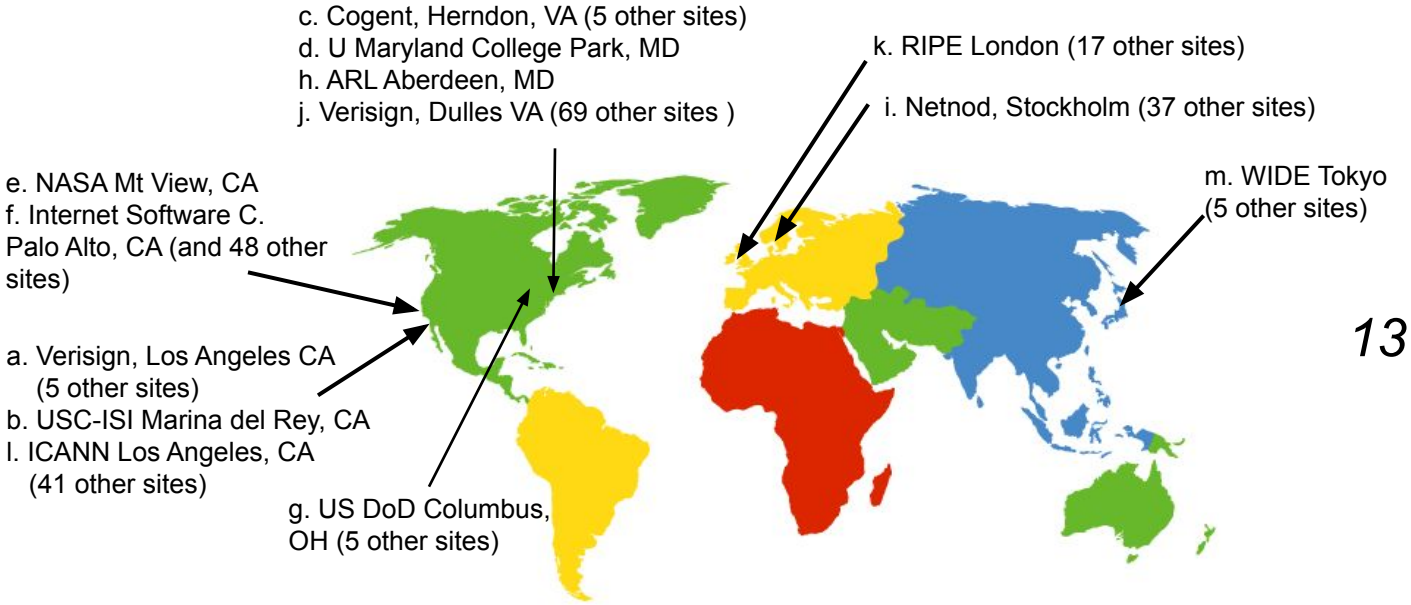


Máy khách muốn địa chỉ IP của www.amazon.com:

- Máy khách truy vấn máy chủ gốc (root) để tìm DNS máy chủ quản lý vùng ".com"
- Máy khách truy vấn máy chủ DNS ".com" tìm DNS máy chủ quản lý vùng "amazon.com"
- Máy khách truy vấn máy chủ DNS "amazon.com" để lấy địa chỉ IP của www.amazon.com

DNS: các máy chủ tên miền gốc

- Được máy chủ tên miền cục bộ liên lạc để hỏi khi không thể phân giải tên miền
- Máy chủ tên miền gốc:
  - Liên lạc với máy chủ tên miền có thẩm quyền (authoritative DNS server) nếu ánh xạ tên không xác định
  - Lấy ánh xạ
  - Trả về ánh xạ đến máy chủ tên miền cục bộ



13"máy chủ" DNS gốc toàn cầu

TLD, máy chủ có thẩm quyền

Các máy chủ miền cấp cao nhất (top-level domain (TLD) servers):

- Chịu trách nhiệm cho tên miền com, org, net, edu, aero, jobs, museums, và tất cả các tên miền cấp cao nhất của quốc gia, như là: uk, fr, ca, jp
- Công ty Network Solutions quản lý máy chủ chứa các thông tin của vùng .com TLD
- Tổ chức Educause quản lý .edu TLD

Các DNS máy chủ có thẩm quyền:

- Các tổ chức sở hữu các DNS máy chủ riêng nhằm cung cấp các tên được cấp phép và ánh xạ địa chỉ IP cho các hệ thống đầu cuối được đặt tên của tổ chức đó
- Có thể được quản lý bởi tổ chức hoặc nhà cung cấp dịch vụ

Máy chủ tên miền cục bộ

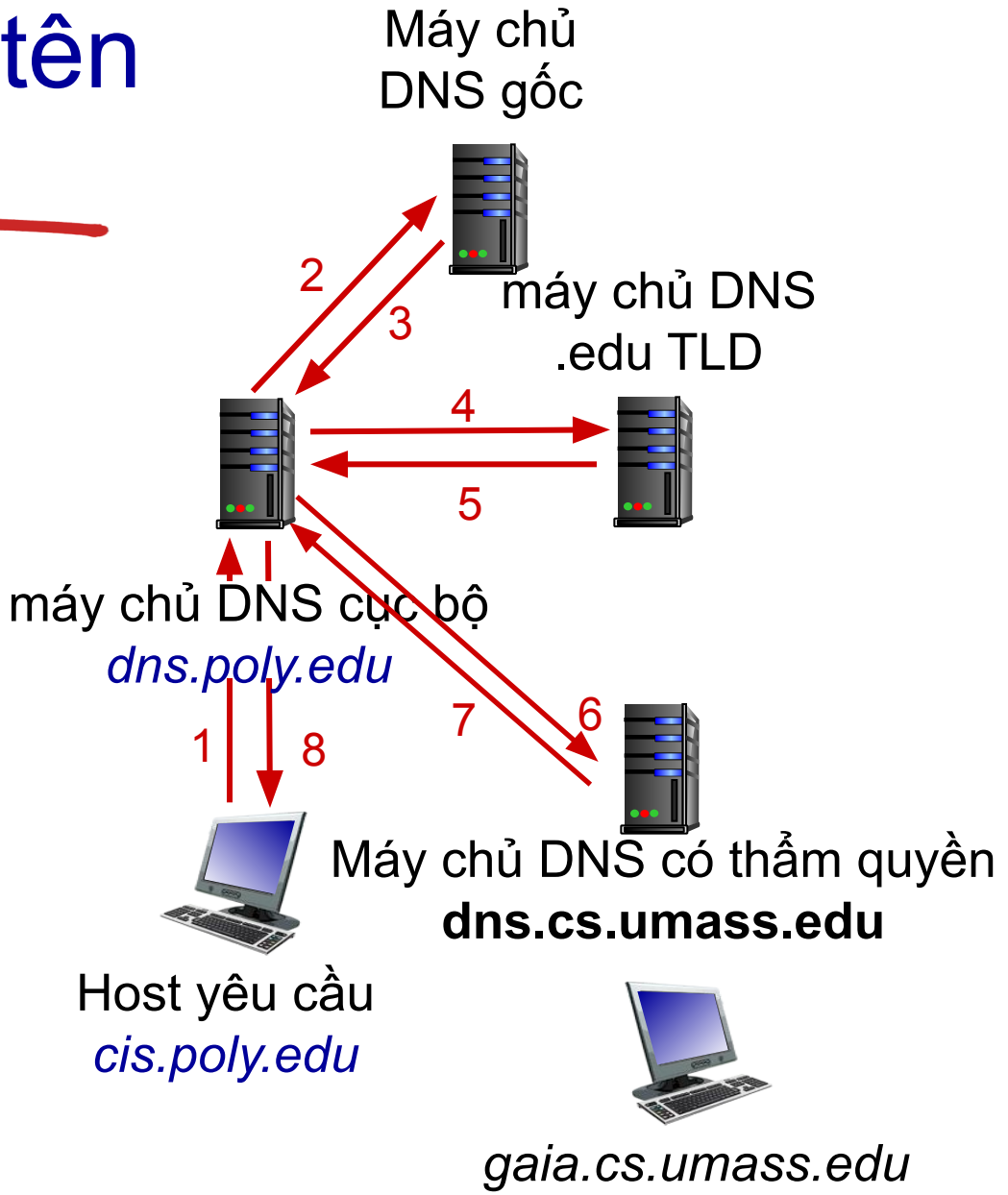
- Không hoàn toàn theo cấu trúc phân cấp
- Mỗi ISP (ISP, công ty, trường đại học) có một máy chủ cục bộ như vậy
  - Còn được gọi là “default name server”
- Khi một hệ thống đầu cuối tạo một truy vấn DNS, truy vấn được gởi đến DNS máy chủ cục bộ của nó
  - Có bộ nhớ đệm cục bộ (local cache) chứa thông tin về các cặp tên-đến-địa chỉ gần đây (nhưng có thể hết hạn!)
  - Hoạt động như một proxy, chuyển truy vấn vào trong hệ thống DNS phân cấp

Ví dụ phân giải tên miền DNS

- Hệ thống đầu cuối tại cis.poly.edu muốn biết địa chỉ IP của gaia.cs.umass.edu

Truy vấn tuần tự:

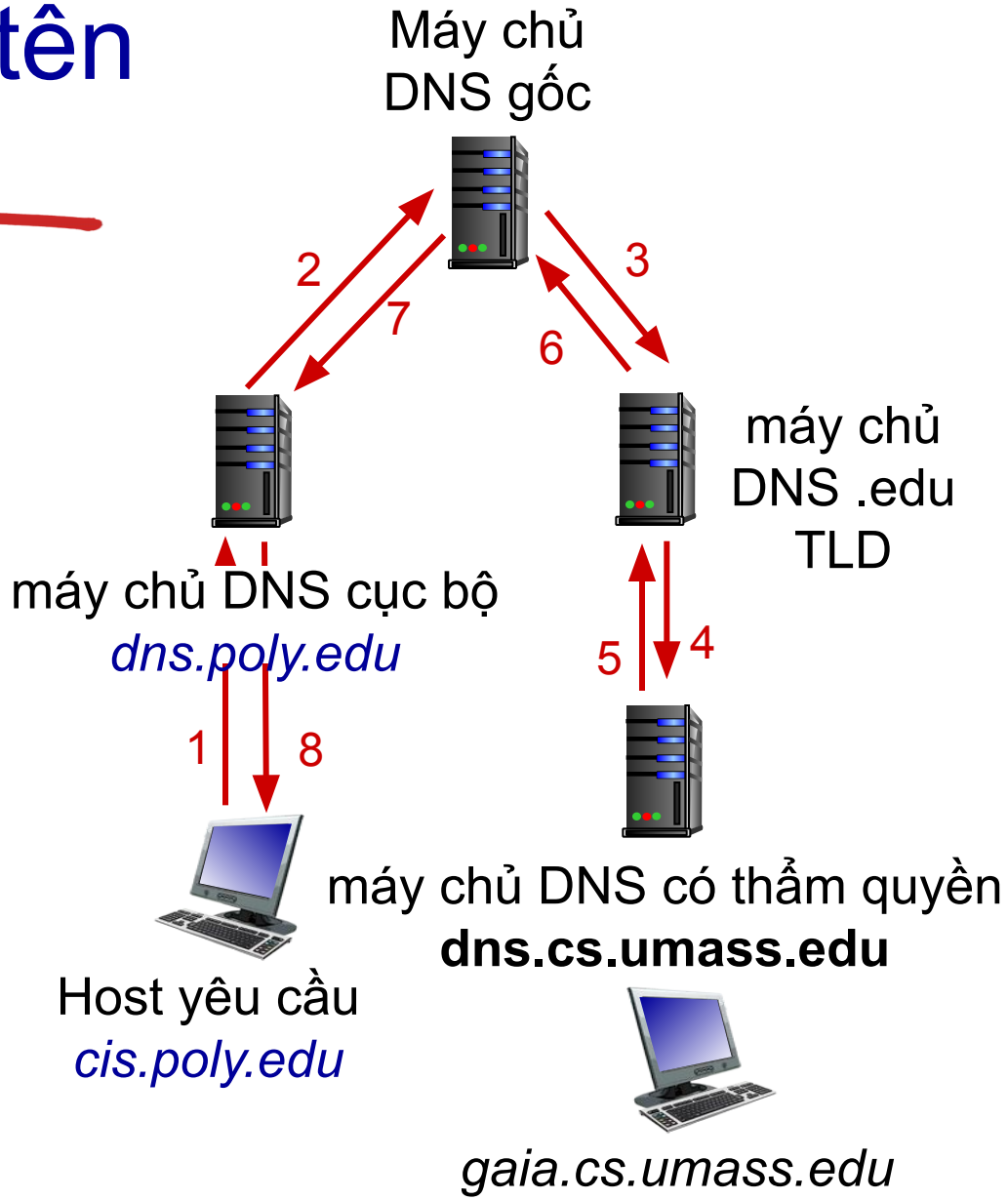
- Máy chủ được hỏi sẽ trả lời với tên của máy chủ quản lý vùng liên quan
- "tôi không biết tên này, nhưng hãy hỏi thêm thông tin từ máy chủ này"



Ví dụ phân giải tên DNS

Truy vấn đệ quy:

- Đẩy trách nhiệm phân giải tên cho máy chủ tên miền được hỏi
- Tải nặng tại các tầng trên của hệ thống phân cấp?



DNS: caching, cập nhật các bản ghi

- Một khi máy chủ tên miền biết về 1 ánh xạ tên-địa chỉ, nó sẽ *lưu tạm* ánh xạ đó
  - Các mục cache hết hạn (sẽ bị xóa) sau một khoảng thời gian (TTL)
  - Thông tin trong các máy chủ TLD thường được lưu tạm trong các máy chủ tên miền cục bộ
    - Do đó các máy chủ tên miền gốc không bị truy cập thường xuyên
- Các mục được lưu tạm có thể hết hạn
  - Nếu cặp thông tin tên-địa chỉ IP thay đổi, có thể các máy khác trên Internet không biết được cho đến khi tất cả TTL hết hạn.
- Cơ chế cập nhật/thông báo được đề xuất trong bộ chuẩn IETF
  - RFC 2136

Các bản ghi DNS

DNS: cơ sở dữ liệu phân tán lưu trữ các bản ghi thông tin (resource records - RR)

Định dạng RR: **(name, value, type, ttl)**

type=A

- **name** là tên host
- **value** là địa chỉ IP

type=NS

- **Name** là tên miền (e.g., foo.com)
- **value** là tên của máy chủ tên miền có thẩm quyền quản lý tên miền này

type=CNAME

- **name** là bí danh của một tên "gốc" (tên thực)
- VD: **www.ibm.com** tên thực là **máy chủ east.backup2.ibm.com**
- **value** là tên gốc

type=MX

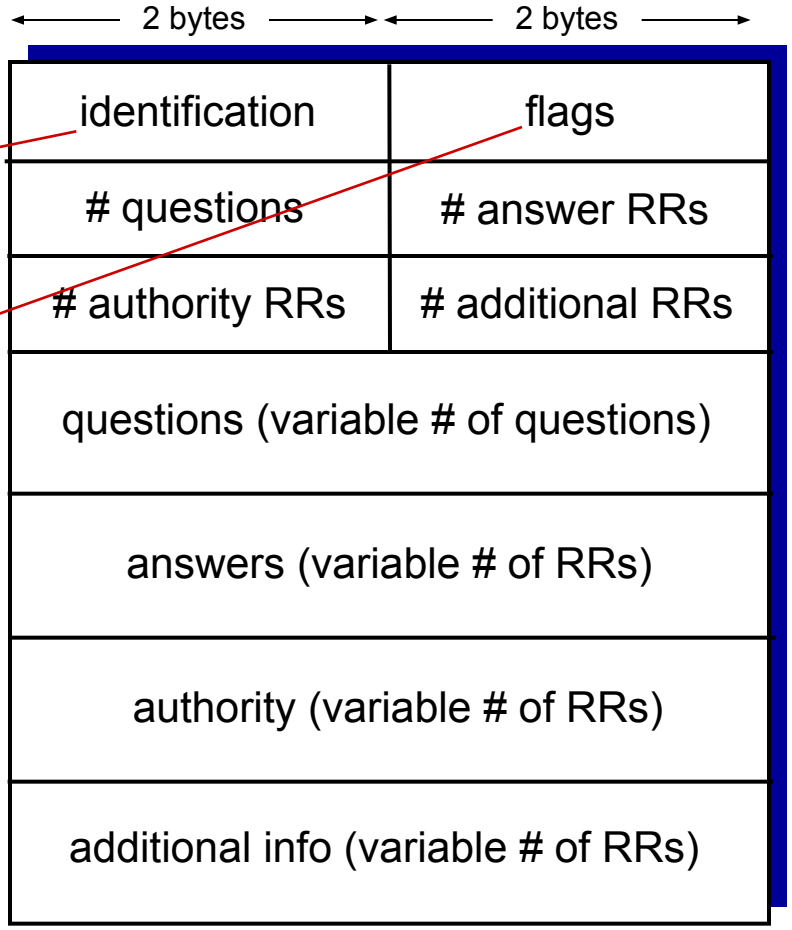
- **value** là tên của máy chủ thư điện tử được liên kết với **name**

Giao thức và các thông điệp DNS

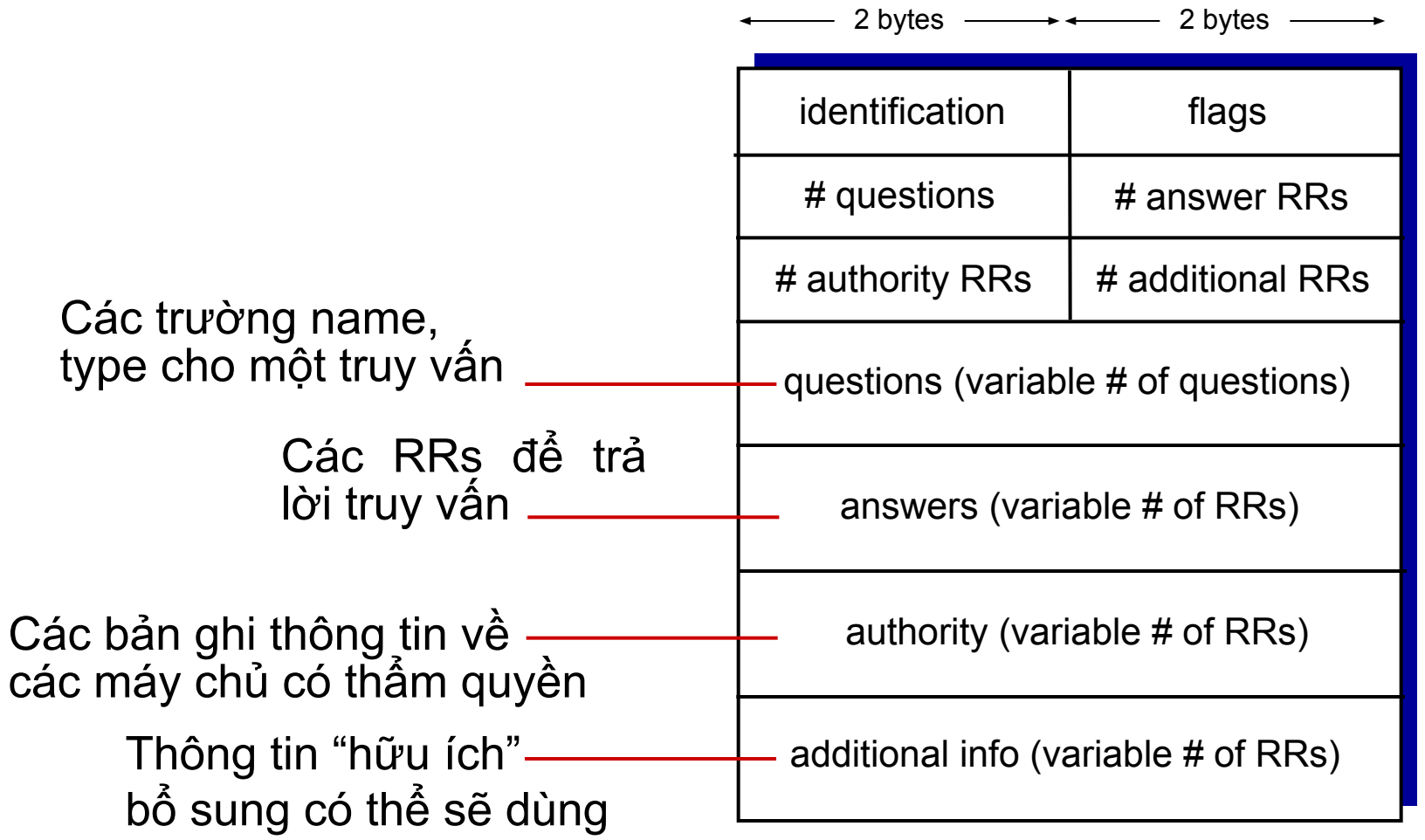
- Các thông *điệp truy vấn (query)* và *trả lời (reply)* đều có cùng *định dạng thông điệp*

