

Lại NGUYÊN



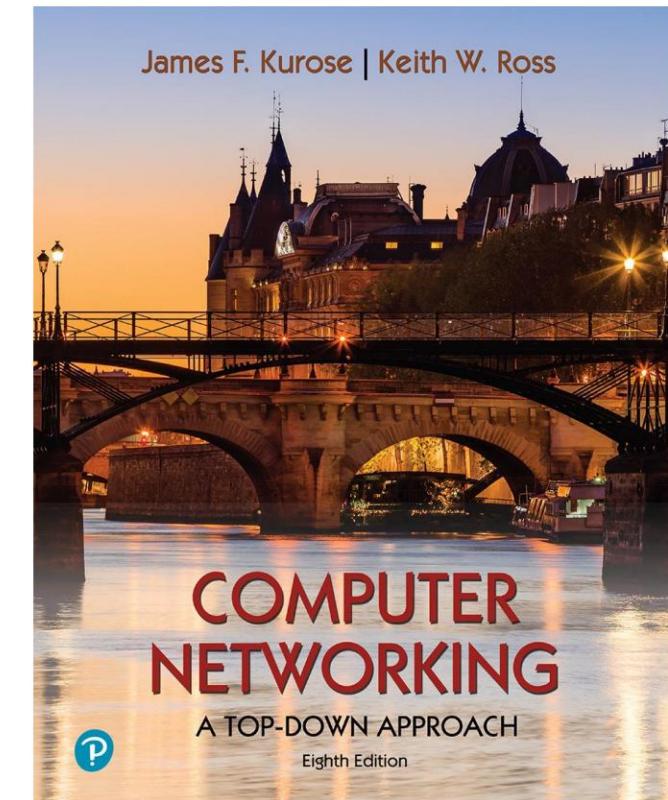
Nghiên cứu & Sở thích

- Hệ thống phân tán: Phân tích, tối ưu hóa và kiểm soát các hệ thống có giới hạn liên lạc.
- Mạng và giao thức truyền thông:
 - Kiến trúc mạng, thuật toán định tuyến, giao thức, ứng dụng và dịch vụ.
 - Thiết kế, đo lường, phân tích, tối ưu hóa và quản lý mạng. Các lĩnh vực chuyên môn
 - Các hệ thống động đư ợc nối mạng, điều khiển hợp tác phân tán, định tuyến mạng,
 - hạn chế giao thức truyền thông, hệ thống nueron. Liên hệ
- Văn phòng: Khoa Khoa học và Kỹ thuật Máy tính
- Khu nhà A3, Đại học Bách Khoa TP.HCM
- Email: lai@hcmut.edu.vn

Mạng máy tính

Giảng bởi:

Nguyễn Lê Duy Lai
lai@hcmut.edu.vn



Mạng máy tính: A
Cách tiếp cận từ trên xuống
phiên bản thứ 8
Jim KuroseKeith Ross
Pearson, 2020

Chi tiết khóa học

Tín dụng <i>Credits</i>	3 (3.2.7)			Mã số <i>Code</i>	CO3093
Giờ tín dụng <i>Credits hours</i>	Tổng cộng: 75	Bài học: 30	Đỗ: 10	phòng thí nghiệm: 20	Bài tập: 15
Sự đánh giá <i>Evaluation</i>	Exercise: 10%	Lab: 10%	Giữa kỳ: Nhiệm vụ: 30%	Assignments: 30%	Kỳ thi cuối kỳ: 60%
Phương pháp đánh giá <i>Assessment method</i>	Thi cuối kỳ: Câu hỏi trắc nghiệm, ~ 90 phút , ~ 90 minutes Công việc trong phòng thí nghiệm là bắt buộc (Không có công việc trong phòng thí nghiệm = Không có điểm giao)				
Điều kiện tiên quyết <i>Prerequisites</i>					
Điều kiện tiên quyết <i>Co-requisites</i>					
Chương trình đại học <i>Undergraduate program</i>	Khoa học máy tính và Kỹ thuật máy tính				
Trang mạng	http://e-learning.hcmut.edu.vn/				

Đề cương khóa học (1)

Các khái niệm cơ bản trong thiết kế và triển khai mạng máy tính • Giao thức, tiêu chuẩn, dịch vụ và ứng dụng • Giới thiệu về lập trình mạng • Bảo mật mạng cơ bản

Mục tiêu của khóa học là xây dựng kiến thức mạng cơ bản để cung cấp. • hiểu biết về sự đánh đổi và các công nghệ hiện có được sử dụng trong các hệ thống mạng phức tạp

- kinh nghiệm cụ thể về những thách thức thông qua một loạt các bài tập trong phòng thí nghiệm.

Đề cư ơng khóa học (2)

Các chủ đề được đề cập bao gồm:

- Giới thiệu về cấu trúc Internet, kiến trúc ứng dụng mạng, hiệu năng
- Các mô hình tham chiếu OSI và TCP/IP.
- Các ứng dụng phổ biến và giao thức lớp ứng dụng: Web (HTTP), DNS, E-mail (POP3, IMAP, SMTP), P2P và CDN.
- Các giao thức truyền tải Internet (UDP và TCP)
- Các vấn đề liên quan đến định tuyến và kết nối mạng, đánh địa chỉ Internet, các giao thức định tuyến và Giao thức Internet (IP).

- Công nghệ mạng, đặc biệt là công nghệ mạng LAN (Ethernet, mạng không dây và Bluetooth).
- Giao diện lập trình mạng
- An ninh mạng

nội dung

Mạng máy tính và Internet Lớp ứng
dụng Lớp vận chuyển Lớp mạng: Mặt
phẳng dữ liệu Lớp mạng: Mặt phẳng
điều khiển Lớp liên kết và mạng LAN
Mạng không dây và mạng di động

An ninh mạng máy tính Mạng
đa phương tiện

Người giới thiệu

“Mạng máy tính: Cách tiếp cận từ trên xuống”, Jim Kurose, Keith Ross, Ấn bản toàn cầu lần thứ 8 , Pearson, 2021.

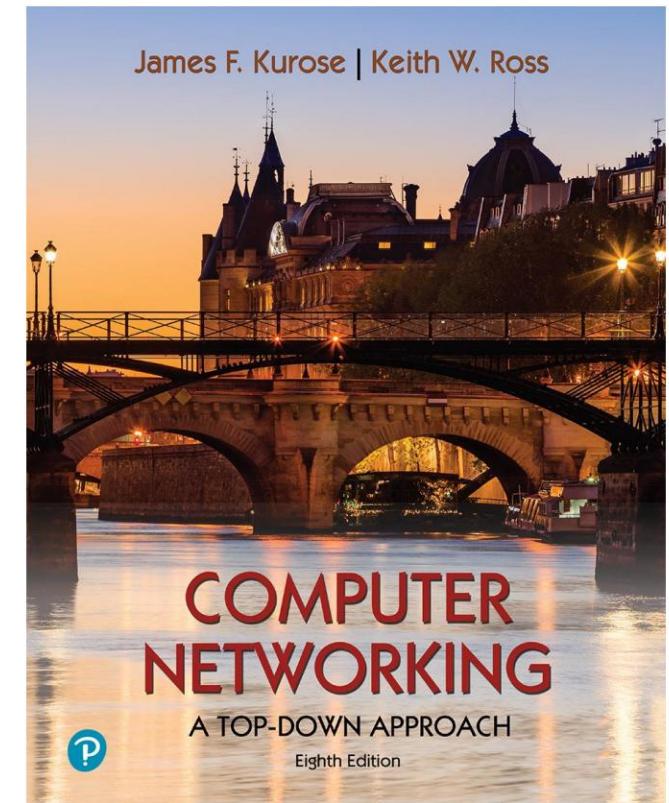
“Mạng máy tính”, Andrew S. Tanenbaum, Nick Feamster, David J. Wetherall, tái bản lần thứ 6, Pearson, 2021.

“Mạng minh họa: TCP/IP hoạt động như thế nào trong một mạng hiện đại”, Walter Goralski, Phiên bản thứ hai, Morgan Kaufman, 2017.

“Nền tảng của mạng hiện đại: SDN, NFV, QoE, IoT và Cloud”, William Gian hàng, Addison-Wesley Professional, 2016.

Chương 1

Giới thiệu



Mạng máy tính: A
Cách tiếp cận từ trên xuống
phiên bản thứ 8
Jim KuroseKeith Ross
Pearson, 2020

chương 1: giới thiệu

Mục tiêu của chương:

Nhận được “cảm nhận”, “bức tranh toàn cảnh”, giới thiệu về thuật ngữ

- chuyên sâu hơn, chi tiết hơn ở phần sau

của khóa học Cách tiếp cận: • lấy Internet làm ví dụ



Tổng quan/lộ trình:

Internet là gì ?

Giao thức là gì ?

Biên mạng: máy chủ, mạng truy cập, phư ơng tiện vật lý **Lõi mạng:**

chuyển mạch gói/kênh, cấu trúc internet

Hiệu suất: mât mát, chậm trễ, thông lư ợng

Bảo mật Các lớp giao thức , mô hình

dịch vụ Lịch sử

Internet: một quan điểm “nuts and bolts”



