

Trường Đại Học Bách Khoa Tp.HCM
Hệ Đào Tạo Từ Xa
Khoa Khoa Học và Kỹ Thuật Máy Tính

Mạng máy tính căn bản

Bài giảng 2: Giới thiệu (tiếp theo)

Tham khảo:

Chương 1: “Computer Networking – A top-down approach”
Kurose & Ross, 5th ed., Addison Wesley, 2010.

Chương 1: Mục lục

1.1 Internet là gì?

1.2 Ngoại vi mạng

- ▣ máy đầu cuối, môi trường truyền, liên kết

1.3 Phần lõi của mạng

- ▣ Sự chuyển mạch, sự chuyển gói, cấu trúc mạng

1.4 Độ trễ, sự mất mát và thông lượng trong mạng chuyển gói

1.5 Các tầng giao thức, các mô hình dịch vụ

1.6 Mạng trước các nguy cơ tấn công: Bảo mật

1.7 Lịch sử

Lỗi của mạng: Chuyển gói

mỗi dòng dữ liệu đầu cuối-
đầu cuối được chia thành
nhiều gói

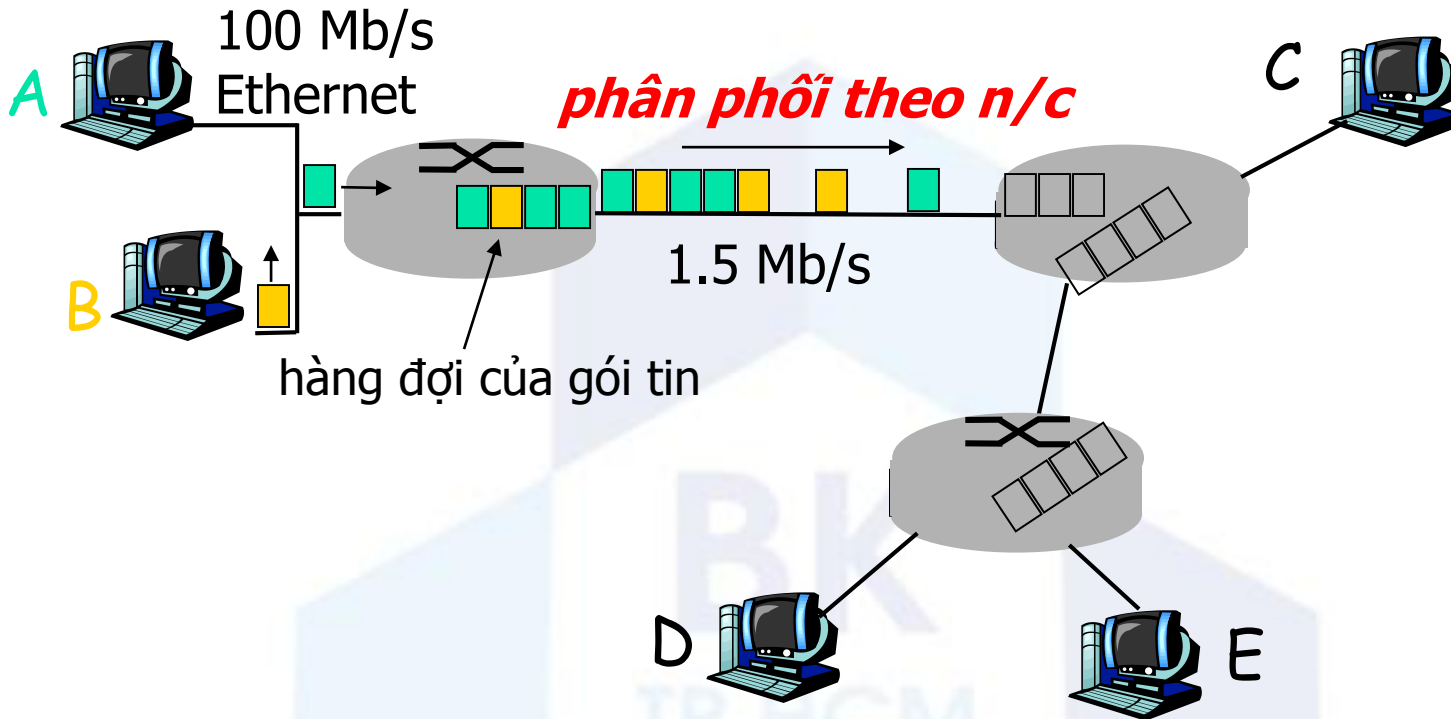
- các người dùng chia sẻ tài nguyên mạng
- mỗi gói tin được dùng toàn bộ băng thông của liên kết
- tài nguyên được sử dụng theo nhu cầu

phân chia băng thông
phân phối tài nguyên
chuyên dụng
dự trữ tài nguyên

Tranh đua tài nguyên:

- nhu cầu sử dụng vượt quá tài nguyên cho phép
- tắc nghẽn: các gói tin mắc kẹt và nằm trong hàng đợi tại các nút mạng.
- lưu và chuyển tiếp: nguyên gói tin di chuyển qua từng nút mạng.
 - nút mạng nhận toàn vẹn gói tin trước khi chuyển tiếp

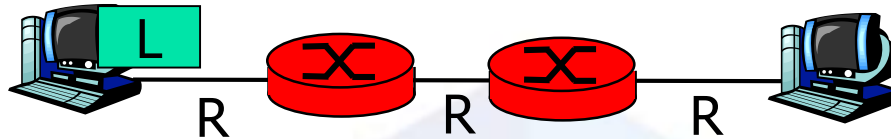
Chuyển gói: phân phối tài nguyên theo nhu cầu



Thứ tự của các gói tin của A và B không theo một quy tắc nào, tài nguyên được chia sẻ theo nhu cầu.

TDM: mỗi máy nhận được một ô thời gian trong khung thời gian xoay vòng của TDM.

Chuyển gói: lưu-và-chuyển tiếp



- ta có L/R (s) là t/g để truyền gói tin độ dài L bit lên một liên kết có tốc độ R bps
- ***lưu và chuyển tiếp***: gói tin phải được nhận trọn vẹn tại bộ chuyển mạch trước khi nó có thể được truyền trên liên kết tiếp theo
- độ trễ = $3L/R$ (giả sử thời gian lan truyền là 0)

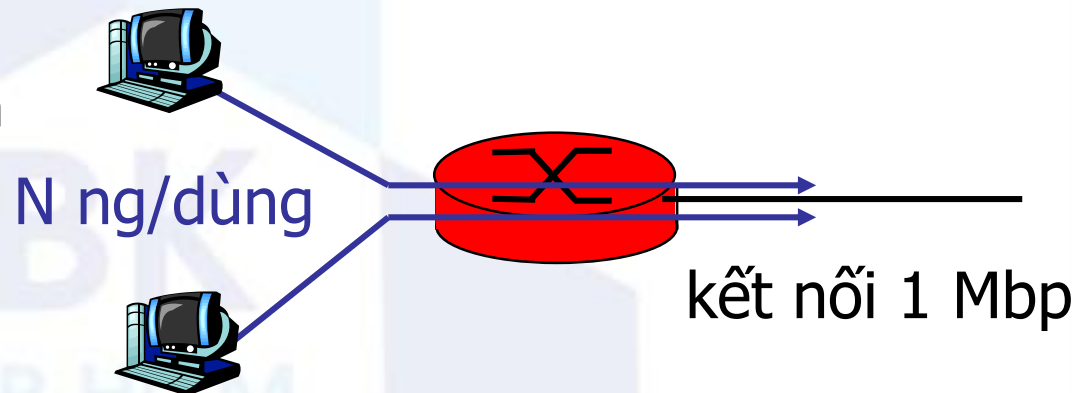
ví dụ:

- $L = 7.5$ Mbits
- $R = 1.5$ Mbps
- độ trễ truyền tải = 15 sec

Chuyển gói vs chuyển mạch

chuyển gói cho phép nhiều người dùng hơn sử dụng mạng!

- liên kết 1 Mb/s
- mỗi ng/dùng:
 - 100 kb/s khi sử dụng
 - sử dụng 10% thời gian
- *chuyển mạch:*
 - 10 ng/dùng
- *chuyển gói:*
 - với 35 ng/dùng, xác suất > 10 sử dụng mạng cùng lúc < 0.0004



?: làm thế nào để tính ra 0.0004?

Chuyển gói vs chuyển mạch

chuyển gói hoàn toàn vượt trội?