Phần đầu thông điệp

- identification: số 16 bit xác định 1 truy vấn, hoặc trả lời cho truy vấn có cùng số này
- flags:
  - Truy vấn hoặc trả lời
  - Mong muốn đệ quy
  - Đệ quy sẵn sàng
  - Trả lời có thẩm quyền



Giao thức và các thông điệp DNS



Thêm các bản ghi vào trong DNS

- Ví dụ: khởi tạo mới công ty "Network Utopia"
- Đăng ký tên miền networkuptopia.com tại một *DNS registrar – tổ chức nhận đăng ký tên miền* (như là Network Solutions)
  - Cung cấp tên, địa chỉ IP của máy chủ tên miền có thẩm quyền quản lý tên miền này (primary và secondary)
  - Tổ chức quản lý tên miền thêm hai bản ghi vào trong máy chủ quản lý vùng .com:
    (networkutopia.com, dns1.networkutopia.com, NS)
    (dns1.networkutopia.com, 212.212.212.1, A)
- Tạo bản ghi type A trong máy chủ có thẩm quyền quản lý networkuptopia.com cho www.networkuptopia.com; và bản ghi type MX cho máy chủ thư điện tử thuộc networkutopia.com

Tấn công DNS

Tấn công DDoS

- Đẩy khối lượng dữ liệu lớn tới các máy chủ gốc
  - Không thành công cho đến nay
  - Lọc lưu lượng
  - Các DNS máy chủ cục bộ lưu tạm các địa chỉ IP của TLD máy chủ, vì thế không cần truy cập máy chủ gốc
- Đẩy khối lượng dữ liệu lớn tới TLD máy chủ
  - Nguy hiểm hơn

Tấn công chuyển hướng

- Man-in-middle
  - Ngăn chặn các truy vấn
- Đầu đọc DNS
  - Gửi các trả lời giả tạo đến các DNS máy chủ, (sẽ được các máy chủ lưu lại)

Khai thác DNS cho tấn công DDoS

- Gởi các truy vấn với địa chỉ nguồn giả mạo: địa chỉ IP mục tiêu
- Yêu cầu khuếch đại

Chương 2: Nội dung

2.1 Các nguyên lý của các ứng dụng mạng
2.2 Web và HTTP
2.3 FTP
2.4 Thư điện tử
- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS

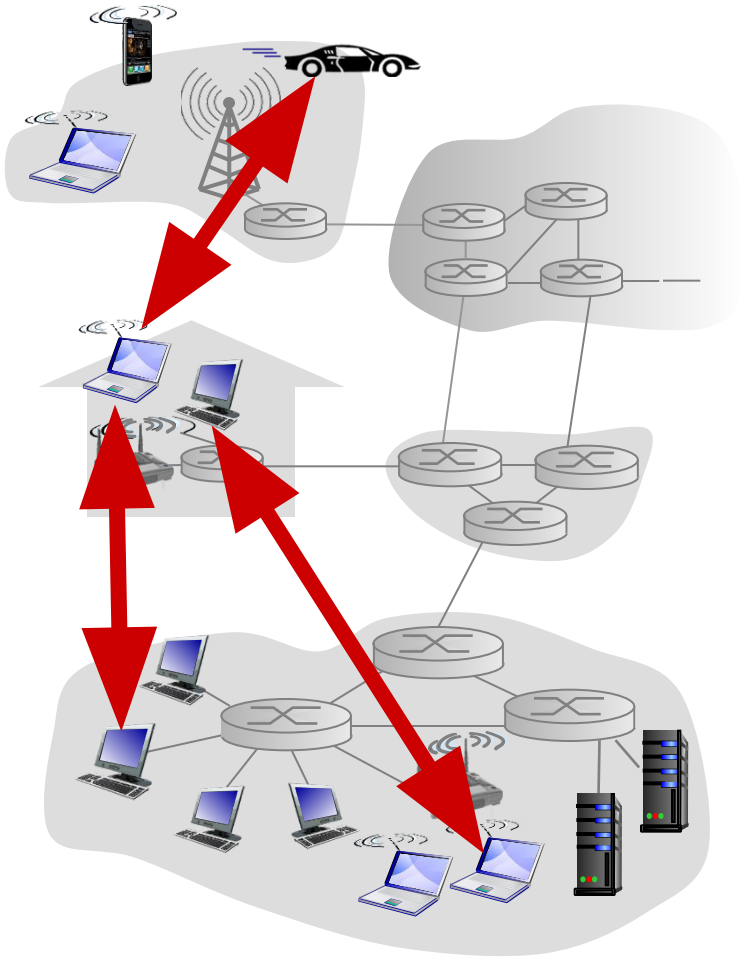
2.6 Các ứng dụng P2P
2.7 Lập trình socket với UDP và TCP

Kiến trúc P2P thuần túy

- Không có máy chủ hoạt động liên tục
- Các hệ thống đầu cuối bất kỳ giao tiếp trực tiếp với nhau
- Các máy được kết nối không liên tục và thay đổi địa chỉ IP

Ví dụ:

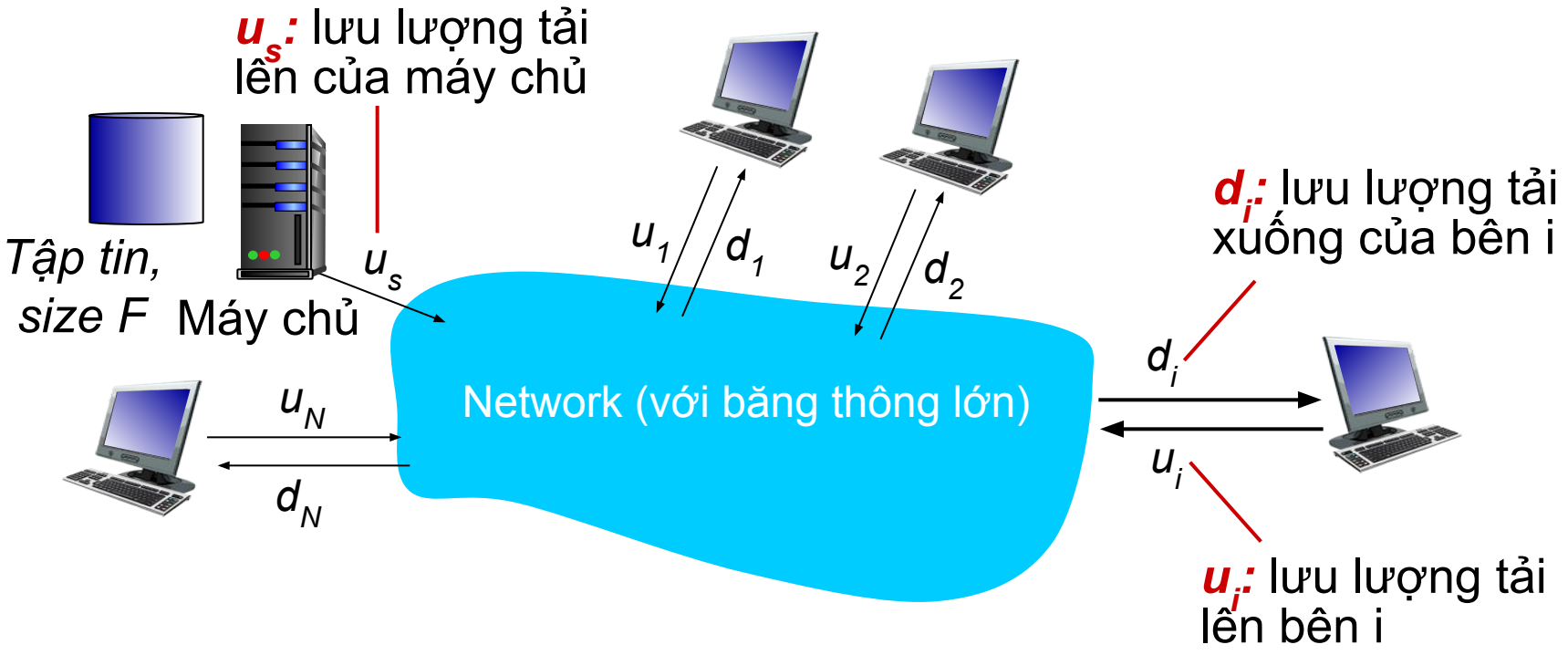
- Phân phối tập tin (BitTorrent)
- Streaming (KanKan)
- VoIP (Skype)



Phân phối tập tin: so sánh giữa mô hình máy khách-máy chủ và P2P

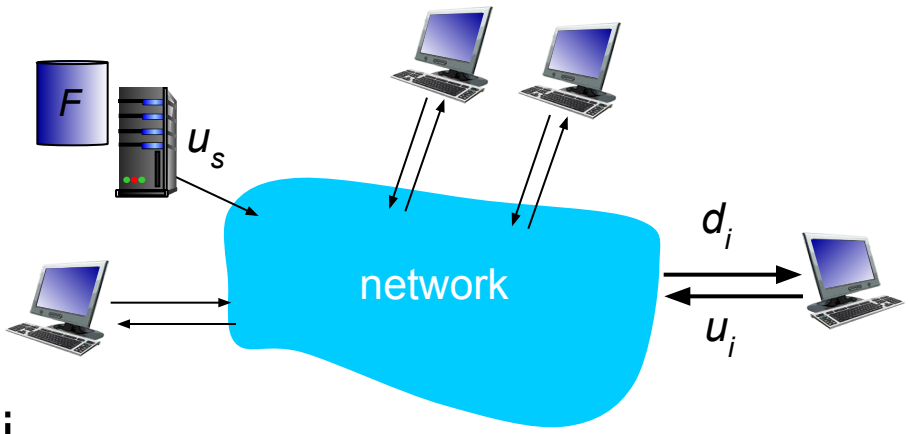
Câu hỏi: mất bao lâu để phân phối tập tin (kích thước *F*) từ một máy chủ đến N máy?