Hàng tỷ thiết bị máy tính đư ợc

kết nối : **máy chủ** = hệ thống đầu
cuối chạy **các ứng dụng mạng** tại

“Biên giới” của Internet

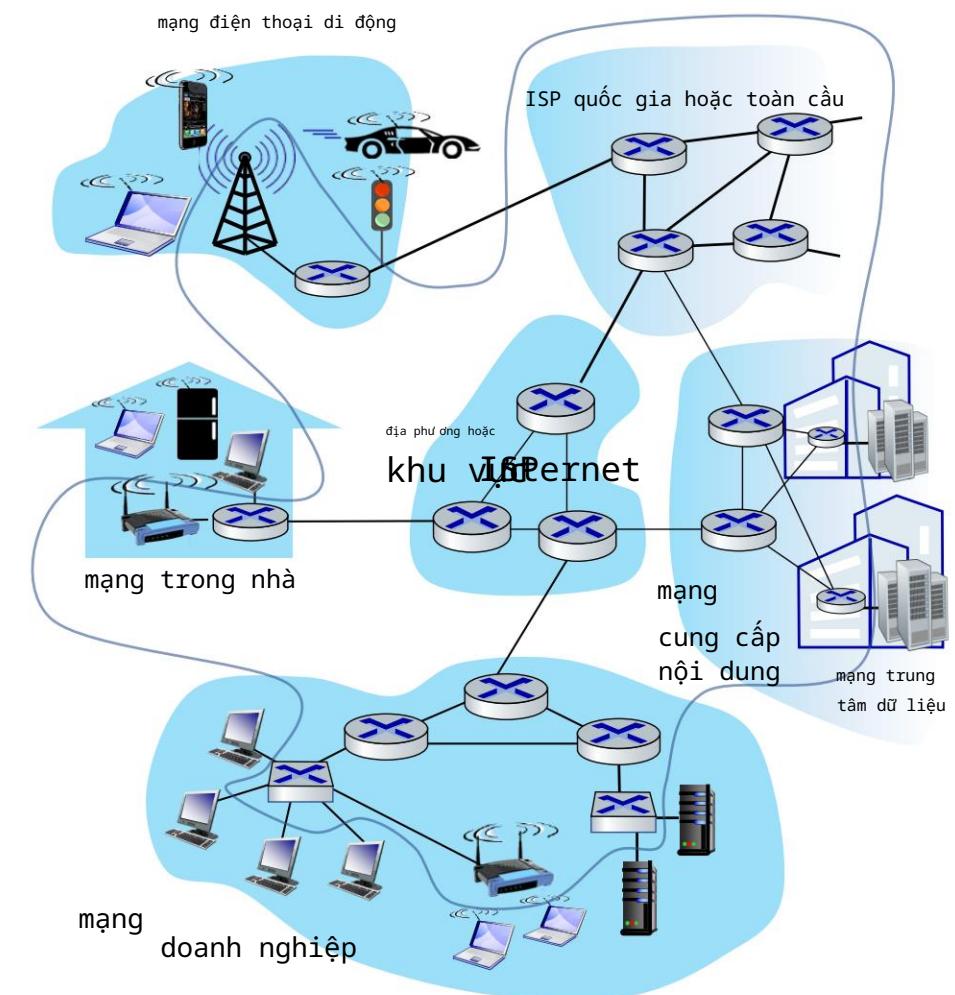
Bộ chuyển mạch gói: chuyển tiếp gói (khỏi
dữ liệu) bộ định tuyến, bộ chuyển mạch

Liên kết truyền thông

cáp quang, đồng, radio, vệ tinh tốc
độ truyền dẫn: băng thông

Mạng

bộ sưu tập các thiết bị,
bộ định tuyến/chuyển mạch,
liên kết: đư ợc quản lý bởi một tổ chức



Thiết bị kết nối Internet “vui vẻ”



Tiếng vọng của Amazon



tủ lạnh
internet



Camera an ninh

điện thoại internet



khung tranh IP



Slingbox: điều khiển
truyền hình cáp từ xa



cảm biến,
giữ ờng nệm



Máy nướng bánh mì hỗ trợ
web + dự báo thời tiết



Tweet-a-watt: theo
dõi việc sử dụng năng lư ợng



thiết bị AR

Người khác?



Fitbit

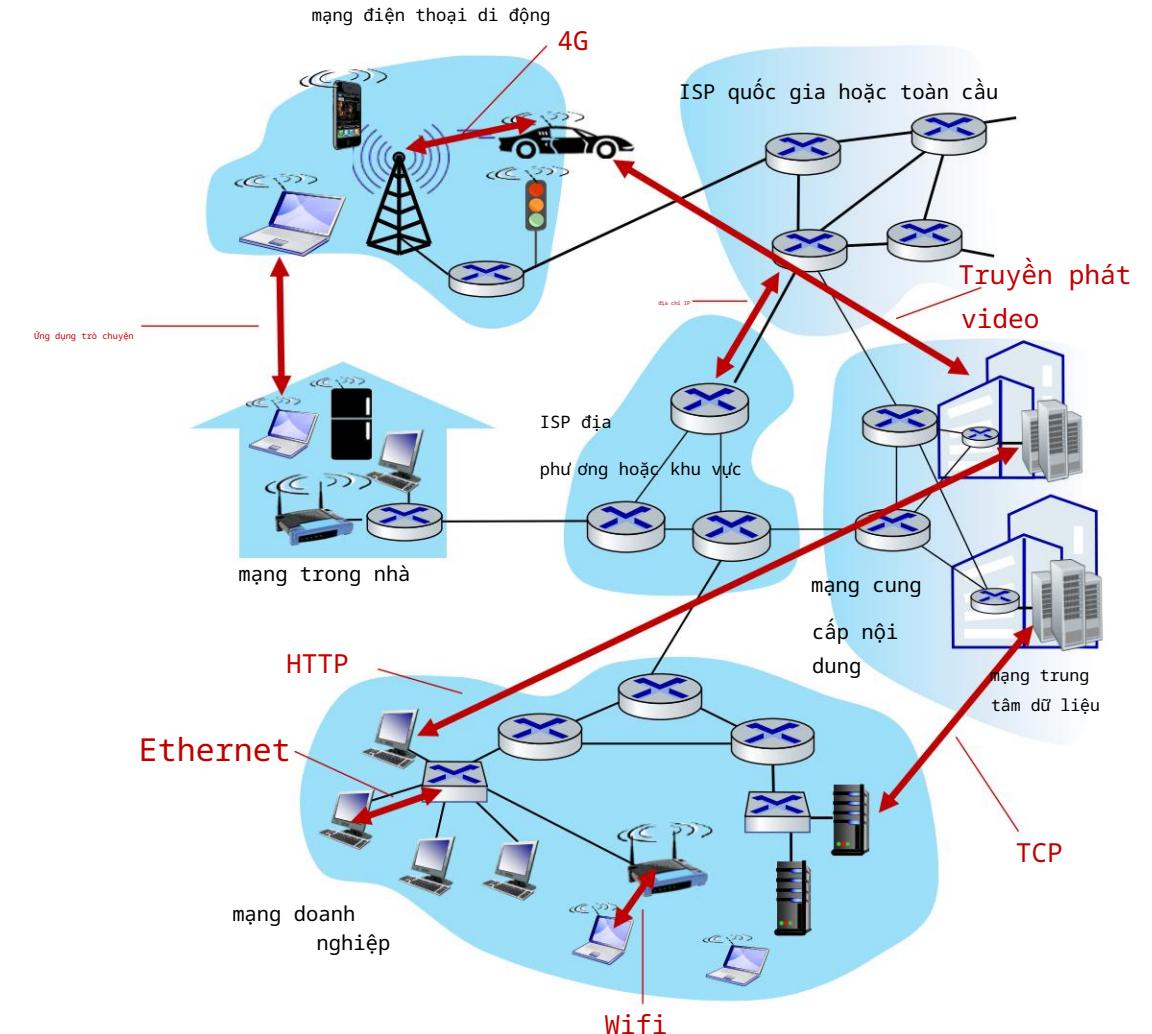
Internet: một quan điểm “nuts and bolts”

Internet: “mạng của các mạng”

- Các ISP được kết nối với nhau
- giao thức ở mọi nơi • kiểm soát gửi, nhận tin nhắn , ví dụ: HTTP (Web), RTP (truyền phát video), Skype, TCP, IP, Wi-Fi, 4G, Ethernet

Tiêu chuẩn Internet

- RFC: Yêu cầu Nhận xét • IETF: Lực lư ợng Đặc nhiệm Kỹ thuật Internet

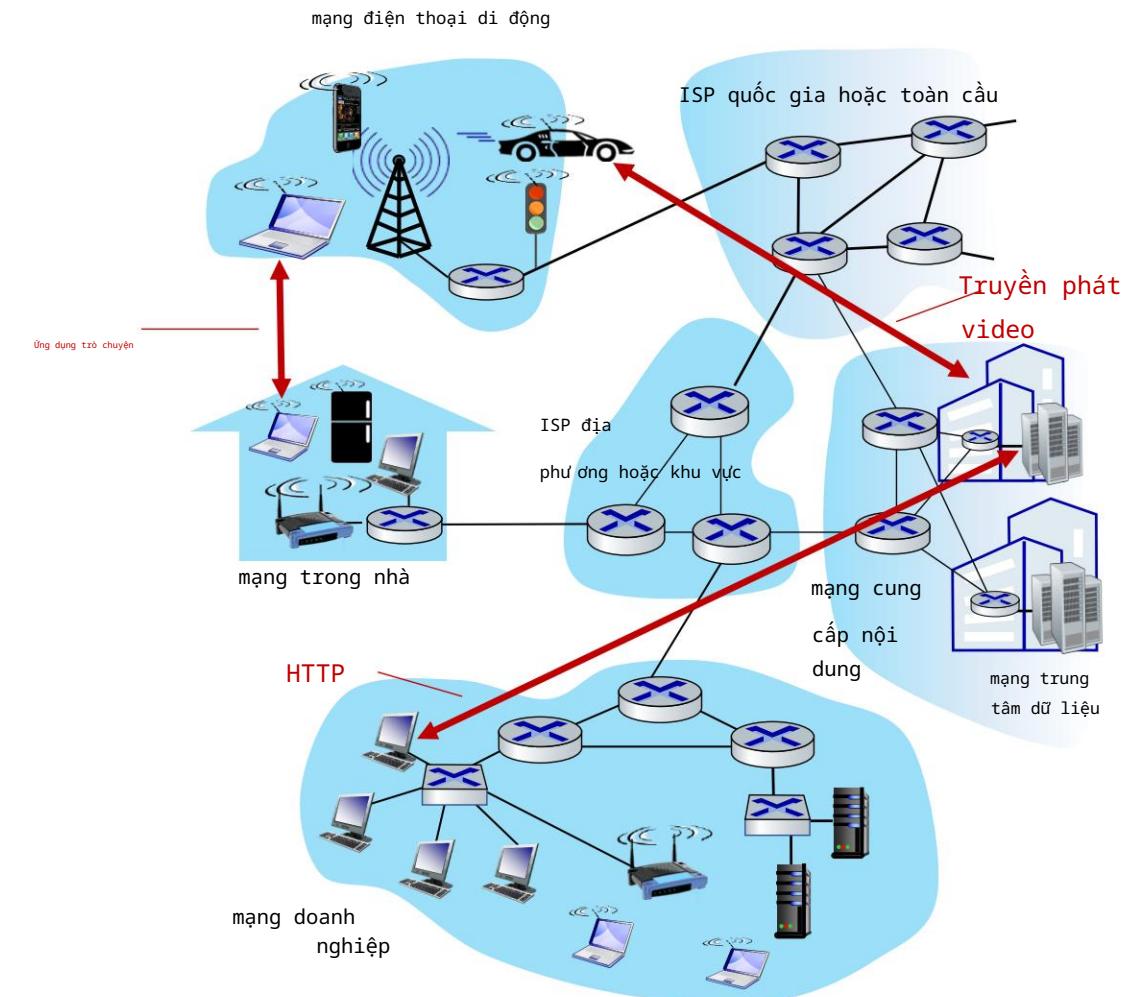


Internet: một cái nhìn “dịch vụ”

Cơ sở hạ tầng cung cấp dịch vụ

cho các ứng dụng: • Web, video trực tuyến, hội nghị từ xa đa phương tiện, email, trò chơi, thư Ơng mại điện tử, truyền thông xã hội, các thiết bị kết nối, . cung cấp

giao diện lập trình cho các ứng dụng phân tán: • “móc nối” cho phép gửi/ nhận ứng dụng tới “kết nối” với, sử dụng dịch vụ vận tải Internet • cung cấp các lựa chọn dịch vụ, tư Ơng tự như dịch vụ bưu chính



Giao thức là gì?