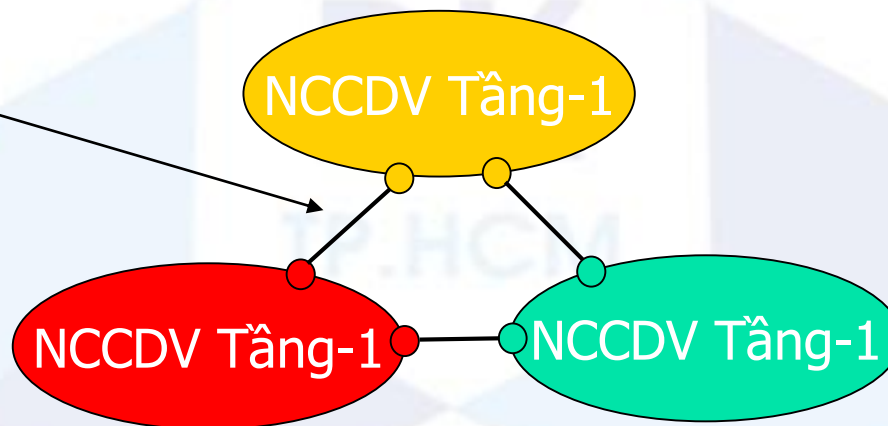
- phù hợp với dữ liệu không đều
 - chia sẻ tài nguyên
 - đơn giản, ko yêu cầu khởi tạo cuộc gọi
- **tắc nghẽn quá mức:** gói tin bị trễ và mất
 - cần có các giao thức cho việc truyền tải dữ liệu tin cậy, kiểm soát tắc nghẽn.
- **Hỏi: làm thế nào để cung cấp dịch vụ tương tự như chuyển mạch?**
 - băng thông cần đảm bảo cho các ứng dụng t/g thực

?: ví dụ về những hoạt động của con người có cơ chế tương tự như cơ chế dự trữ tài nguyên (chuyển mạch) và phân phối theo nhu cầu (chuyển gói)?

Cấu trúc Internet: mạng của các mạng

- cấu trúc phân cấp
- ở trung tâm: các NCCDV (ISP) "tầng-1" (vd, FPT, Viettel, VNPT, cáp và không dây), phạm vi quốc gia/quốc tế
 - quan hệ ngang hàng với nhau

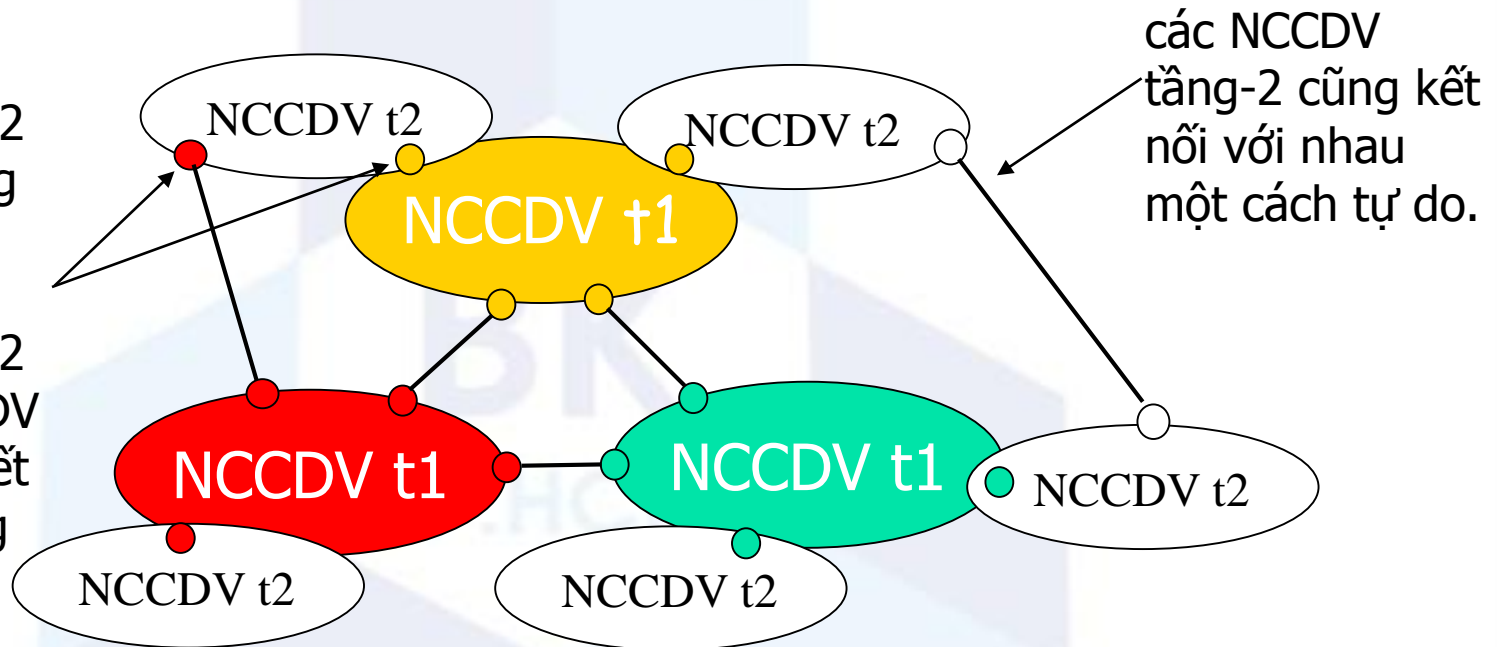
các NCCDV tầng-1 kết nối với nhau một cách tự do



Cấu trúc Internet: mạng của các mạng

- NCCDV “tầng-2”: nhỏ hơn (thường là thuộc khu vực)
 - kết nối tới một hoặc nhiều NCCDV tầng-1 và có thể tầng-2

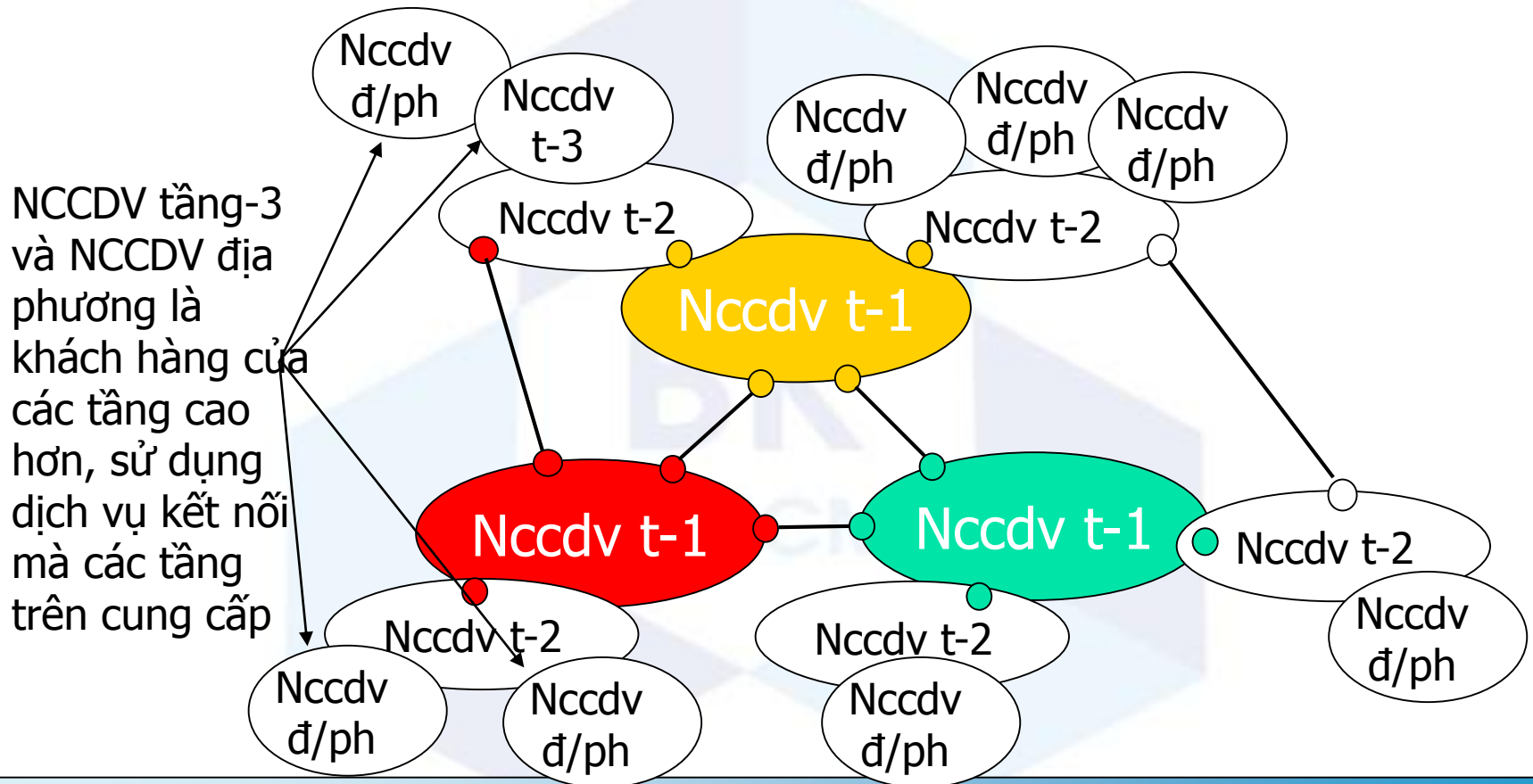
- NCCDV tầng-2 là khách hàng của NCCDV tầng-1
- NCCDV tầng-2 trả tiền NCCDV tầng-1 cho kết nối vào mạng Internet