- Lưu lượng tải lên/tải xuống của bên (peer) là tài nguyên giới hạn



Thời gian phân phối tập tin: máy khách-máy chủ

- *Máy chủ truyền:* phải gửi (tải lên) tuần tự N bản sao tập tin:
  - Thời gian để gởi một bản sao: F/u_s
  - Thời gian để gởi N bản sao: NF/u_s



- *Máy khách:* *mỗi* máy khách phải tải xuống bản sao của tập tin
  - d_{min} = tốc độ tải xuống của máy khách tải chậm nhất
  - Thời gian để máy khách tải chậm nhất tải xong: F/d_{min}

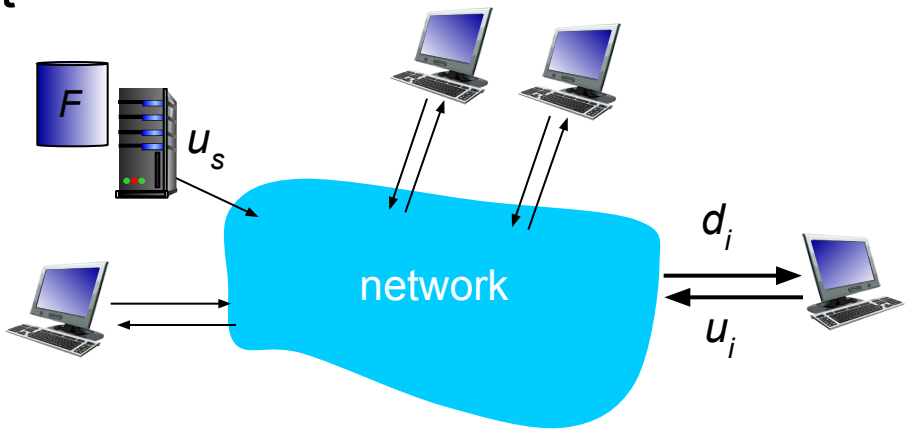
Tăng tuyến tính trong N

Thời gian để phân phối tập tin F đến N máy khách dùng phương pháp máy khách-máy chủ

$$D_{c\text{-}s} \geq max\{NF/u_s, F/d_{min}\}$$

Thời gian phân phối tập tin: P2P

- *Máy chủ:* chỉ cần tải lên ít nhất một bản sao
  - Thời gian gởi một bản sao: F/u_s
- *Một máy khách:* máy khách phải tải xuống bản sao tập tin
  - Thời gian tối thiểu để máy khách tải xuống: F/d_{min}
- *Nhiều máy khách:* với N máy thì tổng dung lượng tải về là NF bit
  - Tốc độ upload tối đa (khống chế tốc độ tải về tối đa) là $u_s + Su_i$



Thời gian phân phối F đến N máy khách dùng phương pháp P2P

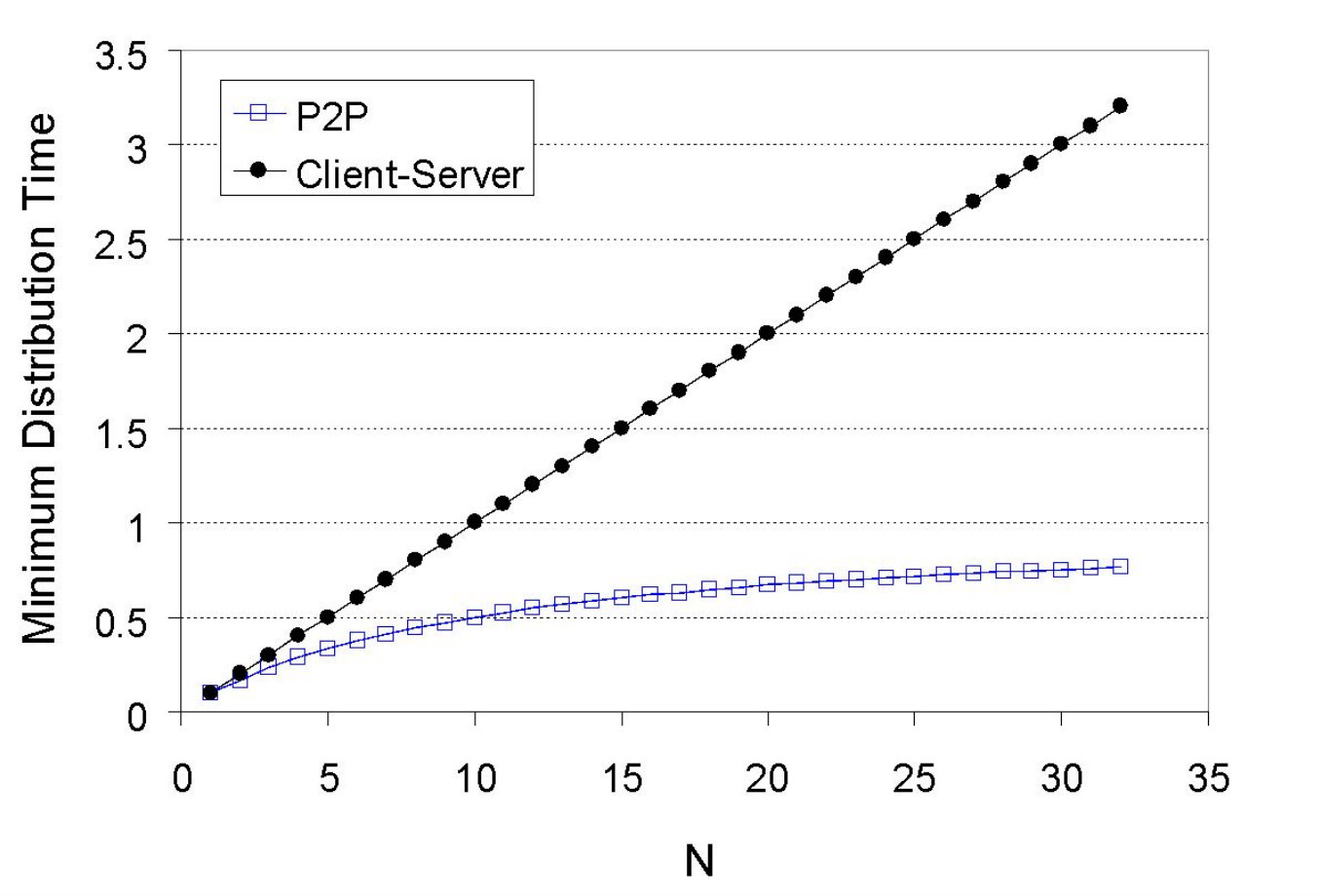
$$D_{P2P} \geq max\{F/u_s, F/d_{min}, NF/(u_s + Su_i)\}$$

Tăng tuyến tính trong *N* …

…nhưng mỗi khi thêm bên (peer) tham gia sử dụng dịch vụ, chính nó lại gia tăng năng lực dịch vụ

So sánh máy khách-máy chủ với P2P: ví dụ

Tốc độ máy khách upload = u, F/u = 1 hour, $u_s = 10u$, $d_{min} \geq u_s$

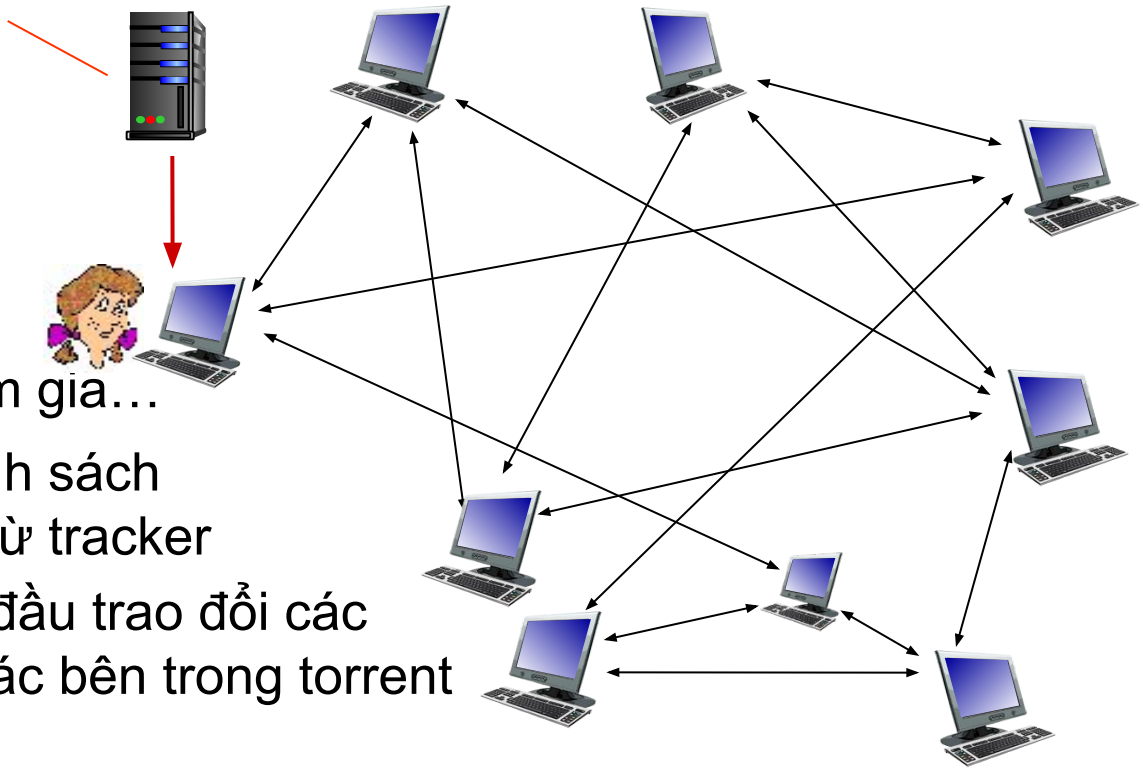


Phân phối tập tin P2P: BitTorrent

- Tập tin được chia thành các khối 256Kb (chunks)
- Các bên (peer) trong in torrent gửi/nhận các khối

tracker: theo dõi các bên (peers) tham gia trong torrent

torrent: nhóm các bên trao đổi các khối



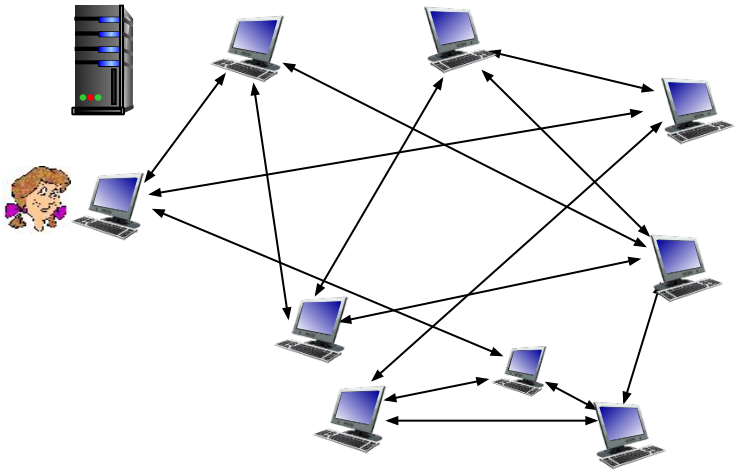
Alice tham gia…

… lấy danh sách các peer từ tracker

… và bắt đầu trao đổi các khối với các bên trong torrent

Phân phối tập tin P2P: BitTorrent

- Bên (peer) tham gia torrent:
  - Không có các khối, nhưng sẽ lần lượt tích lũy chúng từ các bên (peer) khác
  - Đăng ký với tracker để lấy danh sách các bên (peer) khác, kết nối với peer khác và cả "láng giềng" của các bên (peer) khác