Giao thức của con ngư ời:

“mấy giờ rồi?”

“Tôi có một câu hỏi”

giới thiệu

. tin nhắn cụ thể đã gửi .

hành động cụ thể đã thực hiện
khi nhận được tin nhắn hoặc
các sự kiện khác

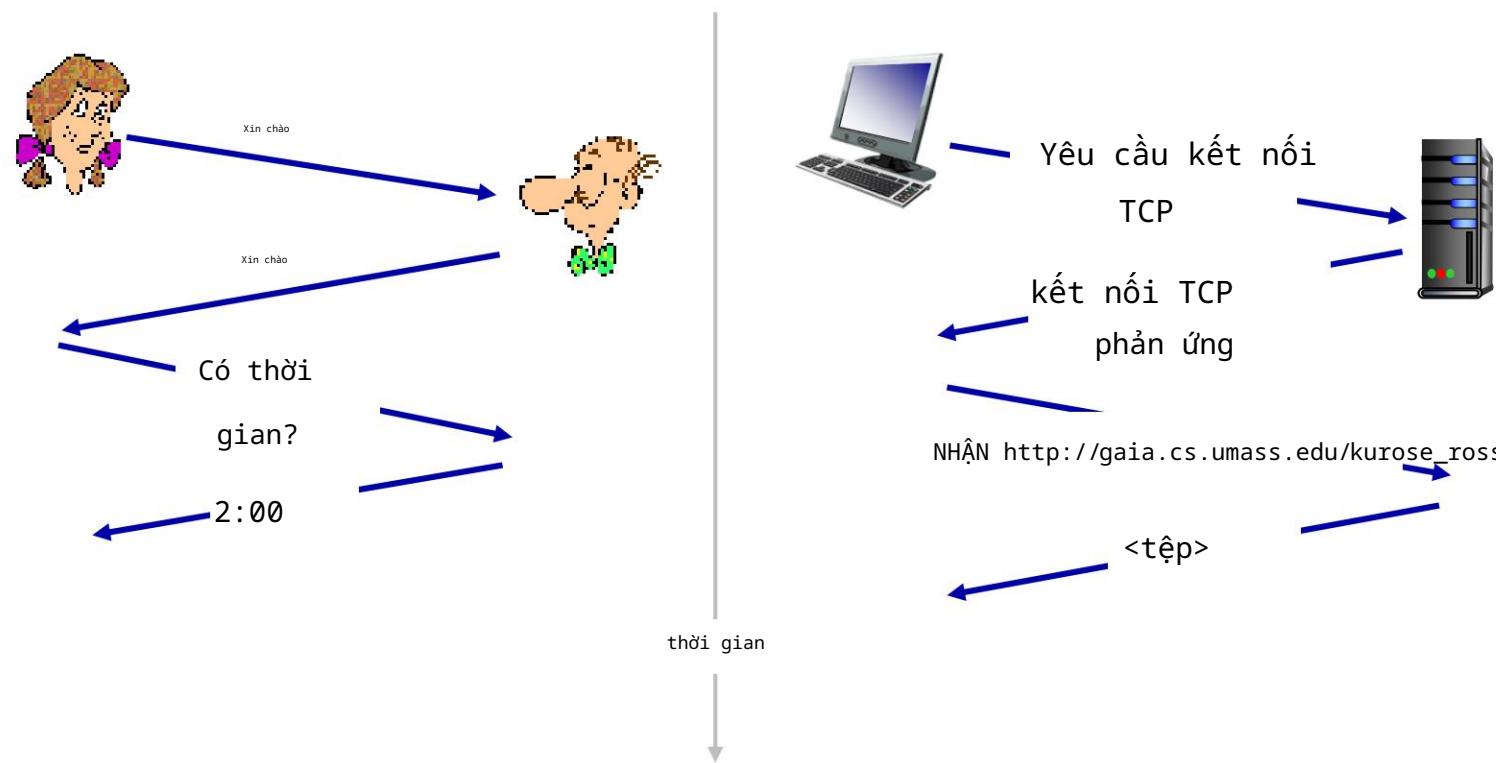
Giao thức mạng:

máy tính (thiết bị) chứ không phải con ngư ời
mọi hoạt động giao tiếp trên Internet đư ợc
điều chỉnh bởi các giao thức

Các giao thức xác định định dạng, thứ tự
của các tin nhắn đư ợc gửi và nhận giữa
các thực thể mạng và các hành động đư ợc
thực hiện khi truyền, nhận tin nhắn

Giao thức là gì?

Một giao thức của con ngư ời và một giao thức mạng máy tính:



Q: các giao thức khác của con ngư ời?

Chương 1: lộ trình

Internet là gì ?

Giao thức là gì ?

Biên mạng: máy chủ, mạng truy cập,
phư ơng tiện vật lý **Lõi mạng:** chuyển
mạch gói/mạch, cấu trúc internet **Hiệu
suất:** mất, trễ, thông lư ợng **Bảo
mật** Các lớp giao thức, mô hình dịch
vụ **Lịch sử**

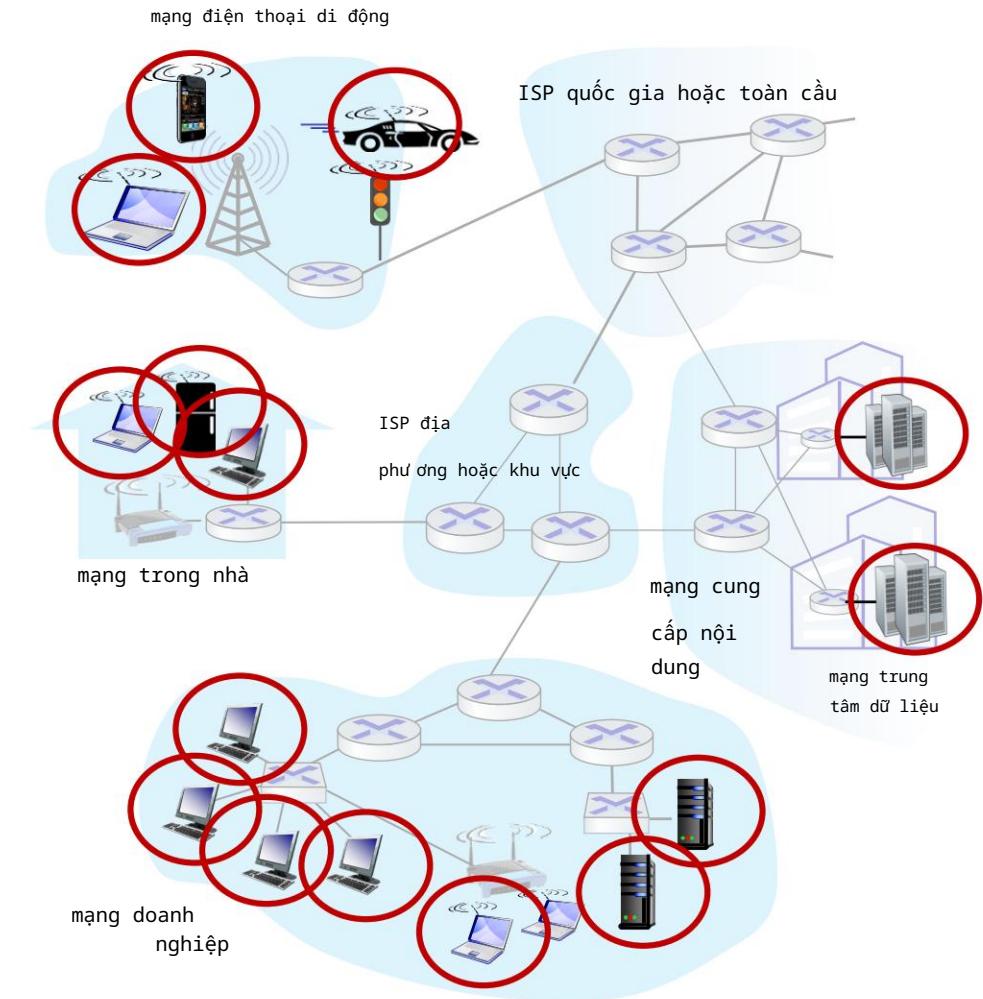


Một cái nhìn sâu hơn về cấu trúc Internet

Mạng lưới gần đó:

máy chủ: máy khách và máy chủ

máy chủ thư ờng ở trung tâm dữ liệu



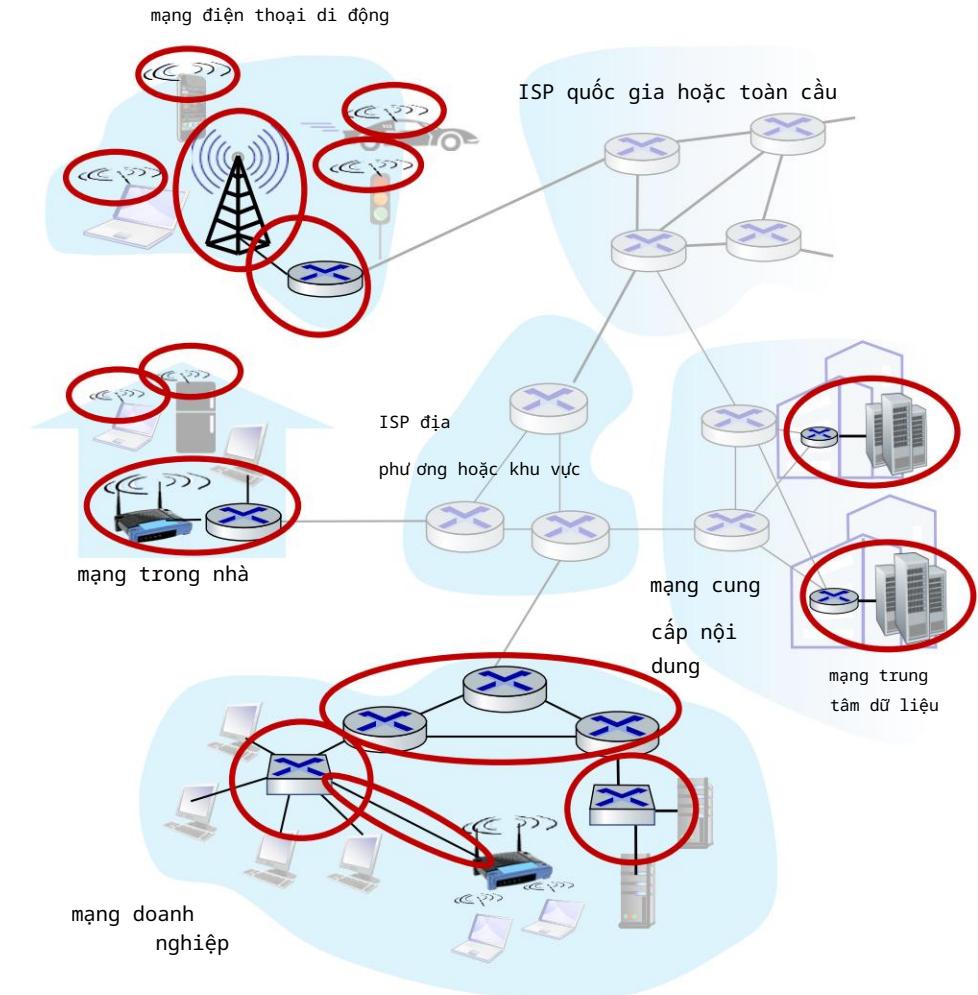
Một cái nhìn sâu hơn về cấu trúc Internet