Cấu trúc Internet: mạng của các mạng

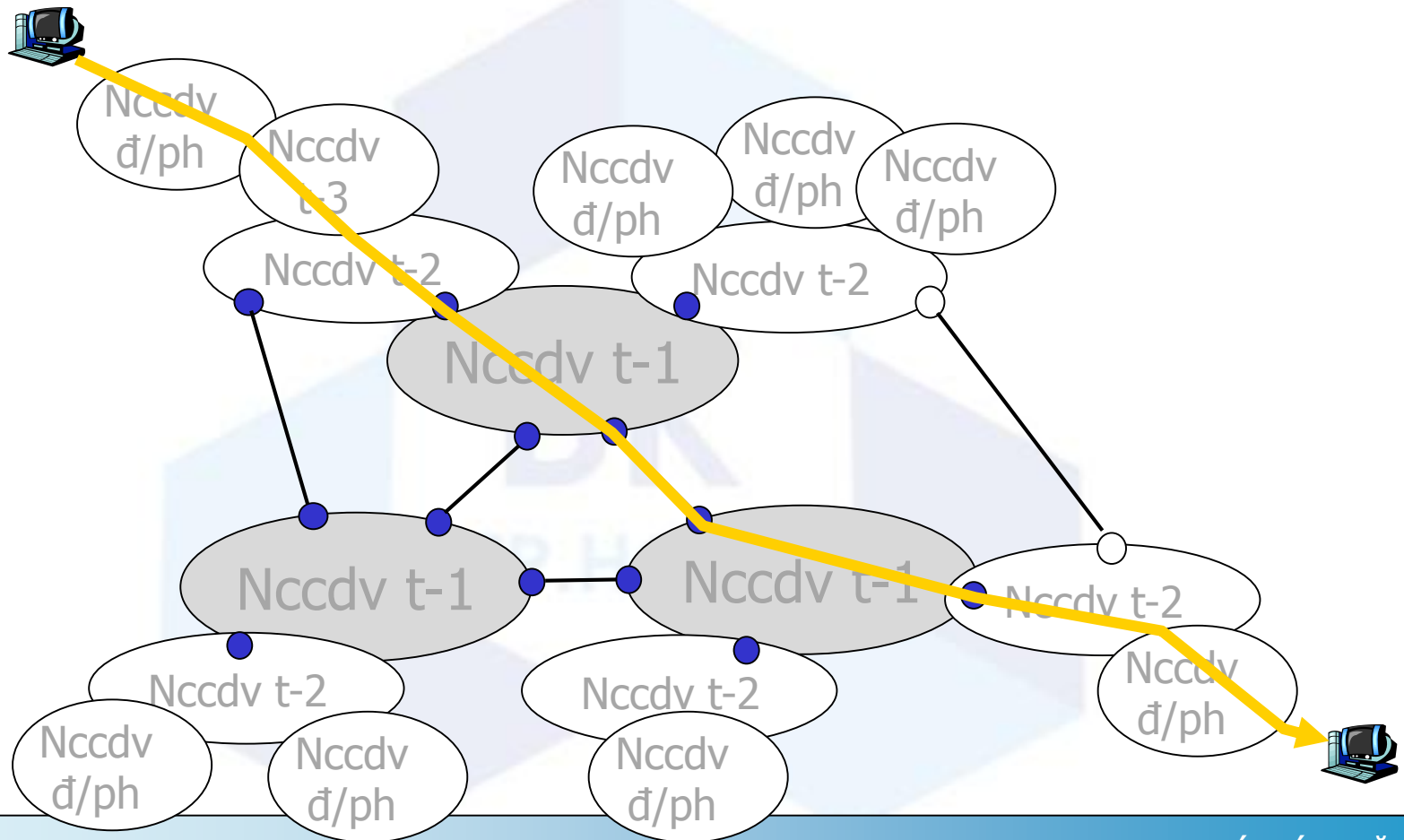
■ NCCDV tầng-3 và NCCDV địa phương

- là tầng cuối trong cấu trúc mạng (gần với máy ng/dùng nhất)



Cấu trúc Internet: mạng của các mạng

- một gói tin đi qua nhiều mạng khác nhau!



Chương 1: Mục lục

1.1 Internet là gì?

1.2 Ngoại vi Mạng

- ▣ máy đầu cuối, môi trường truyền, liên kết

1.3 Trọng tâm mạng

- ▣ Sự chuyển mạch, sự chuyển gói, cấu trúc mạng

1.4 Độ trễ, sự mất mát và thông lượng trong mạng chuyển gói

1.5 Các tầng giao thức, các mô hình dịch vụ

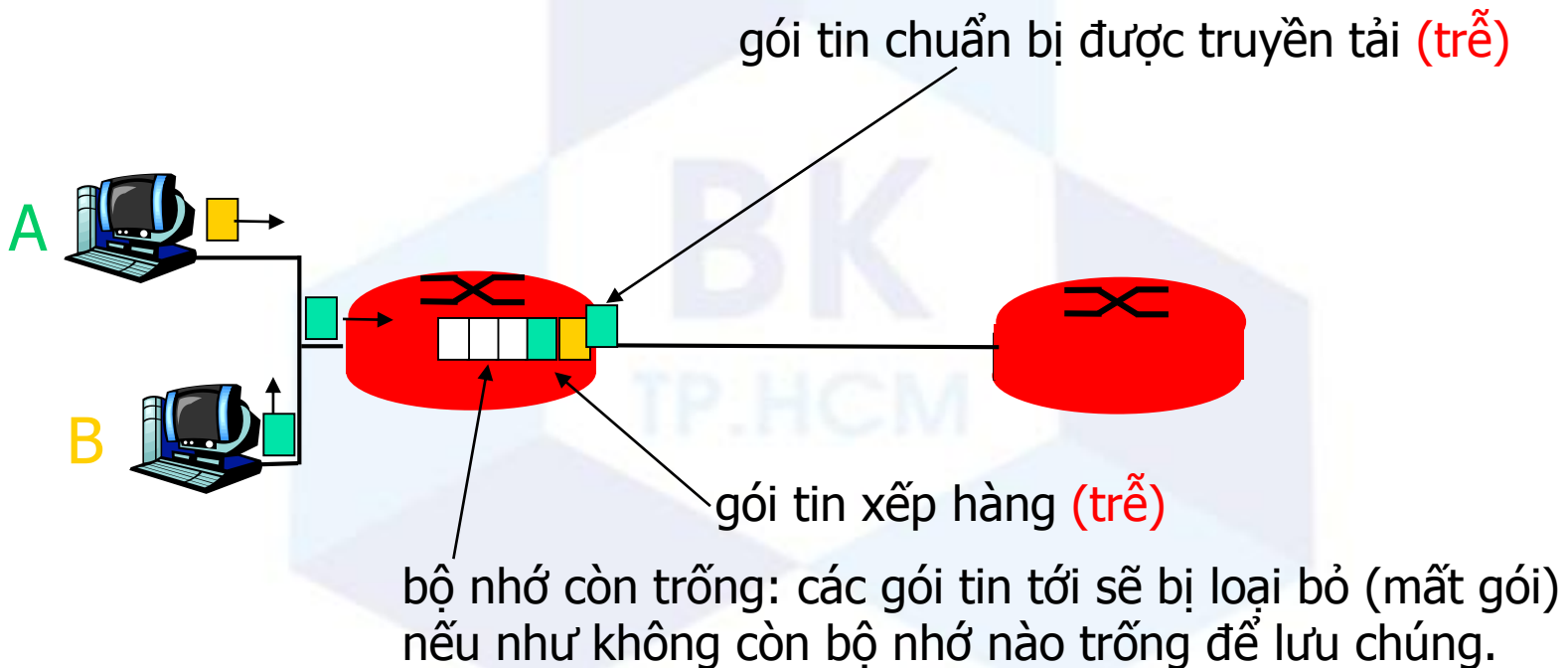
1.6 Mạng trước các nguy cơ tấn công: Bảo mật

1.7 Lịch sử

Mất gói và sự trễ diễn ra ntn?

các gói tin xếp hàng trong bộ nhớ của Bộ Định Tuyến (BĐT-router)

- **tốc độ đầu vào vượt quá tốc độ đầu ra**
- gói tin bị giam trong hàng đợi, chờ đến lượt



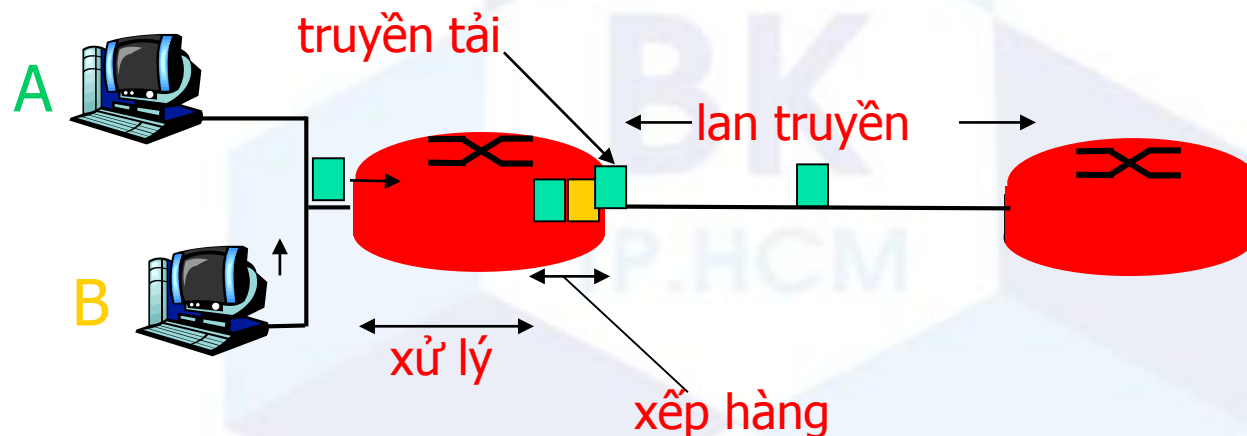
Bốn nguyên nhân của sự trễ gói tin

■ 1. xử lý tại nút mạng:

- kiểm tra lỗi
- xác định cổng ra

■ 2. hàng đợi:

- phải chờ khi mà cổng ra đang bận
- phụ thuộc vào mức độ tắc nghẽn của BĐT



Sự trễ trong mạng chuyển-gói

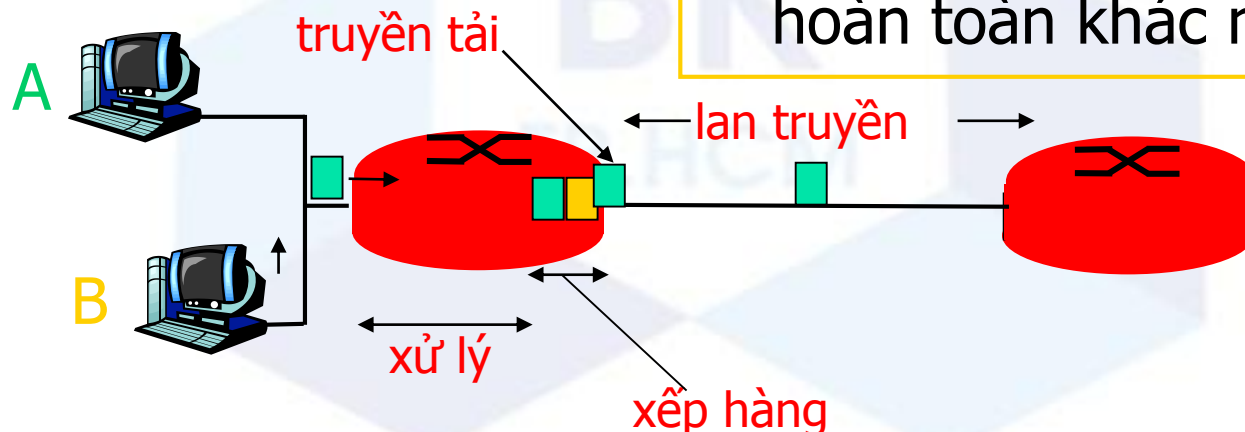
3. truyền tải:

- R = băng thông của kết nối (bps)
- L = độ dài của gói tin (bít)
- thời gian để truyền hết gói lên đường dây = L/R

4. t/g lan truyền:

- d = độ dài của đường dây
- s = tốc độ lan truyền tín hiệu ($\sim 2 \times 10^8$ m/sec)
- $t/g \text{ lan truyền} = d/s$

lưu ý: s và R là 2 đại lượng hoàn toàn khác nhau!



V/d tương đồng: đoàn xe điều hành



- các xe “lan truyền” với v/t 100 km/hr
 - trạm thu phí tốn 12 s để thu phí mỗi xe (t/g truyền tải)
 - xe~bit; đoàn điều hành ~ gói tin
 - **Hỏi: mất bao nhiêu t/g để đoàn xe qua hết trạm thu phí tiếp theo?**
- thời gian để phục vụ hết đoàn xe là = $12 \times 10 = 120 \text{ s}$
 - thời gian để xe cuối cùng đi tới trạm tiếp theo là:
 $100\text{km}/(100\text{km/hr}) = 1 \text{ hr}$
 - **Đ/A: 62 phút**

V/d tương đồng: đoàn xe điều hành (tt)



- các xe bây giờ “lan truyền” với v/t 1000 km/hr
- Trạm thu phí tốn 1 phút cho mỗi xe
- **Hỏi: Sẽ có những xe tới trạm thứ 2 trước khi tất cả các xe qua trạm thứ 1?**
- **Đúng!** Sau 7 ph, xe đầu tiên tới trạm thứ 2 trong khi còn 3 xe khác đang ở trạm thứ 1.
- bit đầu tiên của gói tin có thể tới bất tiếp theo trước khi toàn bộ gói tin được truyền đi tại bất trước!

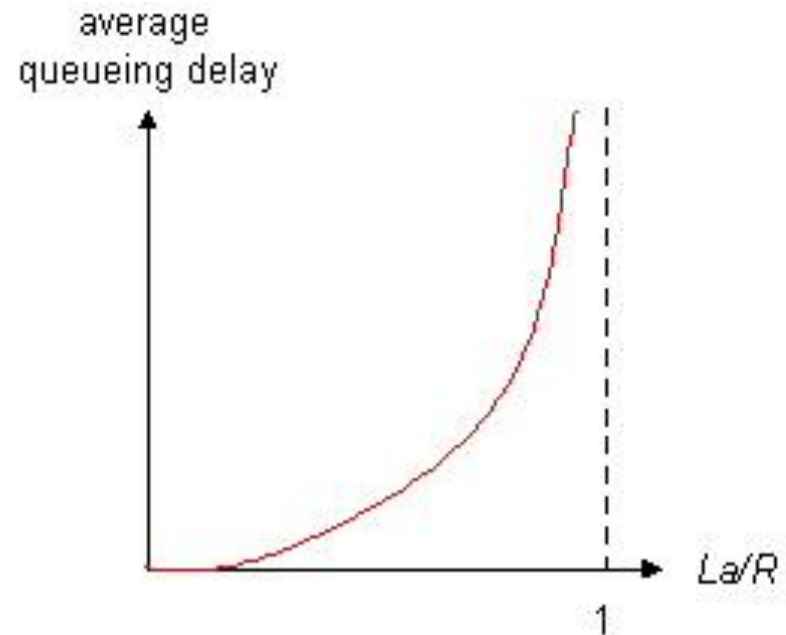
Độ trễ tại nút mạng

$$d_{\text{nu't}} = d_{\text{x}l} + d_{\text{x}h} + d_{\text{tt}} + d_{\text{lt}}$$

- $d_{\text{x}l}$ = độ trễ xử lý
 - khoảng vài microsecs hoặc nhỏ hơn
- $d_{\text{x}h}$ = độ trễ xếp hàng
 - phụ thuộc vào mức độ tắc nghẽn
- d_{tt} = độ trễ truyền tải
 - $= L/R$, phụ thuộc vào băng thông của liên kết
- d_{lt} = độ trễ lan truyền
 - vài microsecs tới vài trăm msec

Độ trễ do xếp hàng

- R = băng thông liên kết (bps)
- L = độ dài gói tin (bit)
- a = tốc độ tới trung bình của gói (gói/s)

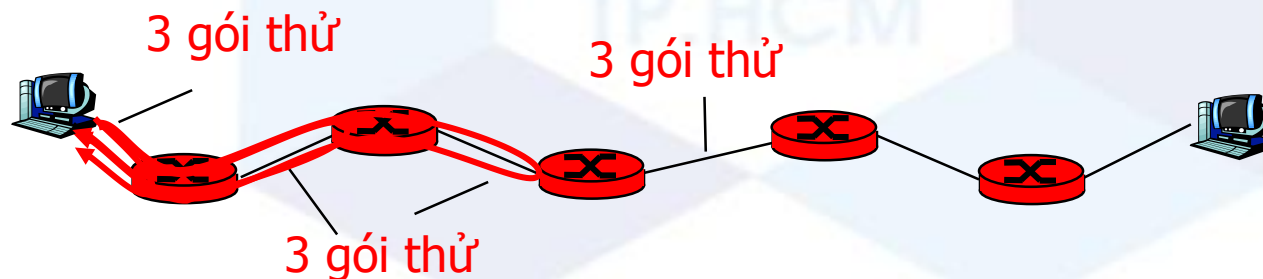


cường độ lưu lượng = La/R

- $La/R \sim 0$: độ trễ xếp hàng tb thấp
- $La/R \rightarrow 1$: độ trễ tăng dần
- $La/R > 1$: nhiều "công việc" tới hơn là khả năng xử lý, độ trễ trung bình là vô hạn!

Độ trễ “thực tế” và đường đi của gói tin


- Trên thực tế thì độ trễ Internet và mất gói ntn?
- Chương trình Traceroute: cho phép đo độ trễ từ nguồn tới các bđt trên toàn bộ đường đi của gói tin tới đích. Với mọi /:
 - gửi 3 gói tin tới bđt / trên đường đi tới đích
 - bđt / sẽ phản hồi lại cho người gửi 3 lần
 - người gửi tính thời gian từ lúc gửi gói tin đi tới lúc nhận được phản hồi.