- Trong khi tải xuống, bên (peer) tải các khối dữ liệu nó đã có tới các bên (peer) khác
- Bên (peer) có thể thay đổi các bên (peer) mà nó đang trao đổi các khối dữ liệu
- Các bên (peer) có thể tham gia hay rời bỏ nhóm phân phối
- Một khi bên (peer) có toàn bộ tập tin, nó có thể (ích kỷ) rời khỏi hoặc (vị tha) ở lại trong nhóm

BitTorrent: yêu cầu, gởi các khối

Yêu cầu các khối:

- Tại bất kỳ thời điểm nào, các peer khác nhau có các tập con khác nhau của các khối
- Định kỳ, Alice yêu cầu mỗi bên (peer) cho danh sách các khối mà các bên (peer) có
- Alice yêu cầu các khối đang thiếu từ các bên (peer) , hiếm trước

Gởi các khối: tit-for-tat

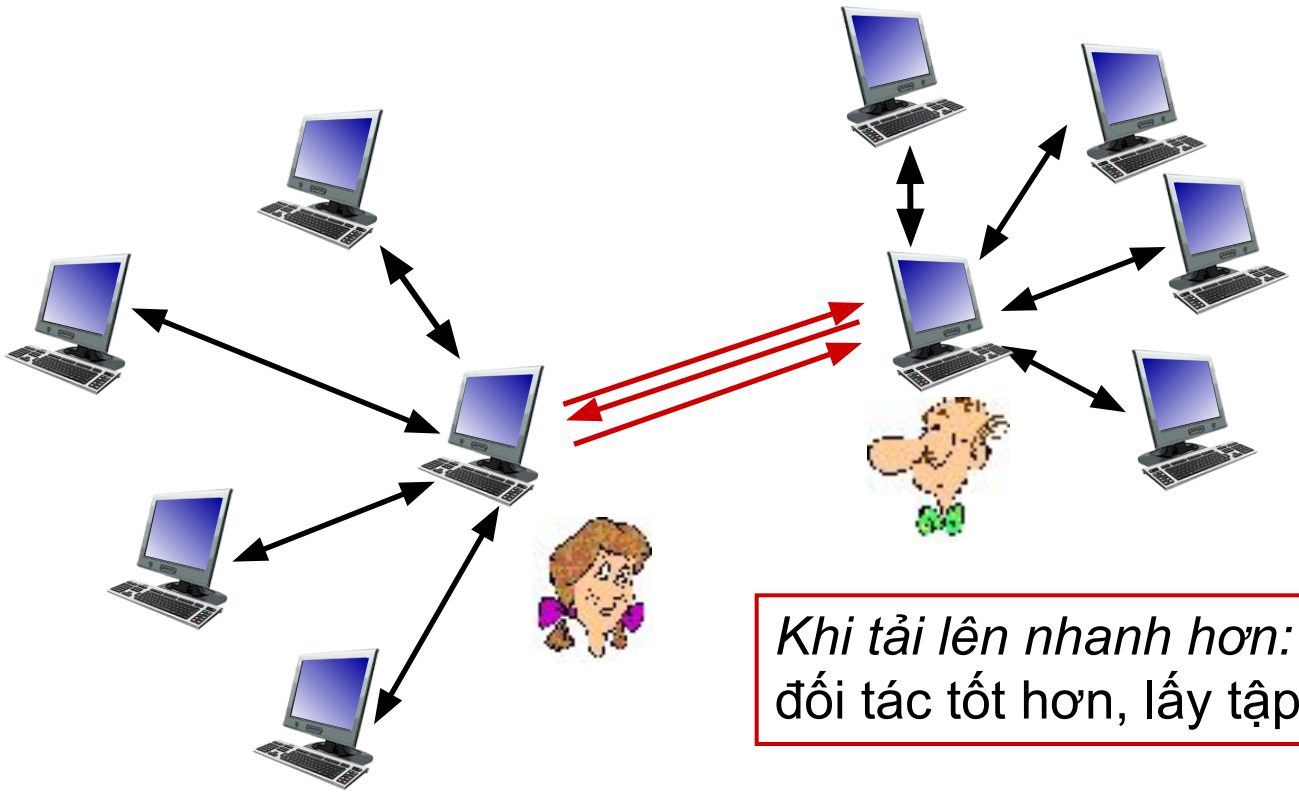
- Alice gởi các khối cho bốn bên (peer) nào hiện tại đang gởi các khối cho cô ở tốc độ cao nhất
  - Alice xiết các yêu cầu từ các peer khác (sẽ không nhận được khối từ Alice)
  - Đánh giá lại top 4 mỗi 10 giây
- Mỗi 30 giây: chọn ngẫu nhiên một peer khác, bắt đầu gởi các khối
  - Không xiết các yêu cầu của bên (peer) này
  - Bên (peer) mới được chọn có thể tham gia và top 4

BitTorrent: tit-for-tat

(1) Alice cho Bob kết nối

(2) Alice trở thành một trong bốn nhà cung cấp hàng đầu của Bob; Bob đáp lại

(3) Bob trở thành một trong bốn nhà cung cấp hàng đầu của Alice



Khi tải lên nhanh hơn: dễ tìm được đối tác tốt hơn, lấy tập tin nhanh hơn!

Distributed Hash Table (DHT)

- Bảng Hash
- Mô hình DHT
- Circular DHT and overlay networks
- Peer churn

Cơ sở dữ liệu đơn giản

Cơ sở dữ liệu phân tán (*distributed P2P database*) đơn giản với cặp (key, value):

- Khóa (key): số an sinh xã hội; value: tên người

Key	Value
132-54-3570	John Washington
761-55-3791	Diana Louise Jones
385-41-0902	Xiaoming Liu
441-89-1956	Rakesh Gopal
217-66-5609	Linda Cohen
……	…….
177-23-0199	Lisa Kobayashi

- Khóa (key): tên phim; value: địa chỉ IP

Bảng Hash

- Thuận tiện hơn để lưu trữ và tìm kiếm trên đại diện số của khóa (key)
- Khóa (key) = hash(original key)

Khóa gốc (Original Key)	Khóa (key)	Giá trị
132-54-3570	8962458	John Washington
761-55-3791	7800356	Diana Louise Jones
385-41-0902	1567109	Xiaoming Liu
441-89-1956	2360012	Rakesh Gopal
217-66-5609	5430938	Linda Cohen
……		…….
177-23-0199	9290124	Lisa Kobayashi

Distributed Hash Table (DHT)

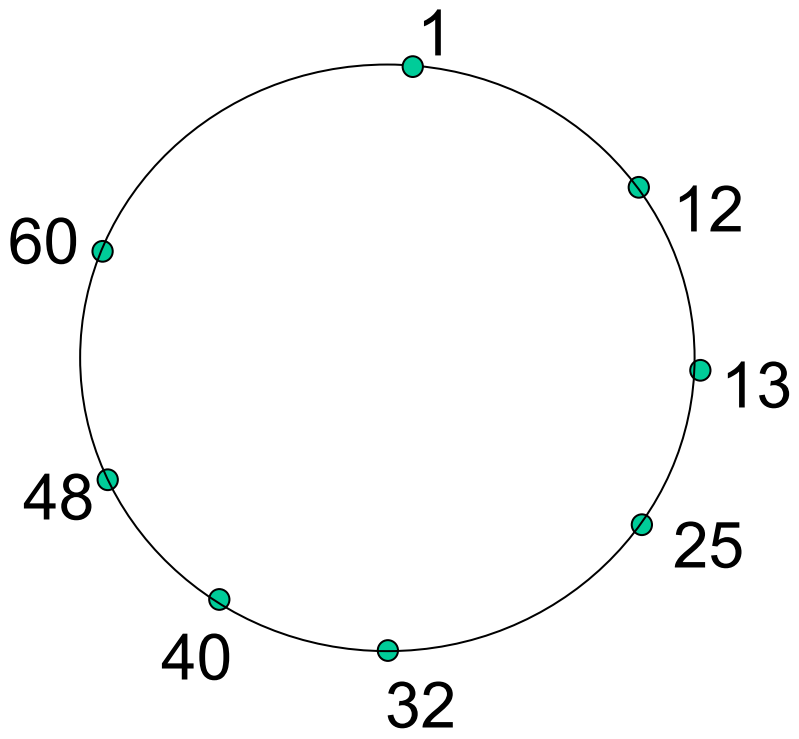
- Phân phối các cặp (key, value) qua hàng triệu các bên
  - Các cặp được phân bố đều trên các peer
- Bất kỳ bên (peer) nào cũng có thể truy vấn trên DHT bằng cách dùng key
  - Cơ sở dữ liệu trả về giá trị trùng key đó
  - Để giải quyết truy vấn, số lượng nhỏ các thông điệp được trao đổi giữa các bên (peer)
- Mỗi bên (peer) chỉ biết một số nhỏ các bên (peer) khác