Mạng lưới gần đó:

máy chủ: máy khách và máy chủ

máy chủ thư ờng ở trung tâm dữ liệu

Mạng truy cập, phuơng tiện vật lý: liên kết truyền thông không dây, có dây



Một cái nhìn sâu hơn về cấu trúc Internet

Mạng lứa gần đó:

máy chủ: máy khách và máy chủ

máy chủ thư ờng ở trung tâm dữ liệu

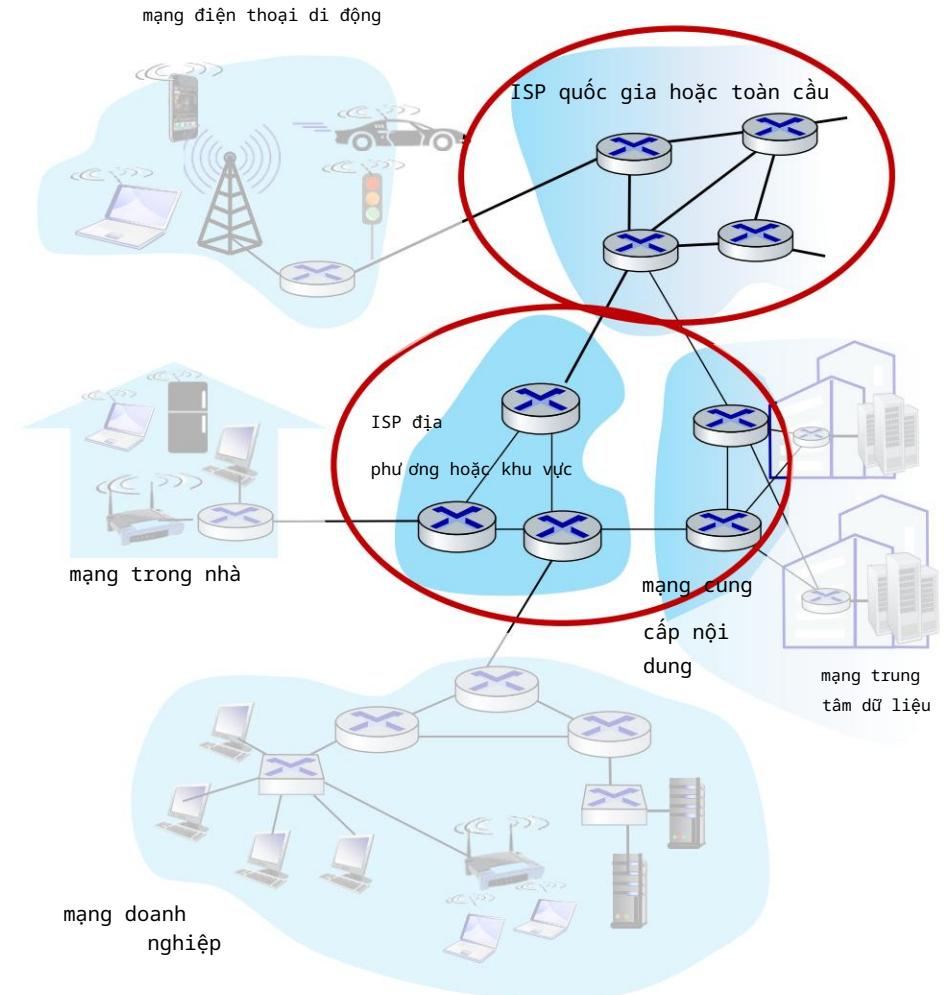
Mạng truy cập, phản ứng vật lý: liên kết

truyền thông không dây, có dây

Lõi mạng:

các bộ định tuyến đư ợc kết

nối với nhau mạng của các mạng



Truy cập mạng và phu ơng tiện vật lý

Hỏi: Làm cách nào để kết nối các hệ thống đầu

cuối với bộ định tuyến biên?

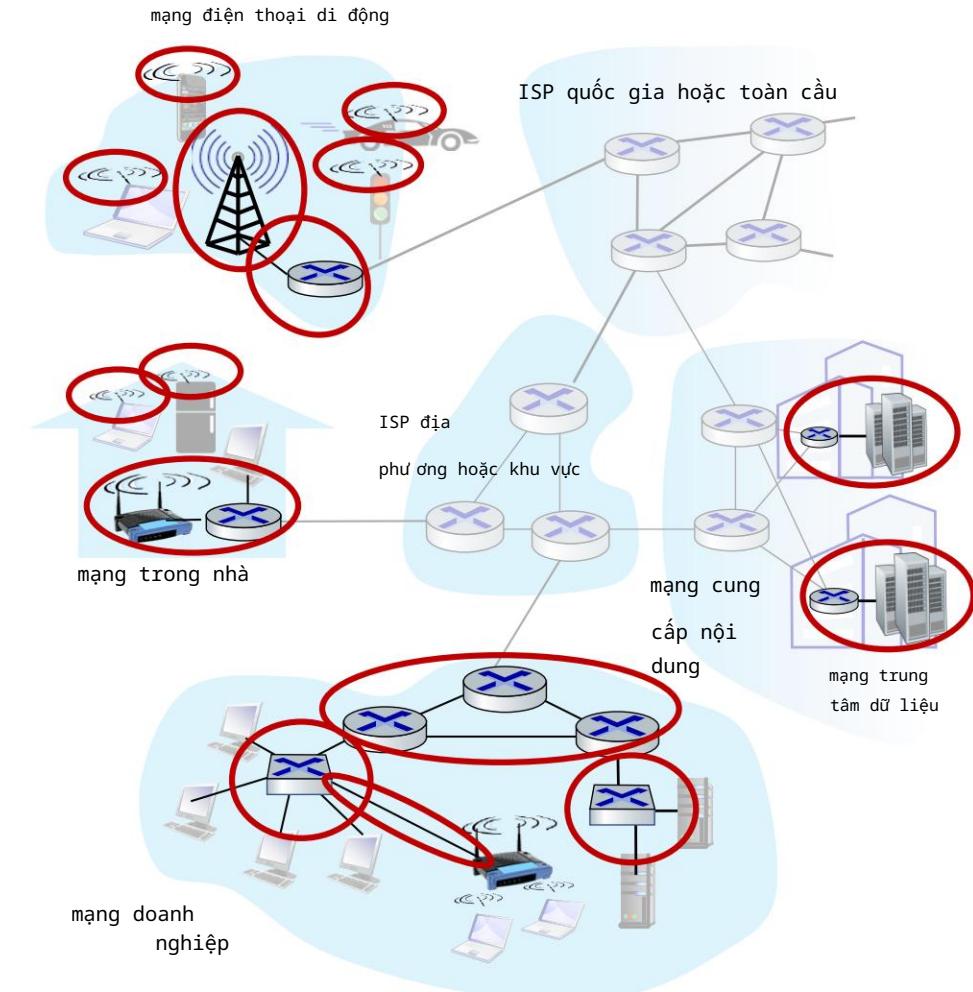
lư ới tiếp cận khu dân cư

mạng truy cập tổ chức (trường học,
công ty) mạng truy cập di động
(WiFi, 4G/5G)

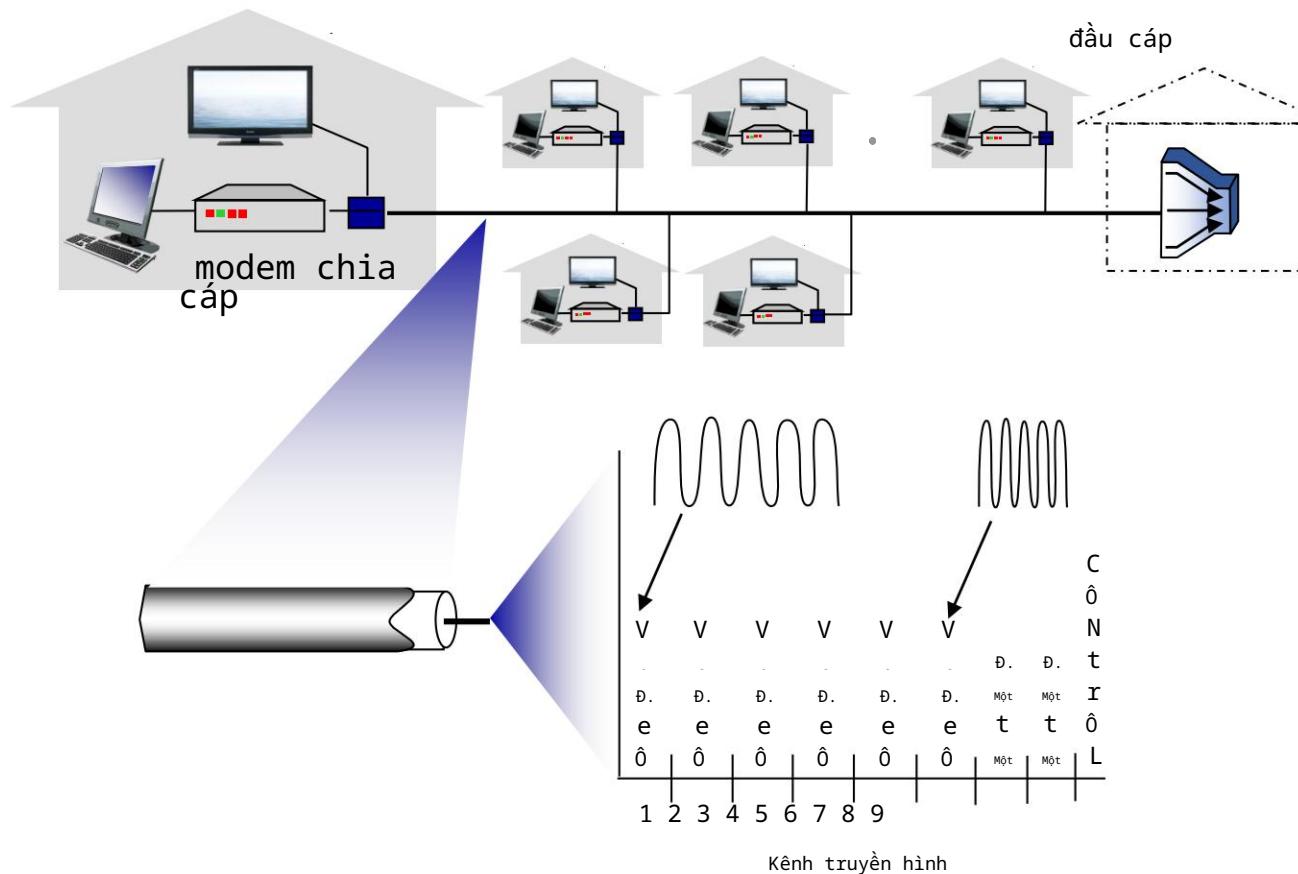
Điều cần tìm:

Tốc độ truyền (bit trên giây) của mạng
truy cập?

truy cập đư ợc chia sẻ hoặc dành riêng giữa những ngư ời dùng?