Độ trễ “thực tế” và đường đi của gói tin

traceroute: gaia.cs.umass.edu to www.eurecom.fr

Ba giá trị độ trễ từ gaia.cs.umass.edu đến cs-gw.cs.umass.edu



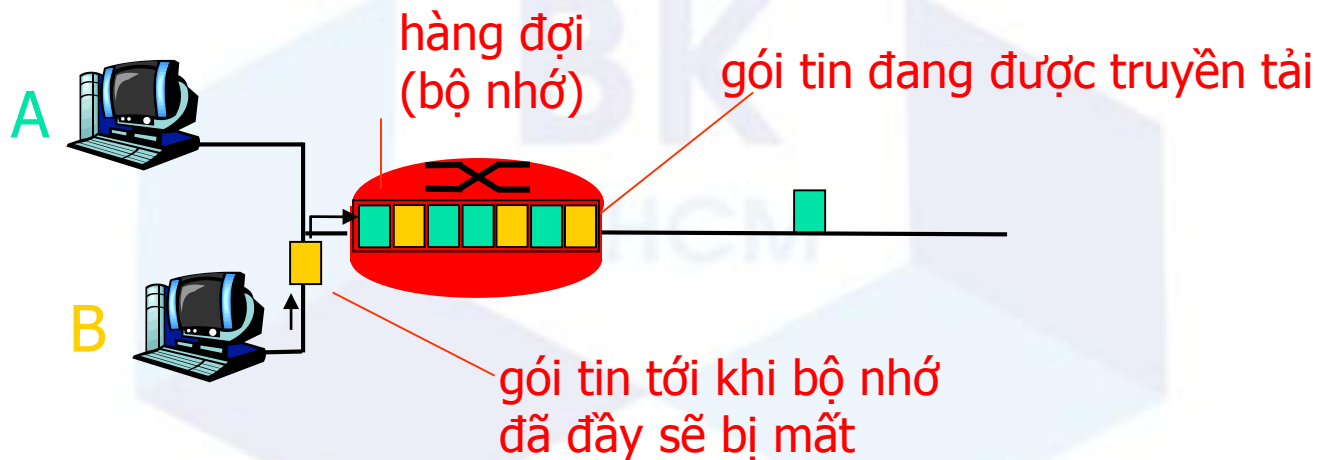
1 cs-gw (128.119.240.254) 1 ms 1 ms 2 ms
2 border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu (128.119.3.145) 1 ms 1 ms 2 ms
3 cht-vbns.gw.umass.edu (128.119.3.130) 6 ms 5 ms 5 ms
4 jn1-at1-0-0-19.wor.vbns.net (204.147.132.129) 16 ms 11 ms 13 ms
5 jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net (204.147.136.136) 21 ms 18 ms 18 ms
6 abilene-vbns.abilene.ucaid.edu (198.32.11.9) 22 ms 18 ms 22 ms
7 nycm-wash.abilene.ucaid.edu (198.32.8.46) 22 ms 22 ms 22 ms
8 62.40.103.253 (62.40.103.253) 104 ms 109 ms 106 ms
9 de2-1.de1.de.geant.net (62.40.96.129) 109 ms 102 ms 104 ms
10 de.fr1.fr.geant.net (62.40.96.50) 113 ms 121 ms 114 ms
11 renater-gw.fr1.fr.geant.net (62.40.103.54) 112 ms 114 ms 112 ms
12 nio-n2.cssi.renater.fr (193.51.206.13) 111 ms 114 ms 116 ms
13 nice.cssi.renater.fr (195.220.98.102) 123 ms 125 ms 124 ms
14 r3t2-nice.cssi.renater.fr (195.220.98.110) 126 ms 126 ms 124 ms
15 eurecom-valbonne.r3t2.ft.net (193.48.50.54) 135 ms 128 ms 133 ms
16 194.214.211.25 (194.214.211.25) 126 ms 128 ms 126 ms
17 * * *
18 * * *
19 fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142) 132 ms 128 ms 136 ms

liên kết xuyên châu lục (đại dương)

* không có phản hồi(gói thử bị mất, bắt không trả lời)

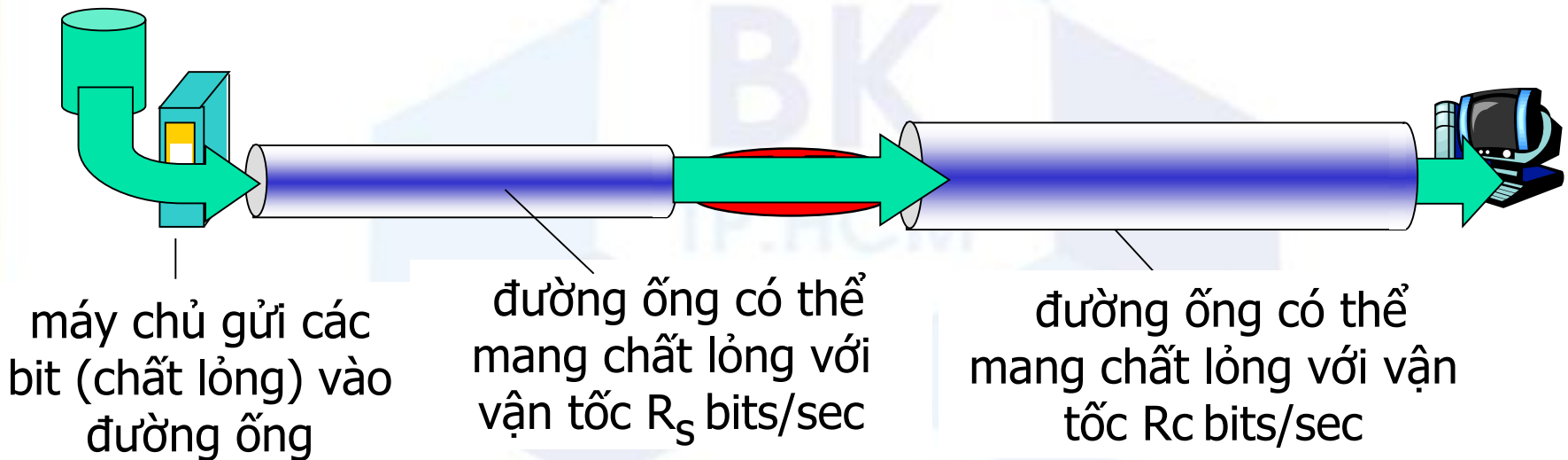
Sự mất gói

- hàng đợi (bộ nhớ) của bất có dung lượng giới hạn
- khi hàng đợi đã đầy, các gói tiếp theo sẽ bị bỏ
- gói tin bị mất có thể được truyền lại bởi nút kề trước, hoặc bởi nguồn, hoặc không được truyền lại



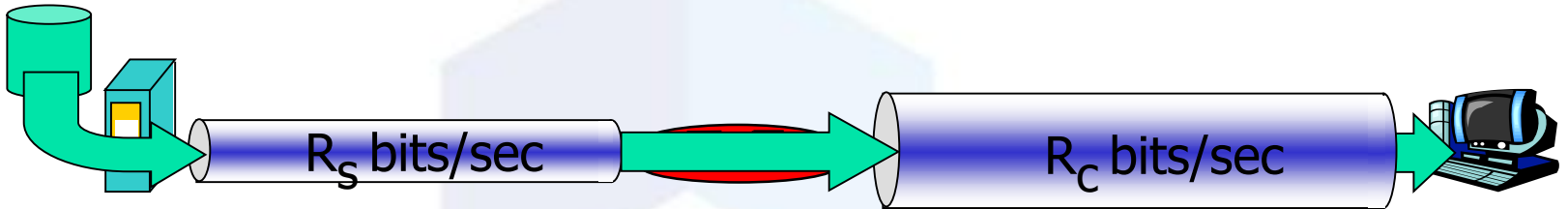
Thông lượng (Throughput)

- **thông lượng:** tốc độ (bit/t) mà các bit được truyền tải giữa người gửi và người nhận
 - **tốc thời:** tốc độ tại một thời điểm cụ thể
 - **trung bình:** tốc độ trong một khoảng thời gian dài

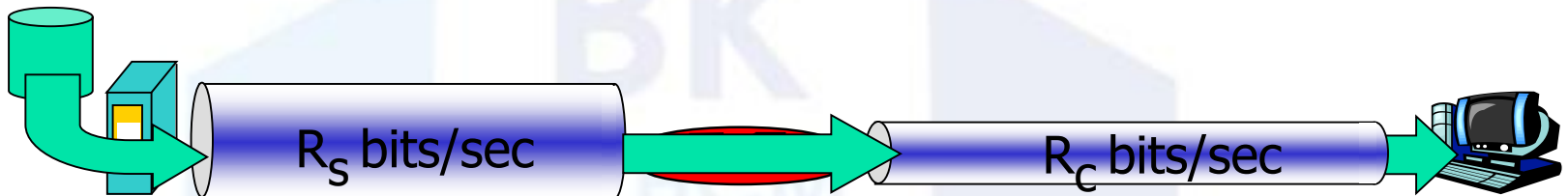


Thông lượng (tt)

- $R_s < R_c$ thông lượng toàn tuyến là bao nhiêu?



- $R_s > R_c$ thông lượng toàn tuyến là bao nhiêu?