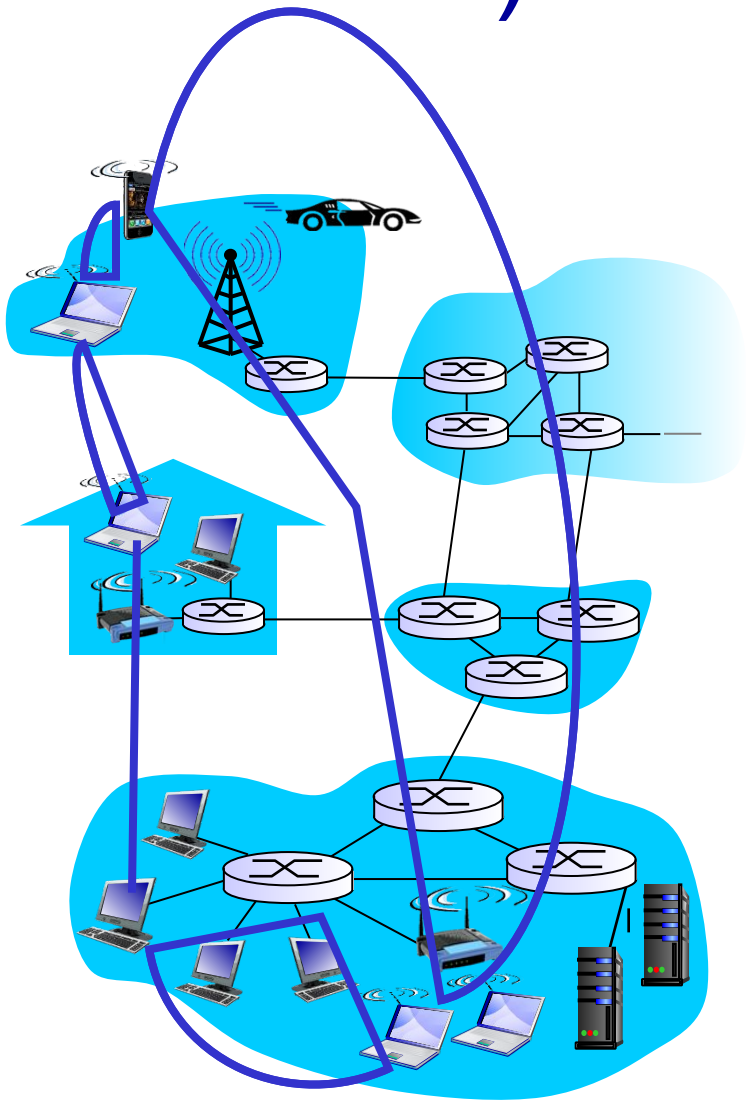
Chỉ định các cặp khóa-giá trị (key-value) cho các bên (peer)

- Quy tắc: chỉ định cặp khóa-giá trị (key-value) đến bên (peer) mà có ID *gần nhất (closest)*.
- Quy ước: gần nhất(closest) is *sự kế thừa ngay lập tức (immediate successor)* của khóa (key) đó.
- Ví dụ: không gian ID {0,1,2,3,…,63}
- Giả sử 8 bên: 1,12,13,25,32,40,48,60
  - Nếu khóa = 51, thì được chỉ định cho bên (peer) 60
  - Nếu khóa = 60, thì được chỉ định cho bên (peer) 60
  - Nếu khóa = 61, thì được chỉ định cho bên (peer) 1

DHT vòng tròn (Circular DHT)

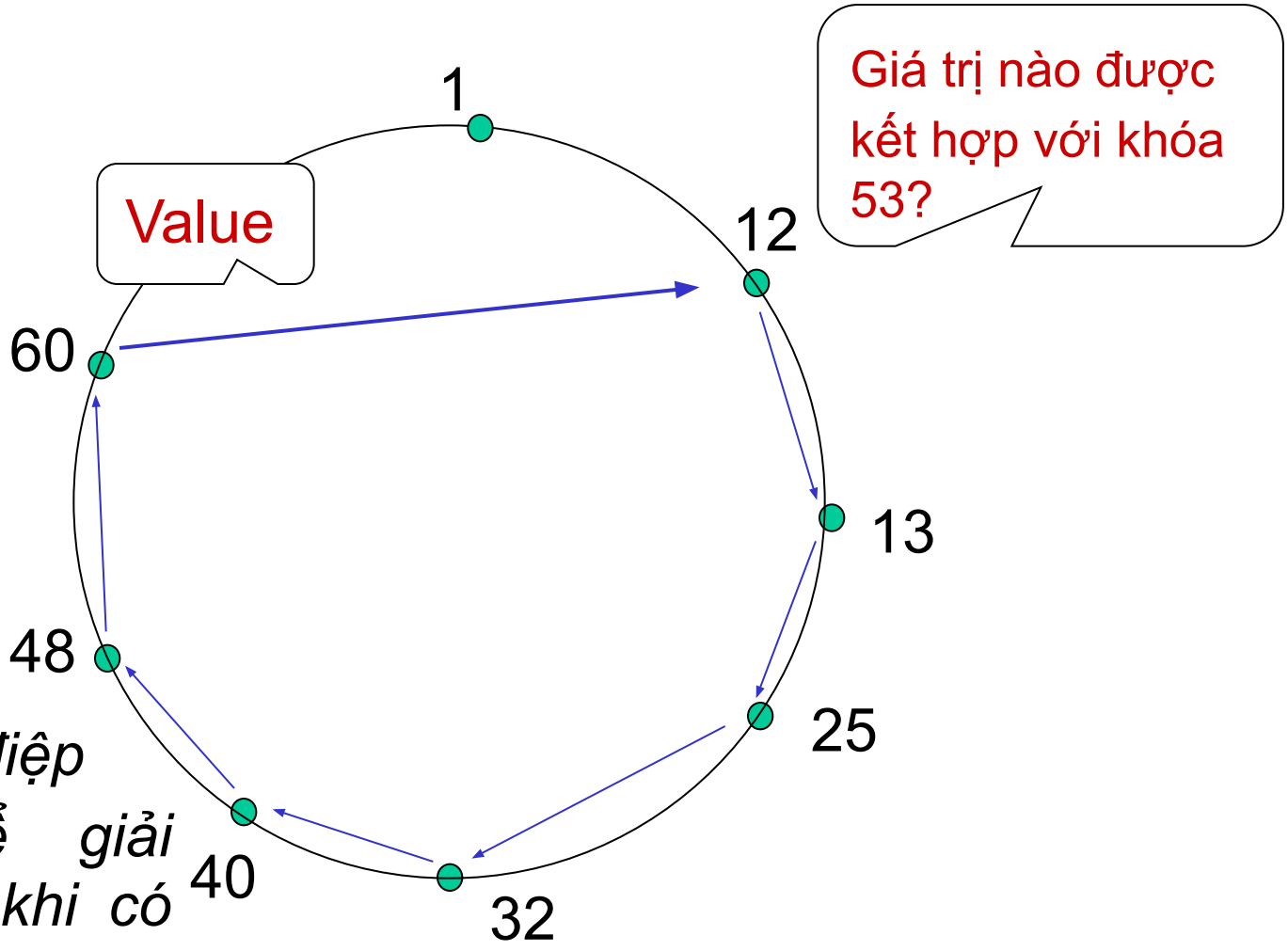
Mỗi bên *chỉ nhận thức được người lập tức kế nhiệm và người tiền nhiệm*





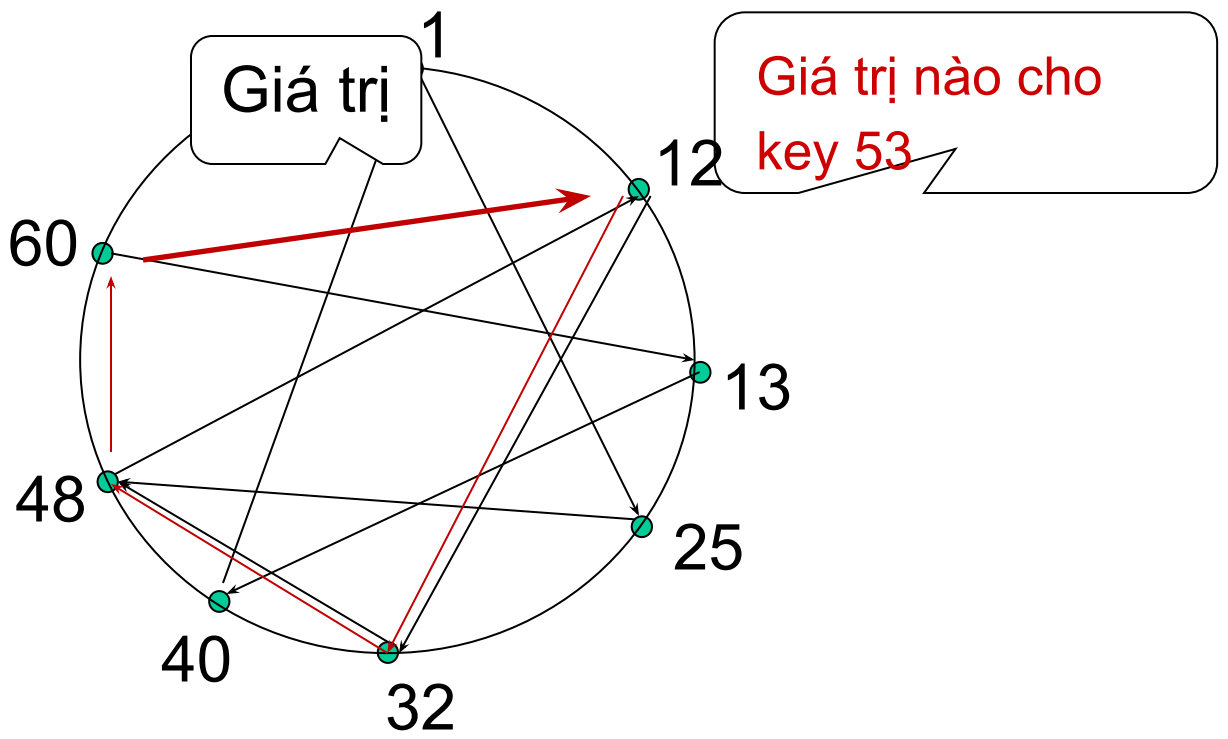
"overlay network"

Giải quyết một truy vấn



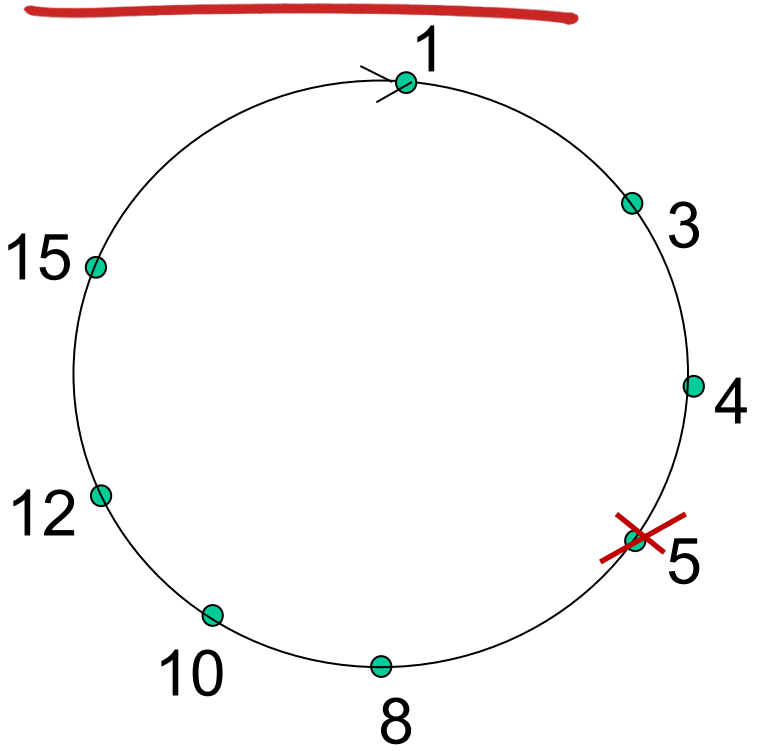
O(N) các thông điệp trung bình để giải quyết truy vấn, khi có N bên (peer)