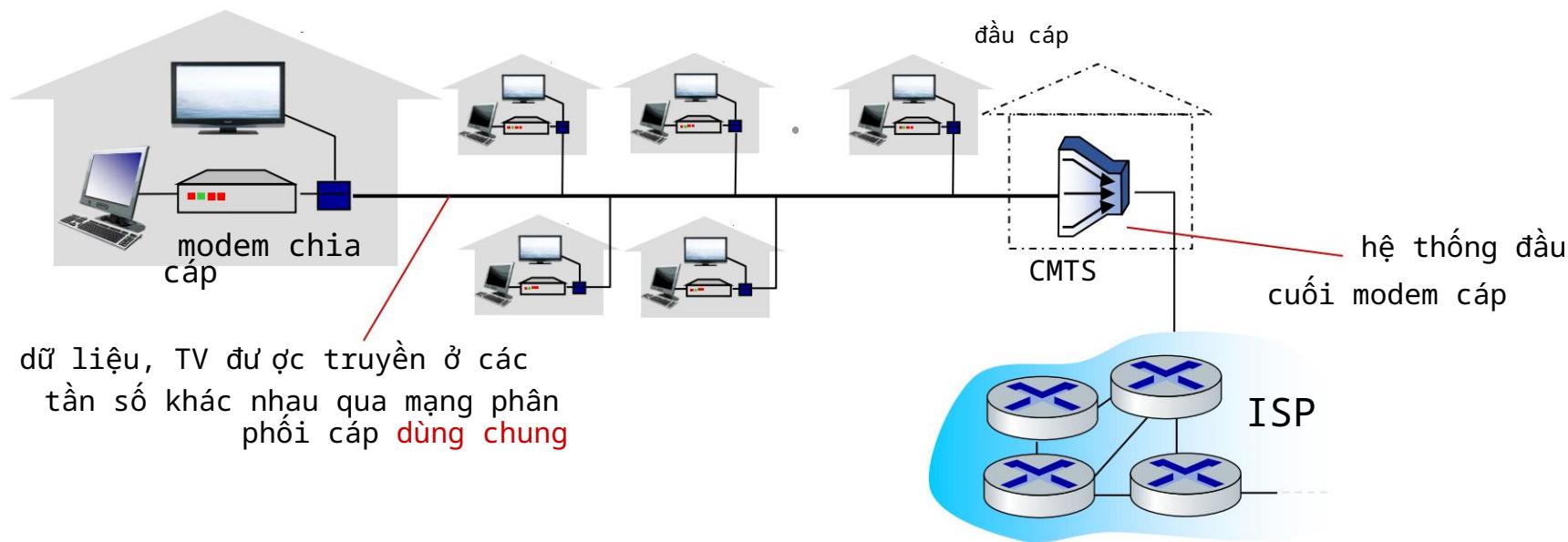


Mạng truy cập: truy cập dựa trên cáp



ghép kênh phân chia theo tần số (FDM): các kênh khác nhau được truyền ở các dải tần số khác nhau

Mạng truy cập: truy cập dựa trên cáp



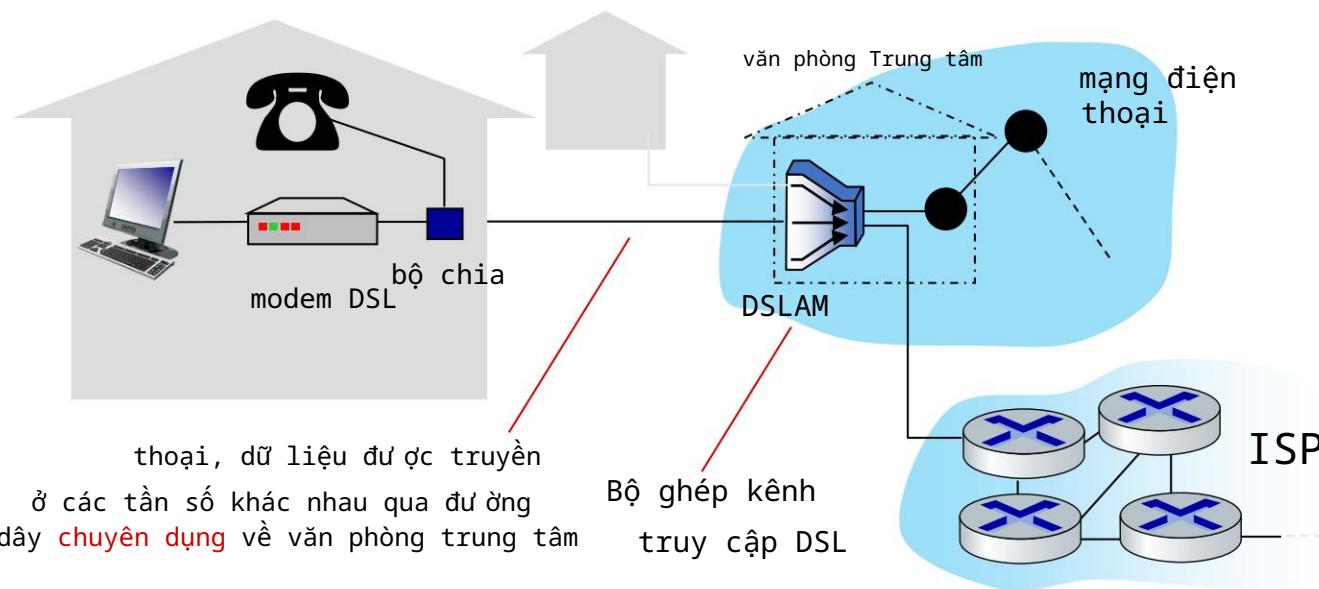
HFC: sợi lai coax

- không đối xứng: lên đến 40 Mbps - tốc độ truyền xuôi dòng 1,2 Gbs, tốc độ truyền ngược dòng 30-100 Mbps

mạng cáp, sợi quang gắn các nhà với bộ định tuyến ISP

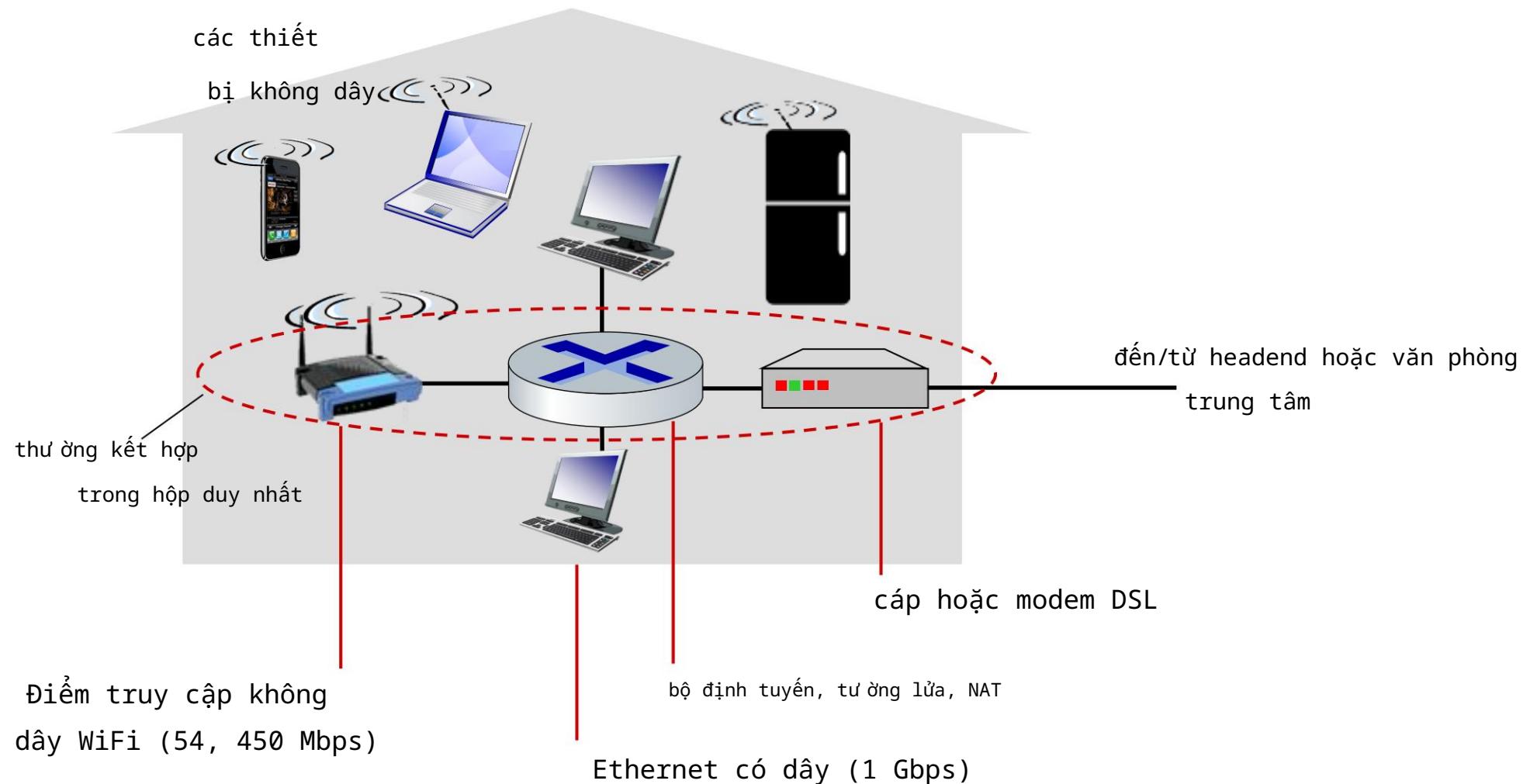
- các hộ gia đình **chia sẻ mạng truy cập** tới đầu cuối cáp