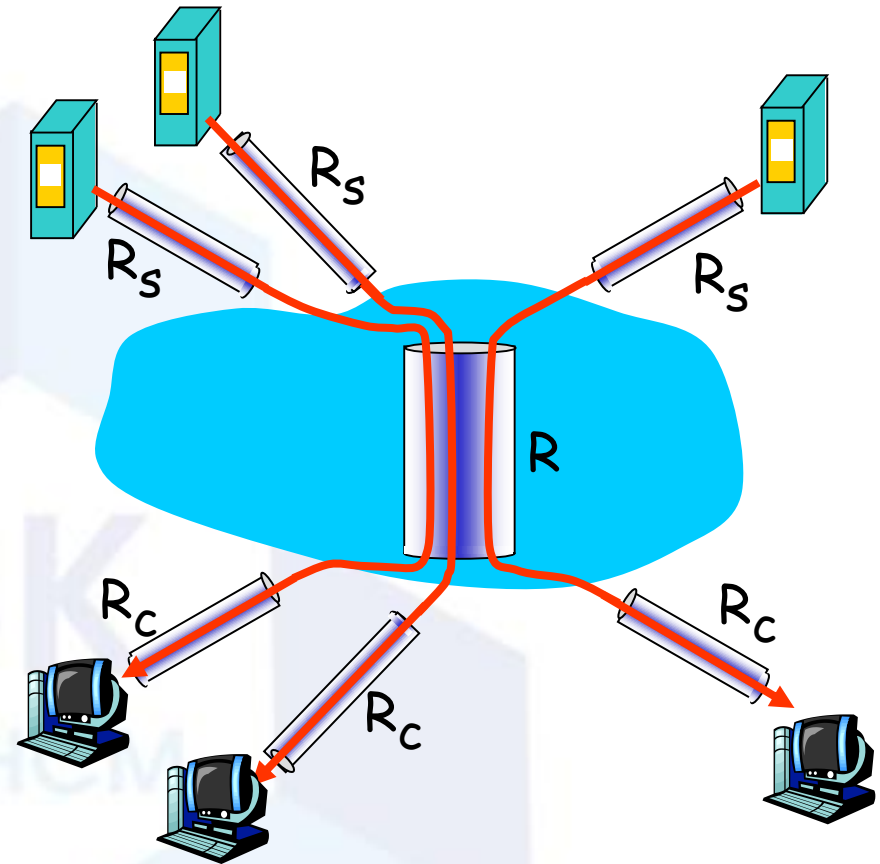


liên kết thắt cổ chai (bottleneck link)

là liên kết trên đường đi của gói tin mà làm giảm thông lượng của toàn tuyến

Thông lượng: trong Internet

- thông lượng mỗi kết nối đầu cuối-đầu cuối:
 $\min(R_c, R_s, R/10)$
- trong thực tế: R_c hoặc R_s thường là nút thắt cổ chai



10 kết nối chia sẻ băng thông của liên kết
xương sống R bits/sec

Chương 1: Mục lục

1.1 Internet là gì?

1.2 Ngoại vi Mạng

- ▣ máy đầu cuối, môi trường truyền, liên kết

1.3 Trọng tâm mạng

- ▣ Sự chuyển mạch, sự chuyển gói, cấu trúc mạng

1.4 Độ trễ, sự mất mát và thông lượng trong mạng chuyển gói

1.5 Các tầng giao thức, các mô hình dịch vụ

1.6 Mạng trước các nguy cơ tấn công: Bảo mật

1.7 Lịch sử

“Các tầng” giao thức

mạng máy tính rất phức tạp!

■ nhiều thành phần:

- máy tính
- bộ định tuyến
- các liên kết có dây và không dây
- ứng dụng
- giao thức
- phần cứng, phần mềm

Câu hỏi:

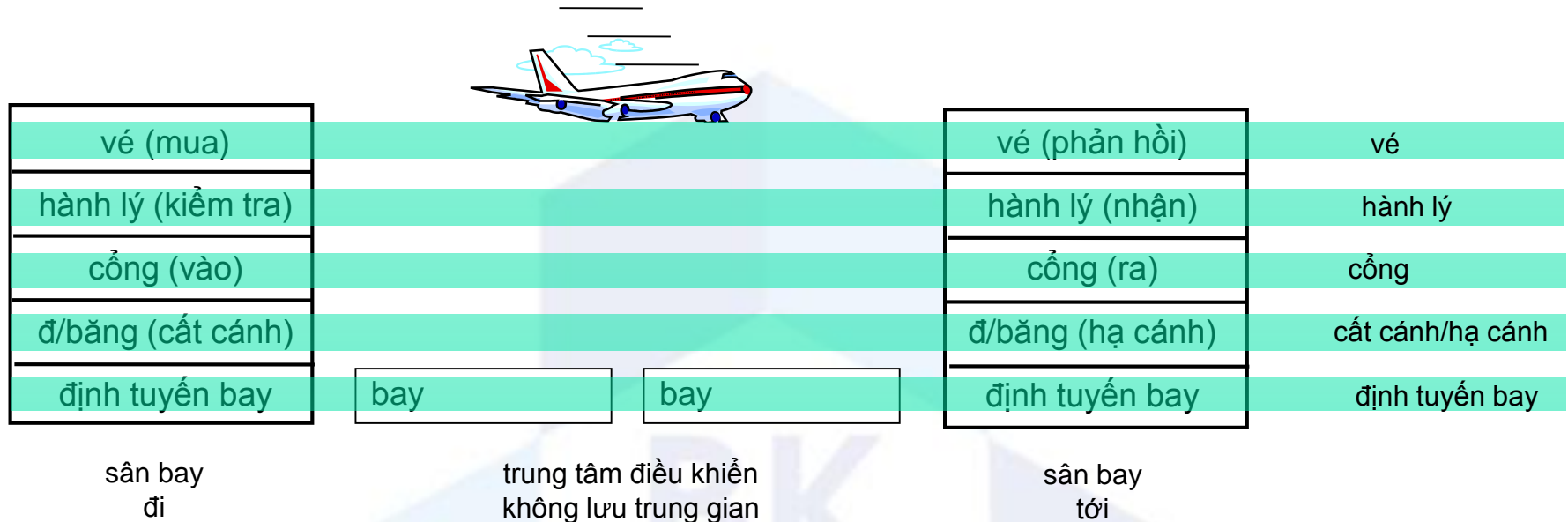
Có cách nào để tổ chức một cách có hệ thống cấu trúc của mạng máy tính?

Tổ chức của vận chuyển hàng không



- một chuỗi các bước

Phân tầng chức năng hàng không



Phân tầng: mỗi tầng triển khai một dịch vụ

- thông qua những công việc trong nội bộ tầng
- phụ thuộc vào dịch vụ cung cấp bởi tầng ngay bên dưới nó

Tại sao phải phân tầng?

xử lý các hệ thống phức tạp (chia để trị):

- cấu trúc rõ ràng tạo điều kiện phân biệt chức năng, mỗi liên hệ của những thành phần của hệ thống
 - vd: **mô hình tham chiếu TCP/IP**
- tiện lợi trong việc bảo trì, nâng cấp hệ thống
 - sự thay đổi trong cách hiện thực ở mỗi tầng không ảnh hưởng đến các tầng khác
 - vd: thay đổi qui cách bán vé từ trực tiếp sang trực tuyến không ảnh hưởng đến định tuyến bay
- phân tầng có hại không?

Chồng giao thức Internet

- **ứng dụng(application):** các ứng dụng mạng cho người dùng
 - FTP, SMTP, HTTP
- **vận chuyển(transport):** truyền tải dữ liệu từ tiến trình-đến-tiến trình
 - TCP, UDP
- **mạng(network):** xác định đường đi gói tin từ nguồn tới đích (đ/tuyến)
 - IP, các giao thức định tuyến
- **liên kết(link):** truyền tải dữ liệu giữa những thiết bị
 - PPP, Ethernet
- **vật lý(physical):** xử lý tín hiệu trên “dây dẫn”



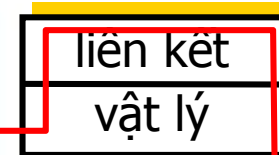
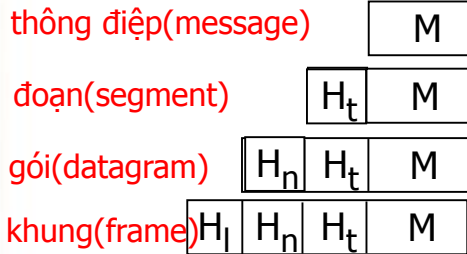
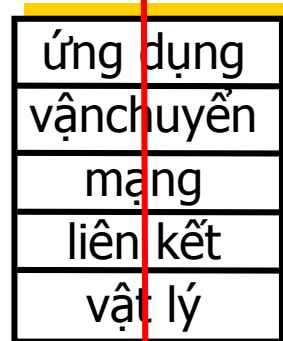
Mô hình tham chiếu ISO/OSI

- **tầng trình bày:** cho phép ứng dụng diễn giải ý nghĩa của dữ liệu, vd: mã hóa, nén
- **tầng phiên:** đồng bộ hóa, kiểm tra, phục hồi dữ liệu
- Chồng giao thức Internet “thiếu” những tầng trên!
 - có cần thiết hay không?
 - những dịch vụ này, *nếu cần thiết, phải được hiện thực ở tầng ứng dụng*