DHT vòng tròn với đường tắt



- Mỗi bên theo dõi đại chỉ IP của người tiền nhiệm, người kế nhiệm, đường tắt.
- Giảm từ 6 còn 3 thông điệp.
- Có thể thiết kế các đường tắt với *O(log N)* láng giềng, *O(log N)* thông điệp trong truy vấn

Peer churn

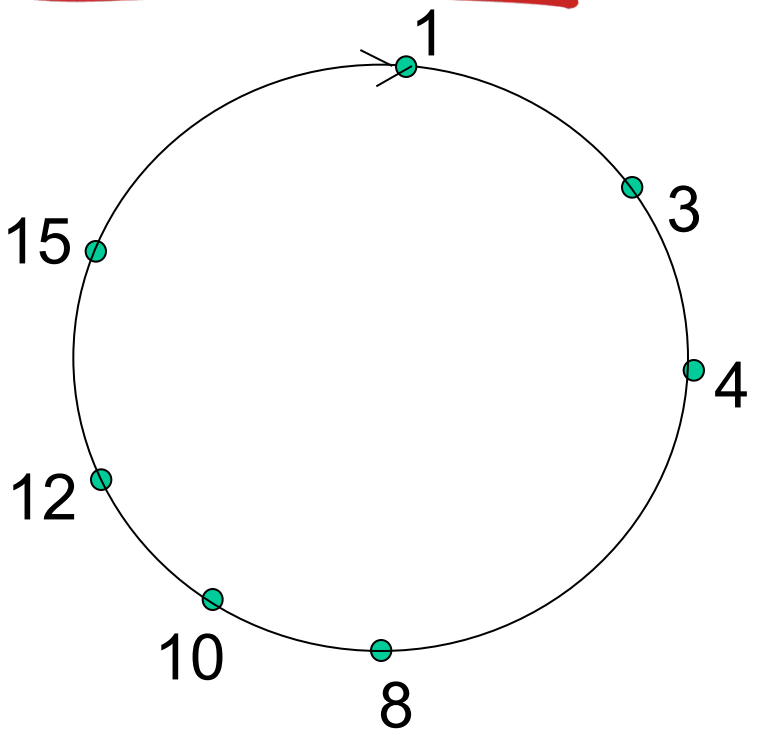


Ví dụ: peer 5 đột ngột rời khỏi

Xử lý peer churn:

- Các bên có thể tham gia và rời khỏi (churn) nhóm
- Mỗi bên biết địa chỉ của hai kế nhiệm của nó
- Mỗi bên định kỳ ping hai kế nhiệm của nó để kiểm tra sự tồn tại
- Nếu người vừa kế nhiệm bỏ đi, thì chọn kế nhiệm kế tiếp như là người kế nhiệm tức thời mới

Peer churn



Xử lý peer churn:

- Các bên có thể tham gia và rời khỏi (churn) nhóm
- Mỗi bên biết địa chỉ của hai kế nhiệm của nó
- Mỗi bên định kỳ ping hai kế nhiệm của nó để kiểm tra sự tồn tại
- Nếu người vừa kế nhiệm bỏ đi, thì chọn kế nhiệm kế tiếp như là người kế nhiệm tức thời mới

Ví dụ: bên (peer) 5 đột ngột rời khỏi

- Bên (peer) 4 phát hiện sự rời khỏi của bên (peer) 5; bên (peer) 8 trở thành người kế nhiệm ngay lập tức của nó
- 4 yêu cầu 8 là người kế nhiệm tức thời của nó; người kế nhiệm tức thời của 8 trở thành người kế nhiệm thứ 2 của 4.

Chương 2: Nội dung

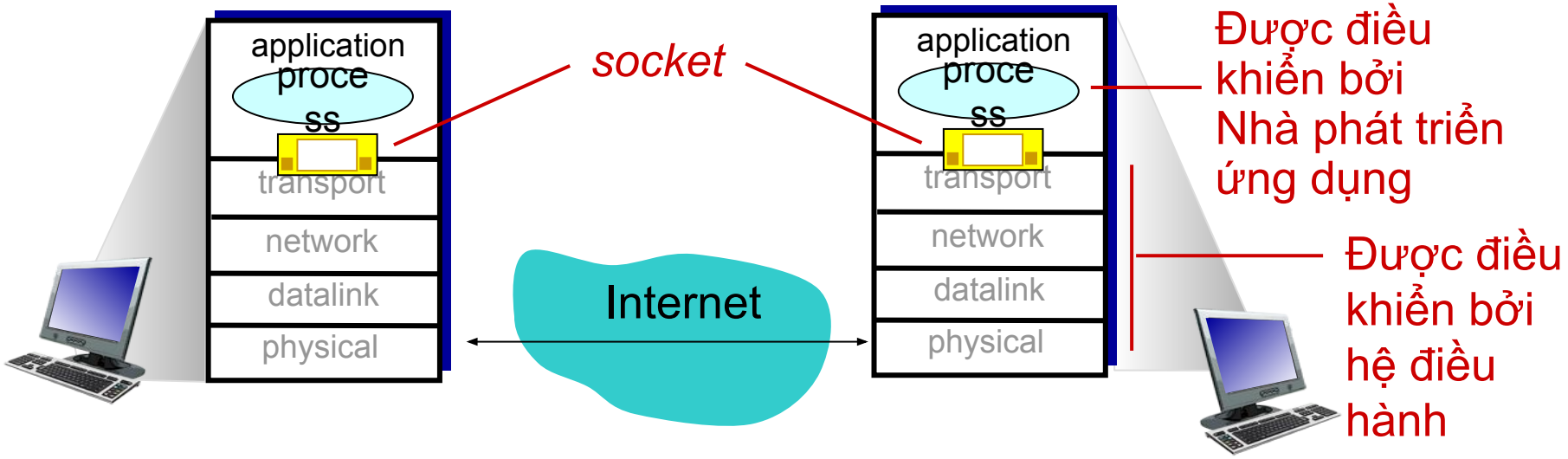
2.1 Các nguyên lý của các ứng dụng mạng
2.2 Web và HTTP
2.3 FTP
2.4 Thư điện tử
- SMTP, POP3, IMAP

2.5 DNS
2.6 Các ứng dụng P2P
2.7 Lập trình socket với UDP và TCP

Lập trình Socket

Mục tiêu: tìm hiểu cách xây dựng các ứng dụng máy khách/máy chủ liên lạc bằng sockets

socket: một cánh cửa giữa tiến trình ứng dụng và giao thức vận chuyển giữa 2 đầu cuối



Lập trình Socket

Hai loại socket cho hai dịch vụ transport:

- *UDP:* chuyển gói tin không đảm bảo
- *TCP:* chuyển luồng tin có đảm bảo (stream-oriented)

Ứng dụng ví dụ:

1. Máy khách nhận một dòng các ký tự (dữ liệu) từ bàn phím của nó và gởi dữ liêu đó đến máy chủ.
2. Máy chủ nhận được dữ liệu đó và chuyển đổi các ký tự sang chữ hoa.
3. Máy chủ gởi dữ liệu đã được sửa đổi cho máy khách ở trên.
4. Máy khách này nhận được dữ liệu đã bị sửa đổi và hiển thị dòng đó lên màn hình của nó.

Lập trình Socket với *UDP*

UDP: không "kết nối" giữa máy khách và máy chủ

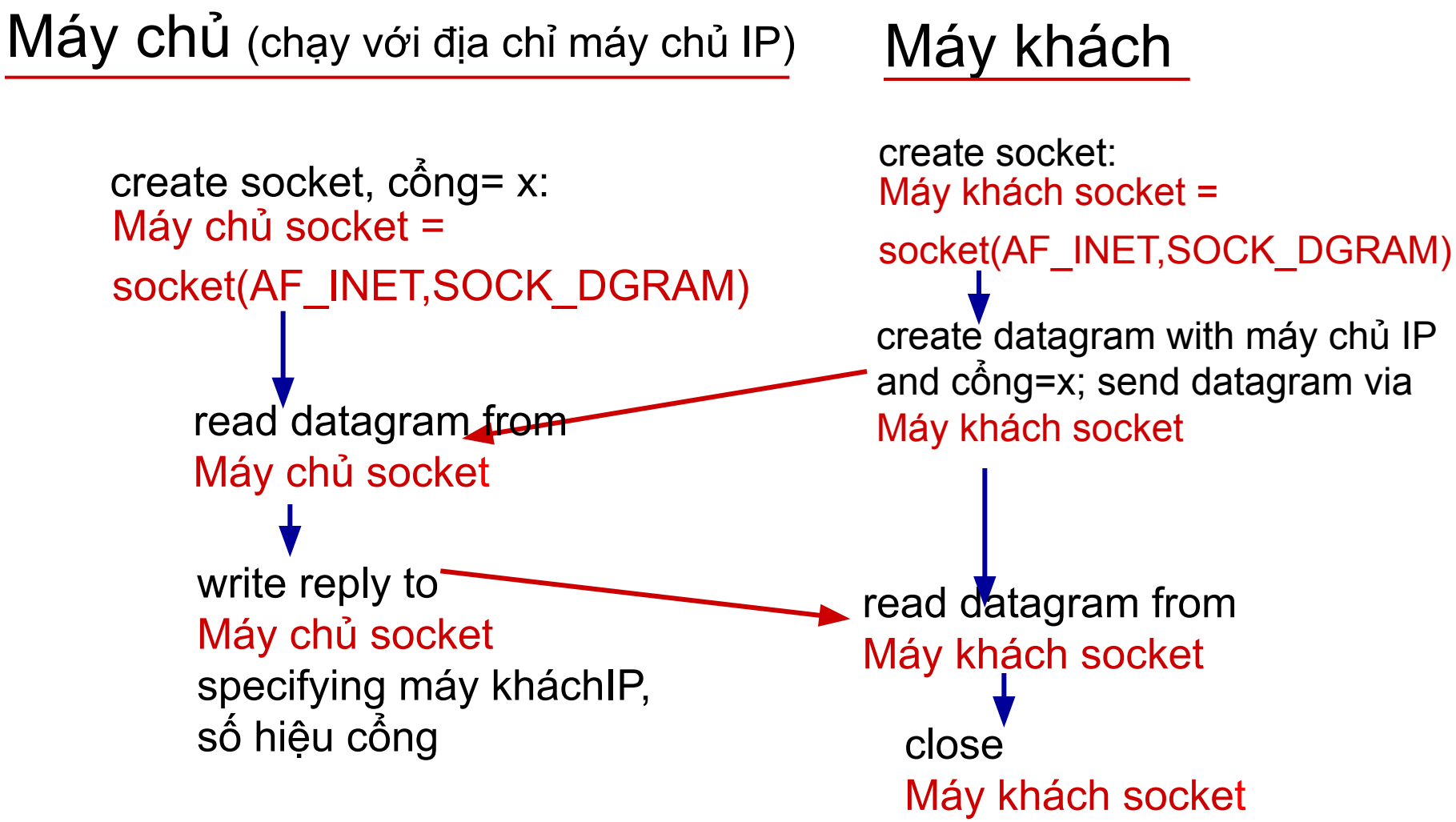
- Không bắt tay trước khi gởi dữ liệu
- Bên gửi chỉ rõ địa chỉ IP đích và số cổng cho mỗi gói (packet)
- Bên nhận lấy địa chỉ IP và số cổng của bên gửi từ gói nhận được