Mạng truy cập: đư ờng dây thuê bao kỹ thuật số (DSL)



sử dụng đư ờng dây điện thoại **hiện có** đến văn phòng trung tâm DSLAM • dữ liệu qua đư ờng dây điện thoại DSL đi đến Internet • thoại qua đư ờng dây điện thoại DSL đi đến mạng điện thoại Tốc độ truyền xuôi dòng **chuyên dụng** 24-52 Mbps
Tốc độ truyền tải ngư ợc dòng **chuyên dụng** 3,5-16 Mbps

Mạng truy cập: mạng gia đình



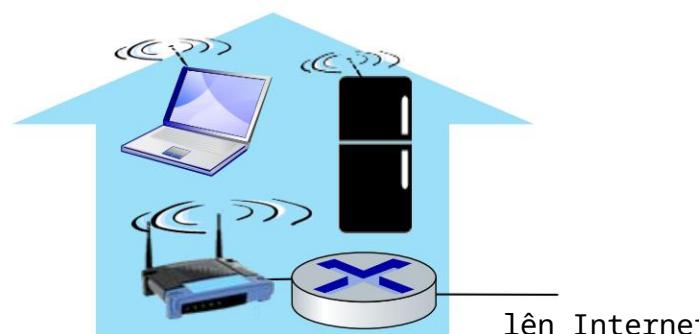
Mạng truy cập không dây

Mạng truy cập không dây dùng chung kết nối hệ thống đầu cuối với bộ định tuyến qua trạm gốc hay còn gọi là “điểm truy cập”

Mạng cục bộ không dây (WLAN)

thu ờng bên trong hoặc xung
quanh tòa nhà (~100 ft)

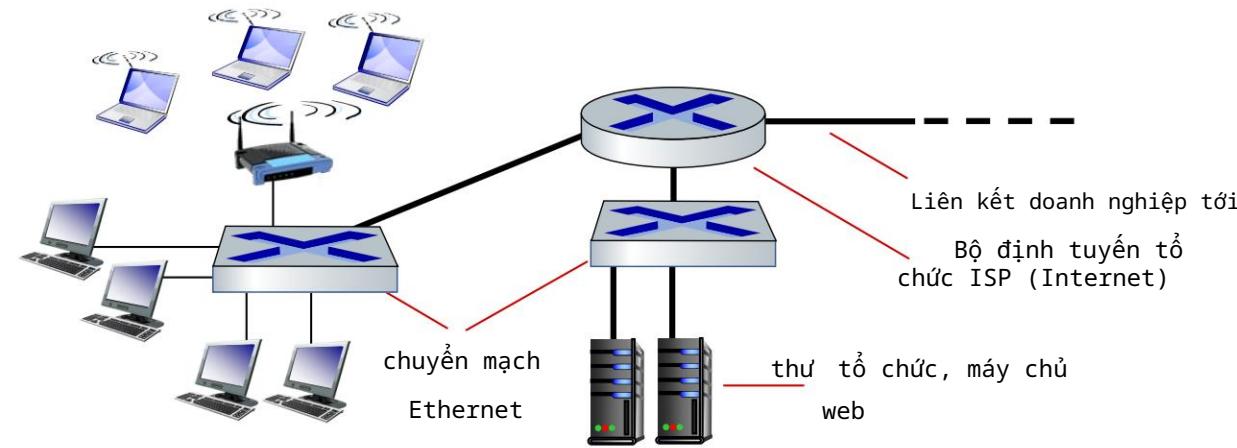
802.11b/g/n (WiFi): Tốc độ truyền
11, 54, 450 Mbps



Mạng truy cập di động diện rộng đư ợc
cung cấp bởi nhà khai thác mạng di
động, di động (10 km) 10 Mbps
Mạng di động 4G (sắp có 5G)



Mạng truy cập: mạng doanh nghiệp



các công ty, trường đại học, v.v.

kết hợp các công nghệ liên kết có dây, không dây, kết nối nhiều thiết bị chuyển mạch và bộ định tuyến (chúng tôi sẽ đề cập đến sự khác biệt ngay sau đây) WiFi: điểm truy cập không dây ở tốc độ 11, 54, 450 Mbps

Ethernet: truy cập có dây ở tốc độ 100Mbps,

1Gbps, 10Gbps

Máy chủ: gửi các gói dữ liệu

chức năng gửi máy chủ:

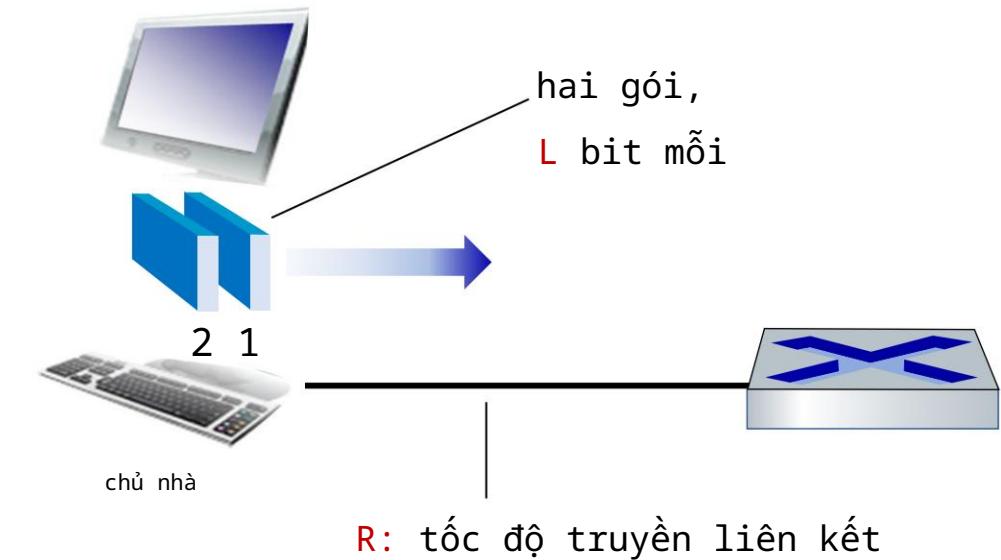
nhận thông báo ứng dụng chia

thành các phần nhỏ hơn, đư ợc gọi
là **gói**, có độ dài **L bit**

truyền gói tin vào truy cập
mạng ở **tốc độ truyền R**

- tốc độ truyền liên kết, còn gọi là **dung**

lư ợng liên kết, còn gọi là **băng thông liên kết**



$$\text{độ trễ} \quad = \quad \frac{\text{thời gian cần}}{\text{thiết để truyền}} \quad = \quad \frac{L \text{ (bit)}}{\text{gói L-bit vào liên kết}} \quad = \quad \frac{L \text{ (bit)}}{R \text{ (bit/giây)}}$$

Liên kết: phư ơng tiện vật lý

bit: lan truyền giữa các cặp máy phát/máy thu

liên kết vật lý: nằm giữa máy phát và máy thu

phư ơng tiện có hư ớng

dẫn: • tín hiệu lan truyền trong phư ơng

tiện rắn: đồng, sợi quang, đồng trực

phư ơng tiện không có hư ớng dẫn: • tín

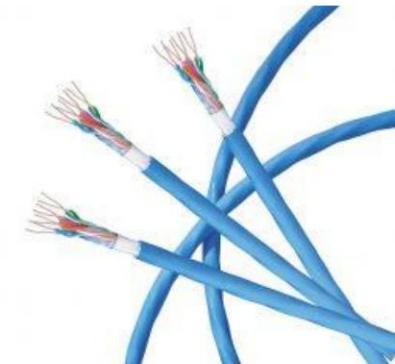
hiệu lan truyền tự do, ví dụ như radio

Xoắn đôi (TP)

hai dây đồng cách điện •

Loại 5: Ethernet 100 Mbps, 1 Gbps

• Loại 6: Ethernet 10Gbps



Liên kết: phư ơng tiện vật lý

cáp đồng trục:

hai dây dẫn đồng tâm

hai chiều

băng thông rộng:

- nhiều kênh tần số trên cáp • 100's Mbps mỗi kênh



Cáp sợi quang: sợi

thủy tinh mang các xung ánh sáng, mỗi xung một chút Hoạt động tốc độ cao: • điểm-điểm tốc độ cao

đư ờng truyền (10's-100's Gbps)
tỷ lệ lỗi thấp:

- các bộ lặp cách xa nhau •
miễn nhiễm với nhiễu điện từ



Liên kết: phư ơng tiện vật lý

đài không dây

tín hiệu đư ợc
truyền trong phổ điện từ
không có “dây” vật lý quảng
bá và “bán song công” (ngu ời gửi
đến ngu ời nhận) hiệu ứng môi
trư ờng lan truyền : • phản xạ •
vật cản • nhiễu

Các loại liên kết vô

tuyến: Kênh vi sóng mặt

- đất lên đến 45 Mbps

Mạng LAN không dây (WiFi)

- Lên đến 100 Mbps

diện rộng (ví dụ: di động) •

Di động 4G: ~ 10 Mbps vê
tinh

- lên đến 45 Mbps mỗi kênh
- Độ trễ đầu cuối 270 msec
- đồng bộ địa lý so với quỹ đạo
trái đất thấp

Chương 1: lộ trình

Internet là gì ?

Giao thức là gì ?