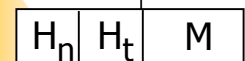
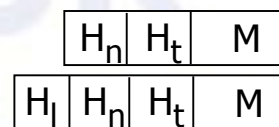
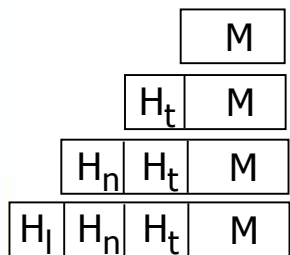
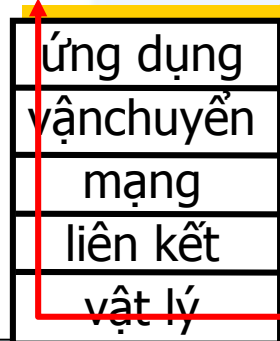
Đóng gói - Encapsulation

nguồn



bộ chuyển

đích



bộ định t

Chương 1: Mục lục

1.1 Internet là gì?

1.2 Ngoại vi Mạng

- ▣ máy đầu cuối, môi trường truyền, liên kết

1.3 Trọng tâm mạng

- ▣ Sự chuyển mạch, sự chuyển gói, cấu trúc mạng

1.4 Độ trễ, sự mất mát và thông lượng trong mạng chuyển gói

1.5 Các tầng giao thức, các mô hình dịch vụ

1.6 Mạng trước các nguy cơ tấn công: Bảo mật

1.7 Lịch sử

An ninh mạng

- An ninh mạng quan tâm tới các vấn đề:
 - những kẻ xấu có thể tấn công mạng ntn?
 - làm sao có thể phòng thủ mạng trước những tấn công đó
 - thiết kế kiến trúc mạng để giảm thiểu khả năng bị tấn công
- Internet ngay từ đầu được thiết kế mà không đặt nặng vấn đề an ninh
 - *Internet nguyên thủy*: “một nhóm các người dùng tin cậy lẫn nhau kết nối vào một mạng trong suốt”
 - Các nhà thiết kế giao thức Internet đã chơi trò “đuổi bắt”
 - Vấn đề An ninh tồn tại trong tất cả các tầng của Internet

Kẻ xấu có thể cài phần mềm độc hại (PMĐH) vào máy ng/dùng thông qua Internet

- PMĐH có thể chui vào máy từ một **vi rút**, **sâu**, hoặc **ngựa trojan**.
- **Phần mềm gián điệp** có thể ghi lại các phím đã gõ, các trang web đã vào, gửi thông tin thu được cho kẻ tấn công.
- Những máy bị nhiễm có thể bị gộp vào một **mạng máy tính ma - botnet**, sử dụng cho việc phát tán thư rác và tấn công từ chối dịch vụ DDoS.
- PMĐH thường có khả năng **tự nhân bản**: từ một máy nhiễm, tìm cách lây sang máy khác

Phần mềm độc hại

■ Ngựa Trojan

- Là phần ẩn của một phần mềm hữu dụng khác
- Ngày nay thông thường là trên một trang Web (Active-X, plugin)

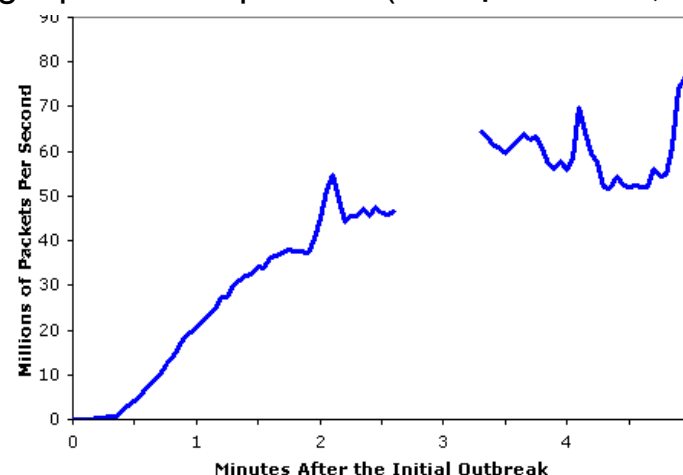
■ Vi rút

- lây nhiễm qua việc nhận các đối tượng (vd: tệp đính kèm trong e-mail), chạy độc lập và chủ động
- tự nhân bản: lây lan qua những máy, ng/dùng khác

■ Sâu:

- lây nhiễm qua việc nhận thụ động đối tượng mà có thể tự kích hoạt bản thân.
- tự nhân bản: lây lan qua những máy, ng/dùng khác

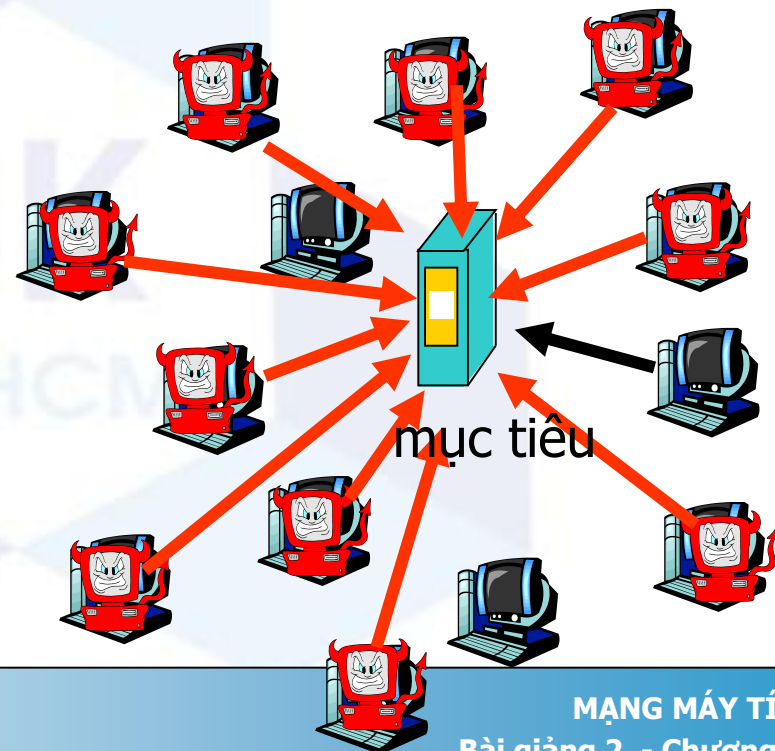
Sâu Sapphire: số liệu tổng hợp scans/sec trong 5 ph sau khi phát tán (Dữ liệu: CAIDA, UWisc)



Kẻ xấu có thể tấn công các máy chủ và hạ tầng mạng

- Từ chối dịch vụ (DoS): người tấn công làm cho tài nguyên (máy chủ, băng thông) không thể truy cập được bằng cách làm tràn khả năng xử lý của tài nguyên.

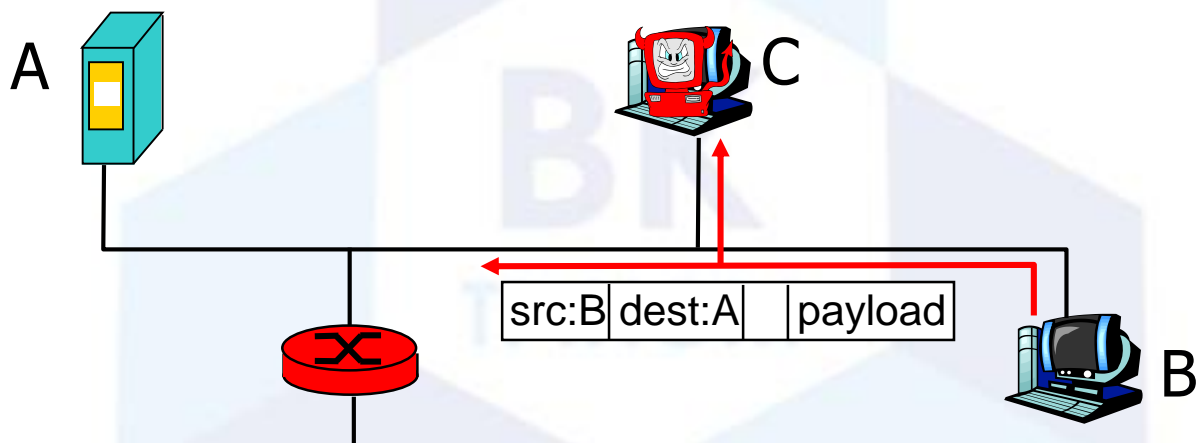
1. lựa chọn mục tiêu
2. chiếm quyền của nhiều máy tính trên mạng (botnet)
3. gửi các gói tin tới mục tiêu từ các máy đã bị xâm chiếm



Kẻ xấu có thể nghe lén các gói tin

Nghe lén gói:

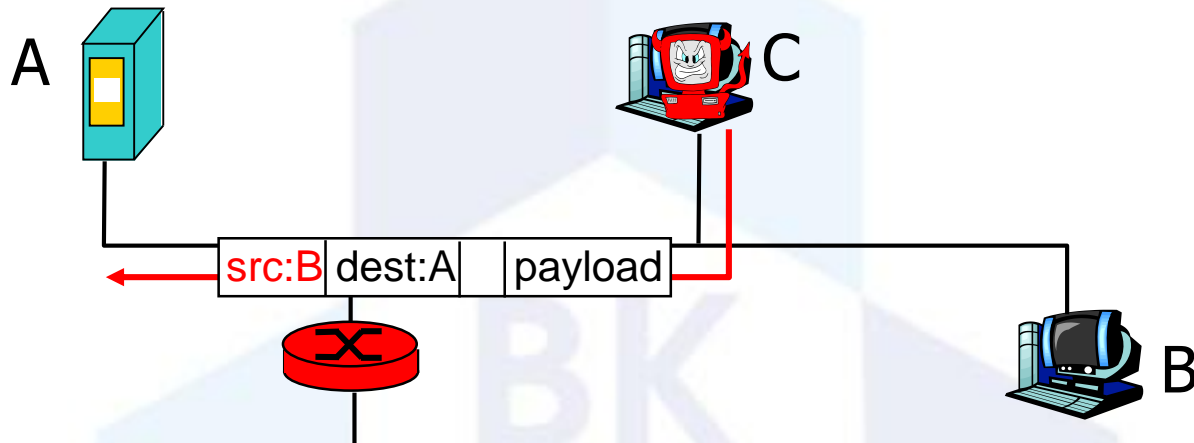
- môi trường phát quang bá (Ethernet chia sẻ, wireless)
- một các mạng bất kì có thể đọc/ghi lại tất cả các gói tin(vd: bao gồm cả mật khẩu!) đi ngang qua nó