UDP: dữ liệu được truyền có thể bị mất hoặc được nhận không đúng thứ tự

Quan điểm ứng dụng:

- UDP cung cấp cơ chế truyền các nhóm bytes ("datagrams") không tin cậy giữa máy khách và máy chủ

Sự tương tác socket máy khách/máy chủ: UDP



Ứng dụng ví dụ: UDP máy khách

Python UDP client

Bao gồm thư viện socket của Python'

```
from socket import *
```

```
serverName = 'hostname'
```

Tạo socket UDP cho máy chủ

```
serverPort= 12000
```

```
clientSocket = socket(socket.AF_INET,
                      socket.SOCK_DGRAM)
```

Nhận thông điệp từ bàn phím người dùng

```
message = raw_input('Input lowercase sentence:')
```

Đính kèm tên máy chủ, cổng đến thông điệp; gởi vào socket

```
clientsocket.sendto(message,(serverName,
serverPort))
```

Đọc các ký tự trả lời từ socket vào chuỗi

```
modifiedMessage, serverAddress =
                      clientSocket.recvfrom(2048)
```

In ra chuỗi được nhận và đóng socket

```
print modifiedMessage
```

Ứng dụng ví dụ : UDP server

Python UDP server

```
from socket import *

serverPort = 12000

serverSocket = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM)

serverSocket.bind(('', serverPort))

print “The server is ready to receive”

while 1:

    message, clientAddress =

serverSocket.recvfrom(2048)

    modifiedMessage = message.upper()

    serverSocket.sendto(modifiedMessage,

clientAddress)
```

Tạo UDP socket

Gắn kết socket đến số cổng cục bộ12000

Lặp mãi mãi

Đọc từ UDP socket vào message, lấy địa chỉ IP của máy khách (địa chỉ IP máy khách và cổng)

Gởi chuỗi chữ hoa trở lại cho máy khách này

Lập trình Socket *với TCP*

Máy khách phải liên lạc với máy chủ

- Tiến trình máy chủ phải được chạy trước
- Máy chủ phải tạo socket để mời máy khách đến liên lạc

Máy khách tiếp xúc máy chủ bằng:

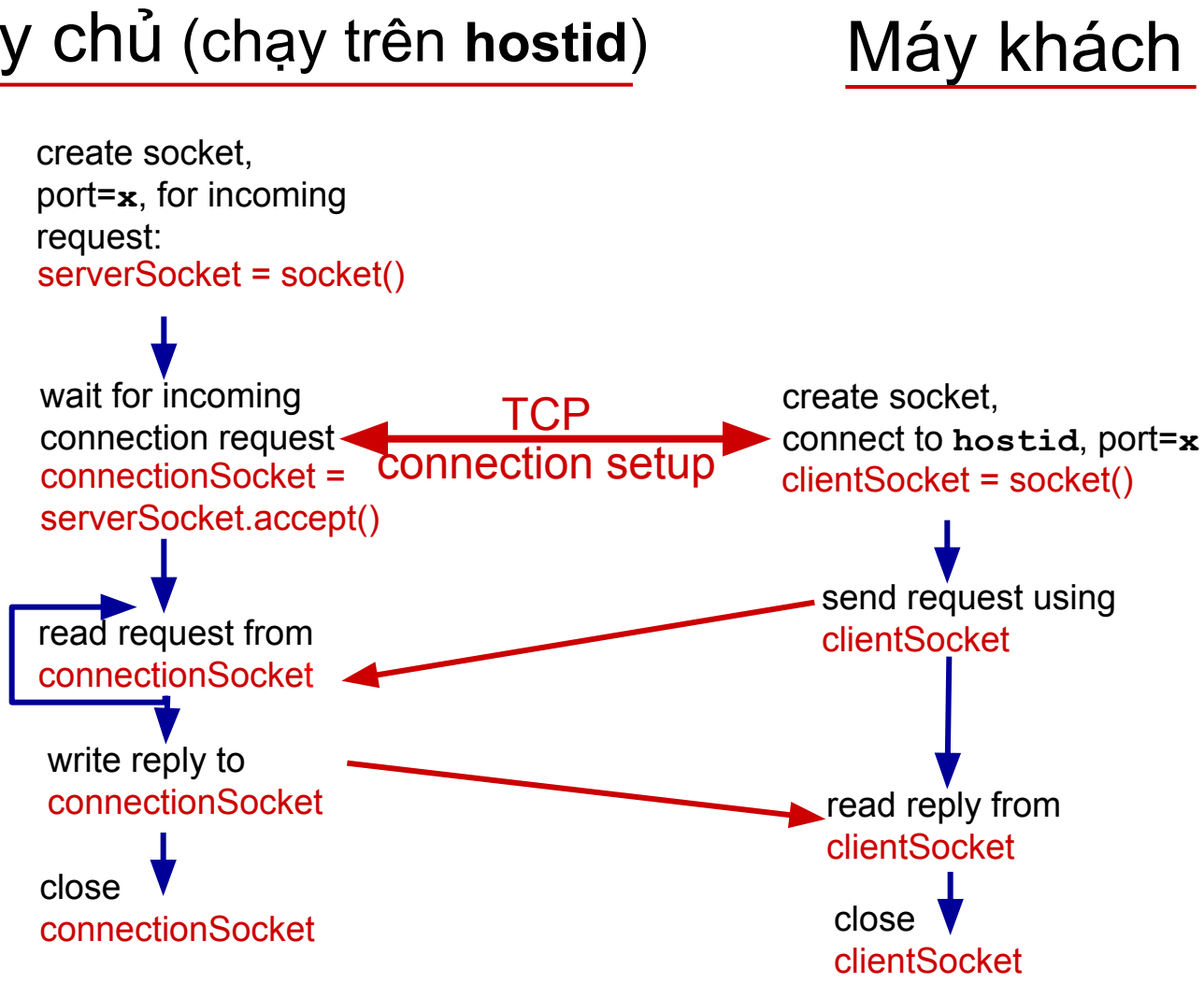
- Tạo socket TCP, xác định địa chỉ IP, số cổng của tiến trình máy chủ
- *Khi máy khách tạo socket:* máy khách TCP thiết lập kết nối đến máy chủ TCP

- Khi được máy khách liên lạc, *máy chủ TCP tạo socket mới* cho tiến trình máy chủ để trao đổi với máy khách đó
  - Cho phép máy chủ nói chuyện với nhiều máy khách
  - Số cổng nguồn được dùng để phân biệt các máy khách (xem tiếp chương 3)

Quan điểm ứng dụng:

TCP cung cấp việc truyền các byte đáng tin cậy và theo thứ tự giữa máy khách và máy chủ

Tương tác socket máy khách/máy chủ: TCP



Ứng dụng ví dụ : TCP client

Python TCP client

```
from socket import *
serverName = 'servername'
serverPort = 12000
clientSocket = socket(AF_INET, SOCK_STREAM)
clientSocket.connect((serverName,serverPort))
sentence = raw_input('Input lowercase sentence:')
clientSocket.send(sentence)
modifiedSentence = clientSocket.recv(1024)
print 'From Server:', modifiedSentence
clientSocket.close()
```

Tạo TCP socket cho máy chủ, cổng 12000

Không cần đính kèm tên máy chủ, cổng

Ví dụ ứng dụng: TCP máy chủ

Python TCPmáy chủ

```
from socket import *
serverPort = 12000
serverSocket = socket(AF_INET,SOCK_STREAM)
serverSocket.bind((‘’,serverPort))
serverSocket.listen(1)
print ‘The server is ready to receive’
while 1:
    connectionSocket, addr = serverSocket.accept()

    sentence = connectionSocket.recv(1024)
    capitalizedSentence = sentence.upper()
    connectionSocket.send(capitalizedSentence)
    connectionSocket.close()
```

Tạo socket TCP chào đón

Máy chủ bắt đầu lắng nghe các yêu cầu TCP đến

Lặp mãi mãi

Máy chủ đợi accept() cho yêu cầu đến, socket mới được tạo trở về

Đọc các byte từ socket (nhưng không đọc địa chỉ như UDP)

Đóng kết nối đến máy khách này(nhưng không đóng socket chào đón)

Chương 2: Tóm tắt

- Các kiến trúc ứng dụng
  - Máy khách-máy chủ
  - P2P
- Các yêu cầu về dịch vụ ứng dụng:
  - Độ tin cậy, băng thông, độ trễ
- Mô hình dịch vụ vận chuyển Internet
  - Kết nối định hướng, tin cậy: TCP
  - Không tin cậy, datagrams: UDP
- Các giao thức:
  - HTTP
  - FTP
  - SMTP, POP, IMAP
  - DNS
  - P2P: BitTorrent, DHT
- Lập trình socket : TCP, UDP sockets

Chương 2: Tóm tắt

Quan trọng: tìm hiểu về các giao thức!

- Trao đổi thông điệp yêu cầu /trả lời điển hình:
  - Máy khách yêu cầu thông tin hoặc dịch vụ
  - Máy chủ đáp ứng với dữ liệu, mã trạng thái
- Các định dạng thông điệp:
  - Phần đầu (headers): các trường cho biết thông tin về dữ liệu
  - Dữ liệu: thông tin để truyền thông

Các chủ đề quan trọng:

- Điều khiển với các thông điệp dữ liệu
  - in-band, out-of-band
- Tập trung và không tập trung
- Không trạng thái và có trạng thái
- Truyền tin cậy và không tin cậy
- "sự phức tạp tại mạng biên"