- Phần mềm Wireshark là một ví dụ về một công cụ nghe lén gói tin

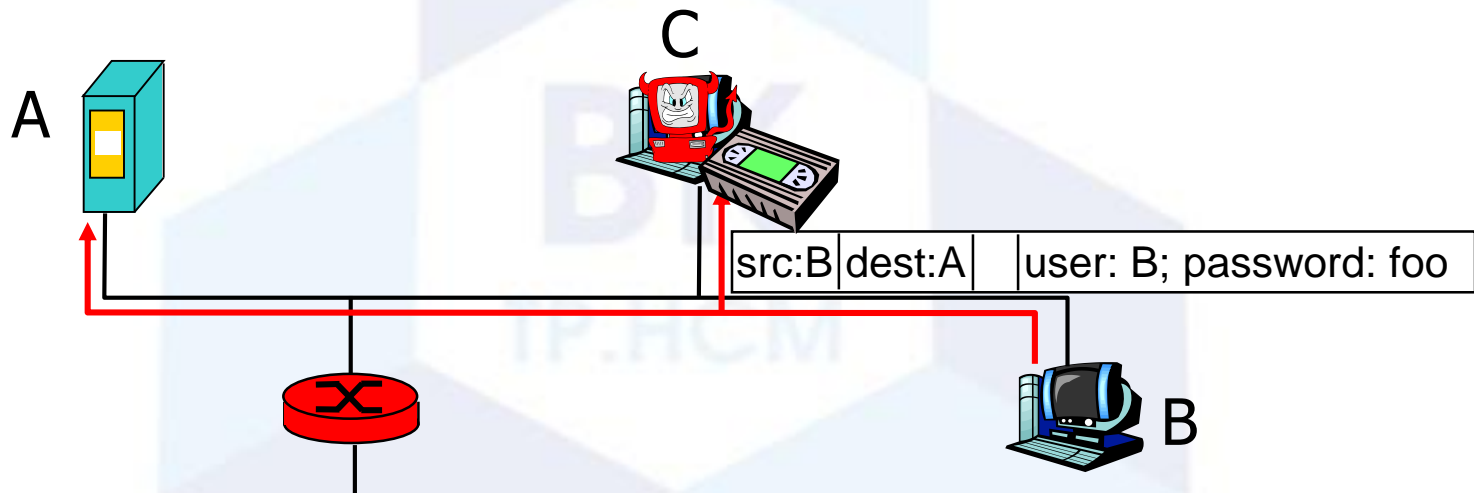
Kẻ xấu có thể giả mạo địa chỉ người gửi

- *Giả mạo IP:* gửi gói tin với địa chỉ người gửi giả mạo



Kẻ xấu có thể thu lại gói tin và phát lại

- *thu-và-phát lại*: nghe lén và lưu lại các thông tin nhạy cảm (vd: mật khẩu), và sử dụng nó sau này



Chương 1: Mục lục

1.1 Internet là gì?

1.2 Ngoại vi Mạng

- ▣ máy đầu cuối, môi trường truyền, liên kết

1.3 Trọng tâm mạng

- ▣ Sự chuyển mạch, sự chuyển gói, cấu trúc mạng

1.4 Độ trễ, sự mất mát và thông lượng trong mạng chuyển gói

1.5 Các tầng giao thức, các mô hình dịch vụ

1.6 Mạng trước các nguy cơ tấn công: Bảo mật

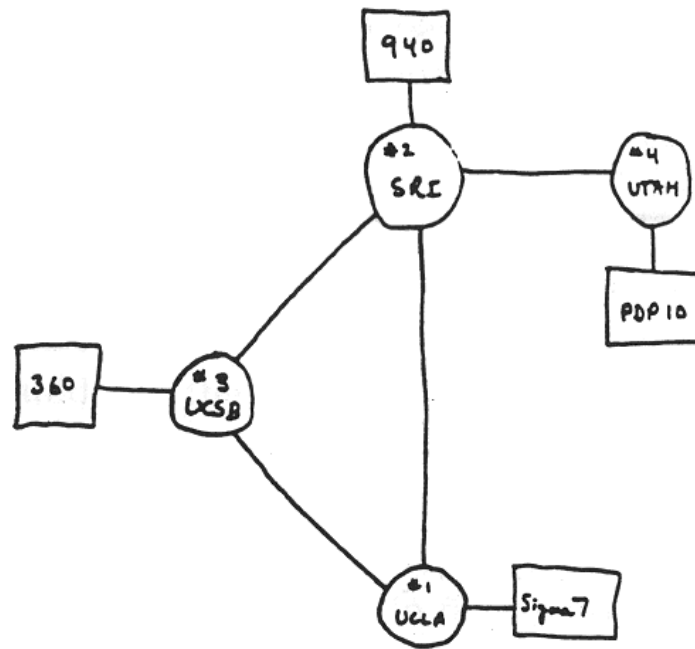
1.7 Lịch sử

Lịch sử Internet

1961-1972: nguyên lý chuyển gói sơ khai

- **1961:** Kleinrock – lý thuyết sắp hàng chứng tỏ sự hiệu quả của mô hình chuyển gói
- **1964:** Baran – mô hình chuyển gói sử dụng trong mạng quân sự
- **1967:** mạng ARPAnet được thiết lập bởi Cơ quan quản lý các dự án nghiên cứu cao cấp (Advanced Research Projects Agency - USA)
- **1969:** nút mạng ARPAnet đầu tiên đi vào làm việc
- **1972:**
 - ARPAnet trình diễn công khai
 - NCP (Giao thức điều khiển mạng - Network Control Protocol) giao thức giao tiếp máy-máy đầu tiên
 - chương trình e-mail đầu tiên
 - ARPAnet có 15 nút

Lịch sử Internet



THE ARPA NETWORK

DEC 1969

Lịch sử Internet

1972-1980: đa mạng, những mạng mới và mạng sở hữu

- 1970: ALOHAnet mạng vệ tinh ở Hawaii
- 1974: Cerf và Kahn - kiến trúc cho việc kết nối nhiều mạng với nhau
- 1976: mạng Ethernet tại Xerox PARC
- cuối 70: kiến trúc mạng sở hữu: DECnet, SNA, XNA
- cuối 70: mạng chuyển mạch với độ dài gói cố định (tiền nhiệm của ATM)
- 1979: ARPAnet có 200 nút

Những nguyên lý liên mạng của Cerf và Kahn:

- tối giản, tự quản – không yêu cầu thay đổi bên trong để kết nối với các mạng khác
- mô hình dịch vụ “tốt nhất có thể”
- bộ định tuyến không trạng thái
- điều khiển phân tán

định nghĩa cấu trúc Internet hiện nay

Lịch sử Internet

1980-1990: những giao thức mới, sự phát triển nhảy vọt của các mạng

- 1983: triển khai TCP/IP
- 1982: giao thức email smtp được định nghĩa
- 1983: DNS được định nghĩa để phục vụ chuyển đổi tên miền sang địa chỉ IP
- 1985: ftp được định nghĩa
- 1988: giải thuật kiểm soát tắc nghẽn cho TCP
- những mạng mới: Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100,000 máy tính kết nối tới các mạng

Lịch sử Internet

1990, 2000's: thương mại hóa, các trang Web, ứng dụng và dịch vụ

- đầu những năm 90: ARPAnet tan rã
- 1991: NSF hạn chế việc sử dụng NSFnet cho mục đích thương mại (tan rã, 1995)
- đầu những năm 90: Web
 - siêu văn bản (hypertext)[Bush 1945, Nelson 1960's]
 - HTML, HTTP: Berners-Lee
 - 1994: Mosaic, sau này là Netscape
 - cuối những năm 90: thương mại hóa các trang web
- những năm 1990 – 2000:
 - những ứ/d hấp dẫn: nhắn tin trực tiếp, chia sẻ tệp P2P
 - vấn đề bảo mật được quan tâm nhiều hơn
 - gần 50 triệu máy, 100+ triệu người dùng
 - liên kết xương sống chạy ở tốc độ Gbps

Lịch sử Internet

2007:

- ~500 triệu máy tính kết nối
- Âm thanh, phim qua IP
- Ứng dụng P2P: BitTorrent (chia sẻ tệp) Skype (VoIP), PPLive (video)
- những ứng dụng khác: YouTube, trò chơi
- không dây, di động

Giới thiệu: Tóm lược

bao gồm một “tấn” tài liệu!

- cái nhìn khái quát Internet
- giao thức là gì?
- cấu trúc mạng
 - chuyển gói so với chuyển mạch
- hiệu suất: mất gói, trễ, thông lượng
- phân tầng, các mô hình dịch vụ
- lịch sử

Các bạn có:

- cái nhìn khái quát, “cảm giác” về mạng
- thêm kiến thức và chi tiết để *theo đuổi!*