Biên mạng: máy chủ, mạng truy cập,
phư ơng tiện vật lý **Lõi mạng:** chuyển

mạch gói/mạch, cấu trúc internet Hiệu

suất: mất, trễ, thông lư ợng Bảo

mật Các lớp giao thức, mô hình dịch

vụ Lịch sử

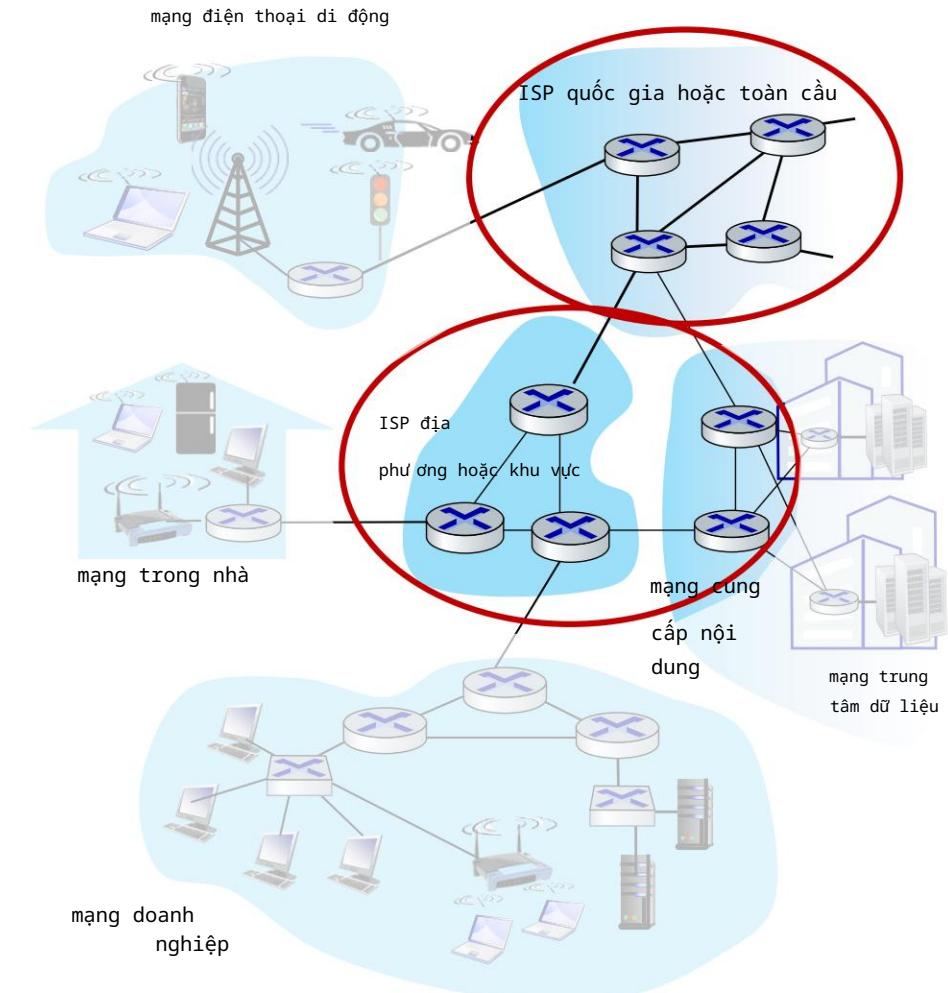


lõi mạng

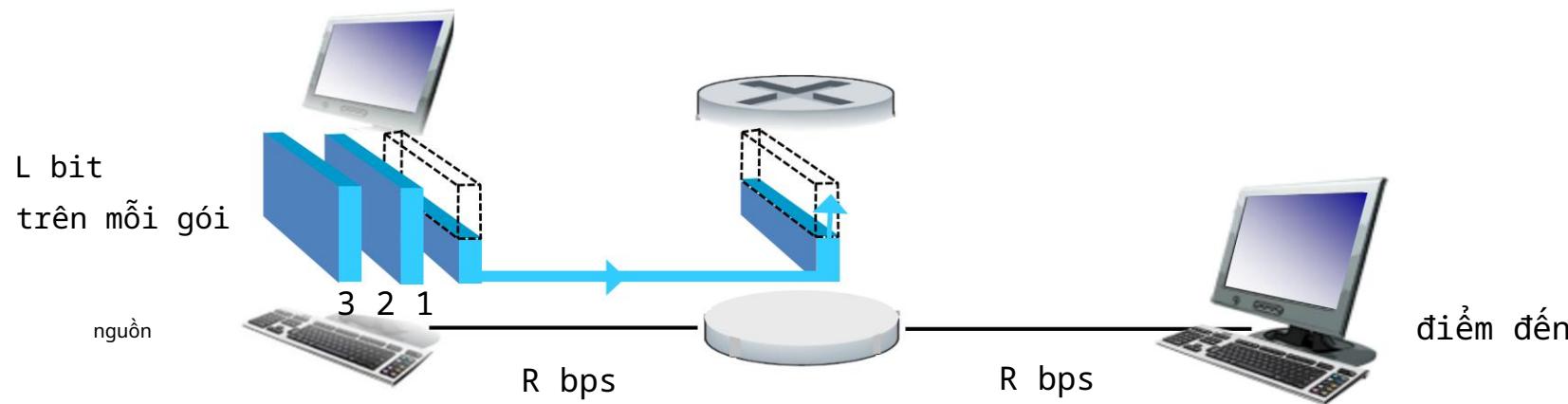
lưu ới liên kết với nhau

bộ định tuyến

- chuyển mạch gói:** các máy chủ chia các thông báo ở tầng ứng dụng thành các **gói**
- chuyển tiếp các gói từ bộ định tuyến này sang bộ định tuyến tiếp theo, qua các liên kết trên đường dẫn từ nguồn đến đích
- mỗi gói được truyền với dung lư ợng liên kết đầy đủ



Chuyển mạch gói: store-and-forward



Độ trễ truyền: mất L/R giây để
truyền (đẩy ra) gói L -bit vào liên kết tại R
bps

Lưu trữ và chuyển tiếp: toàn bộ gói tin phải đến bộ định
tuyến trước khi nó có thể được truyền trên liên kết tiếp theo

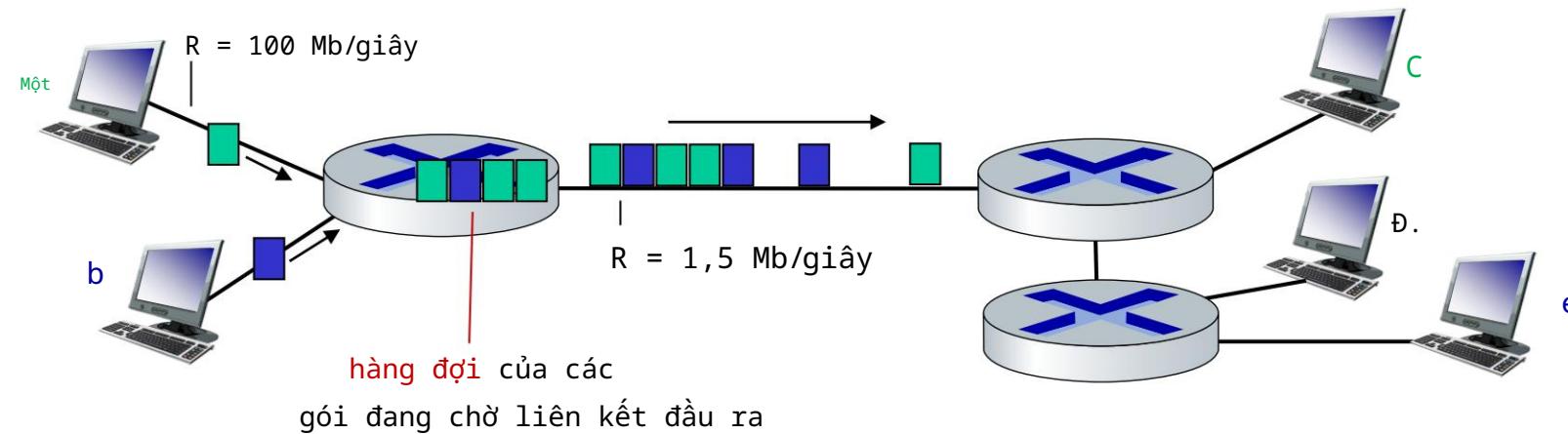
Độ trễ đầu cuối: $2L/R$ (ở trên), giả sử độ
trễ lan truyền bằng 0 (sớm nói thêm về độ trễ)

Ví dụ số một chặng: $L =$
10 Kbits

$R = 100 \text{ Mbps}$

Độ trễ truyền một chặng =
0,1 mili giây

Chuyển mạch gói: trễ hàng đợi, mất mát



Xếp hàng và mất gói: nếu tốc độ đến (tính bằng bps) đến liên kết vư ợt quá tốc độ truyền (bps) của liên kết trong một khoảng thời gian: các gói sẽ xếp hàng đợi để được truyền trên liên kết đầu ra các gói có thể bị loại bỏ (mất) nếu bộ nhớ (bộ đệm) trong bộ định tuyến đầy

hình ảnh lên

Hai chức năng lõi mạng chính

chuyển tiếp:

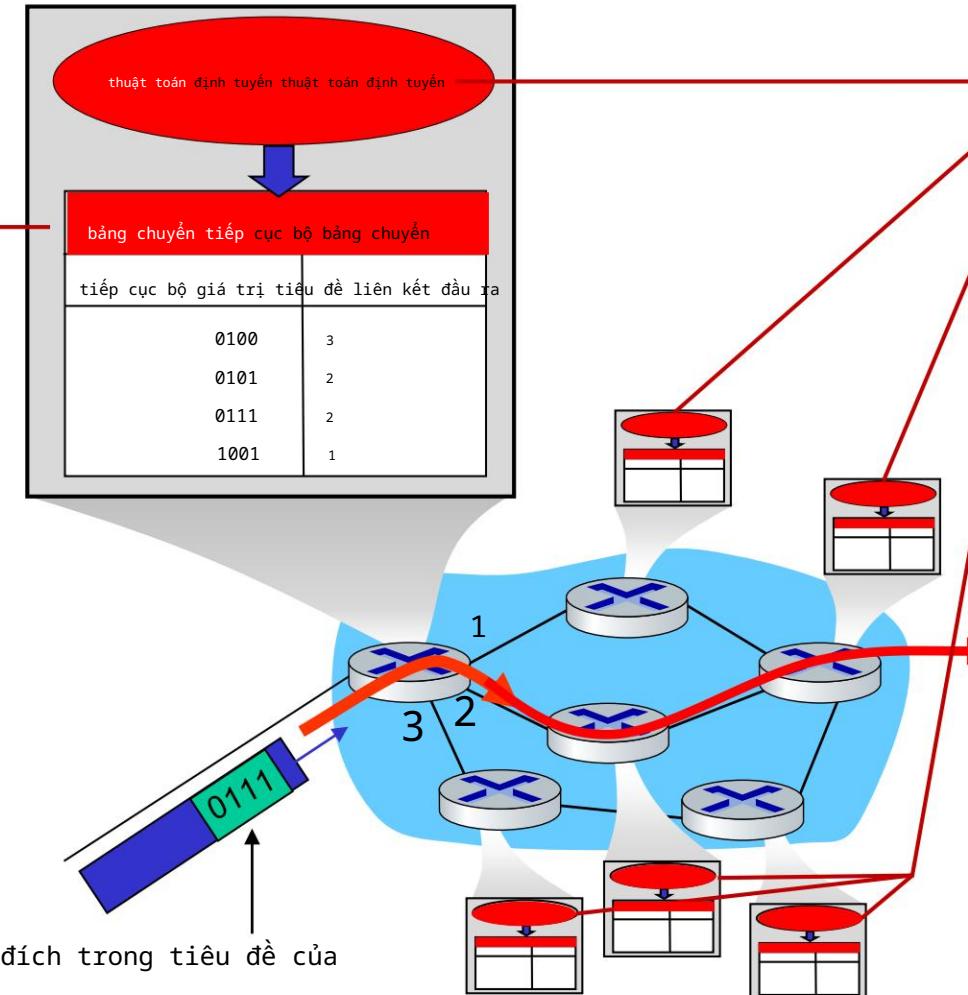
hành động **địa phu ứng**:

di chuyển các gói đến từ

liên kết đầu vào của bộ

định tuyến đến liên kết đầu ra

của bộ định tuyến thích hợp



Định tuyến:

hành động **toàn**

cục : xác định các

đường dẫn nguồn

mà các gói tin đi qua

thuật toán định tuyến

Thay thế cho chuyển mạch gói: chuyển mạch kênh

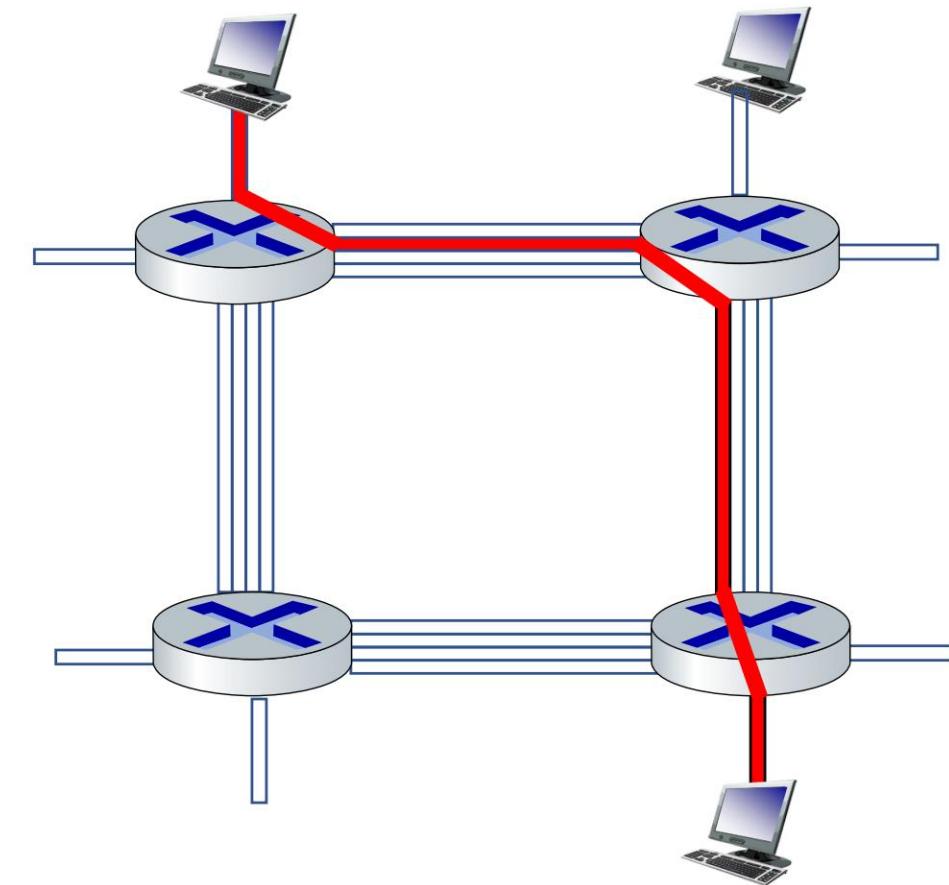
tài nguyên đầu cuối được phân bổ
cho, dành riêng cho "cuộc gọi" giữa
nguồn và đích

trong sơ đồ, mỗi liên kết có bốn mạch.
• cuộc gọi nhận mạch thứ 2 trong liên kết trên cùng và mạch thứ
nhất trong liên kết bên phải.

tài nguyên chuyên dụng: không chia sẻ
• hiệu suất giống như mạch (được đảm bảo) đoạn mạch

không hoạt động nếu không được sử dụng bởi cuộc gọi ([không
chia sẻ](#))

thường được sử dụng trong các mạng điện thoại truyền
thông



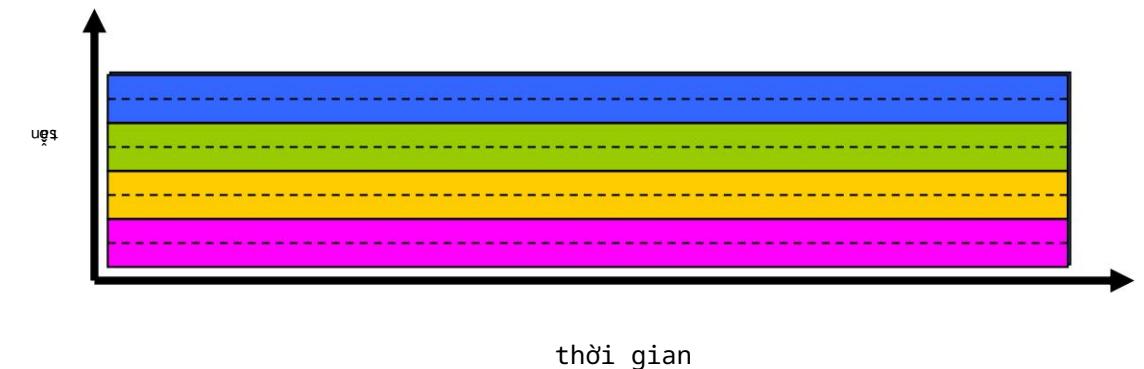
Chuyển mạch: FDM và TDM

Ghép kênh tần số (FDM)

tần số quang, điện tử được chia thành các dải tần số (hẹp)

mỗi cuộc gọi được phân bổ băng tần riêng, có thể truyền ở tốc độ tối đa của băng tần hẹp đó

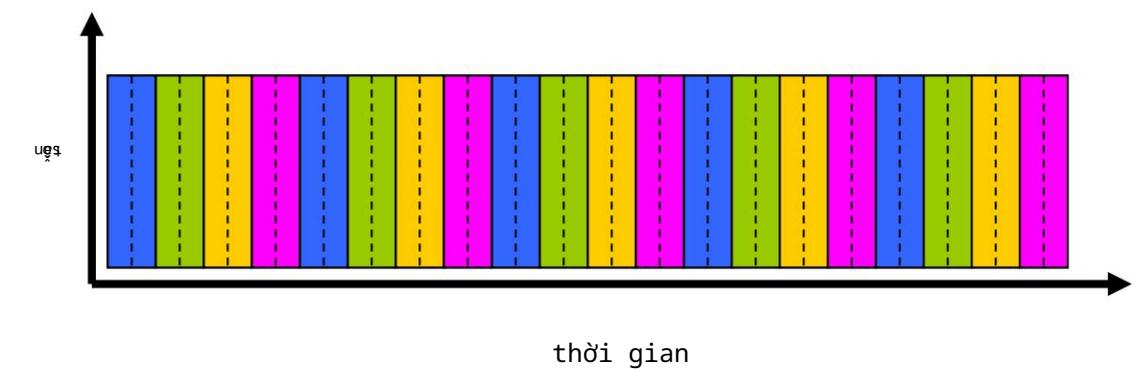
4 ngư ời dùng

Ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM)

thời gian được chia thành các khe

mỗi cuộc gọi được phân bổ (các) khe định kỳ, có thể truyền ở tốc độ tối đa của băng tần (rộng hơn), như ng chỉ trong (các) khe thời gian của nó



Chuyển mạch gói so với chuyển mạch

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

Ví dụ: Liên

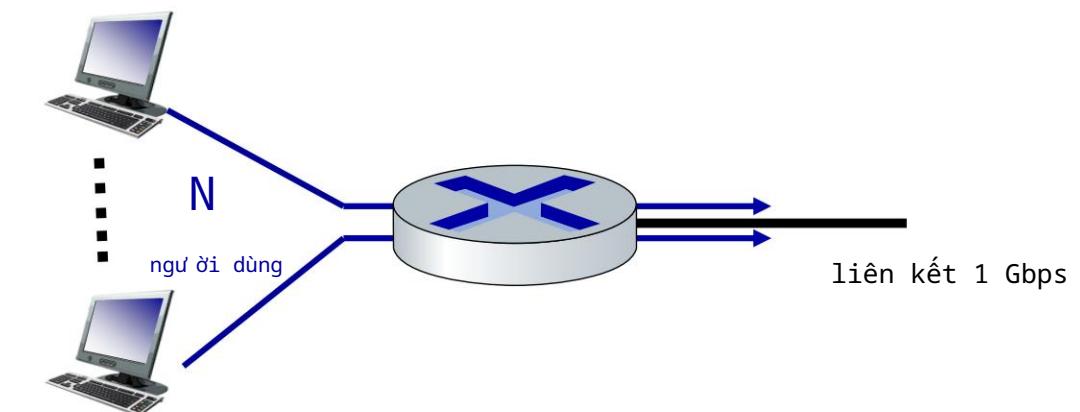
kết 1 Gb/giây

mỗi người dùng:

- 100 Mb/giây khi “hoạt động”
- hoạt động 10% thời gian

chuyển mạch: 10 người dùng

chuyển mạch gói: với 35 người dùng, xác suất > 10 hoạt động cùng lúc nhỏ hơn 0,0004
*



Hỏi: làm cách nào chúng tôi nhận được giá trị 0,0004?

Hỏi: điều gì xảy ra nếu > 35 người dùng?

* Xem các bài tập tương tác trực tuyến để biết thêm ví dụ: http://gaia.cs.umass.edu/kurose_ross/interactive

Chuyển mạch gói so với chuyển mạch

Là chuyển mạch gói một "slam dunk ngay khi chiến thắng"?

tuyệt vời cho dữ liệu "bùng nổ" - đôi khi có dữ liệu để gửi, như ngay khi thì không

- chia sẻ tài nguyên • đơn

giản hơn, không cần thiết lập cuộc gọi

có thể tắc nghẽn quá mức: trễ và mất gói do tràn bộ đệm • các giao thức cần thiết
để truyền dữ liệu đáng tin cậy, kiểm soát tắc nghẽn

Hỏi: Làm thế nào để cung cấp hành vi giống như mạch điện? •

đảm bảo băng thông thư ờng được sử dụng cho các ứng dụng âm thanh/video

Hỏi: sự tương tự của con ngay về tài nguyên dành riêng (chuyển
mạch) so với phân bổ theo yêu cầu (chuyển mạch gói)?

Cấu trúc Internet: một “mạng của các mạng”

Máy chủ kết nối với Internet thông qua Dịch vụ Internet **truy cập**

Nhà cung cấp (ISP)

- ISP khu dân cư, doanh nghiệp (công ty, trường đại học, thư ơng mại)

Lần lượt các ISP truy cập phải đư ợc kết nối với nhau

- để hai máy bất kỳ có thể gửi các gói tin cho nhau

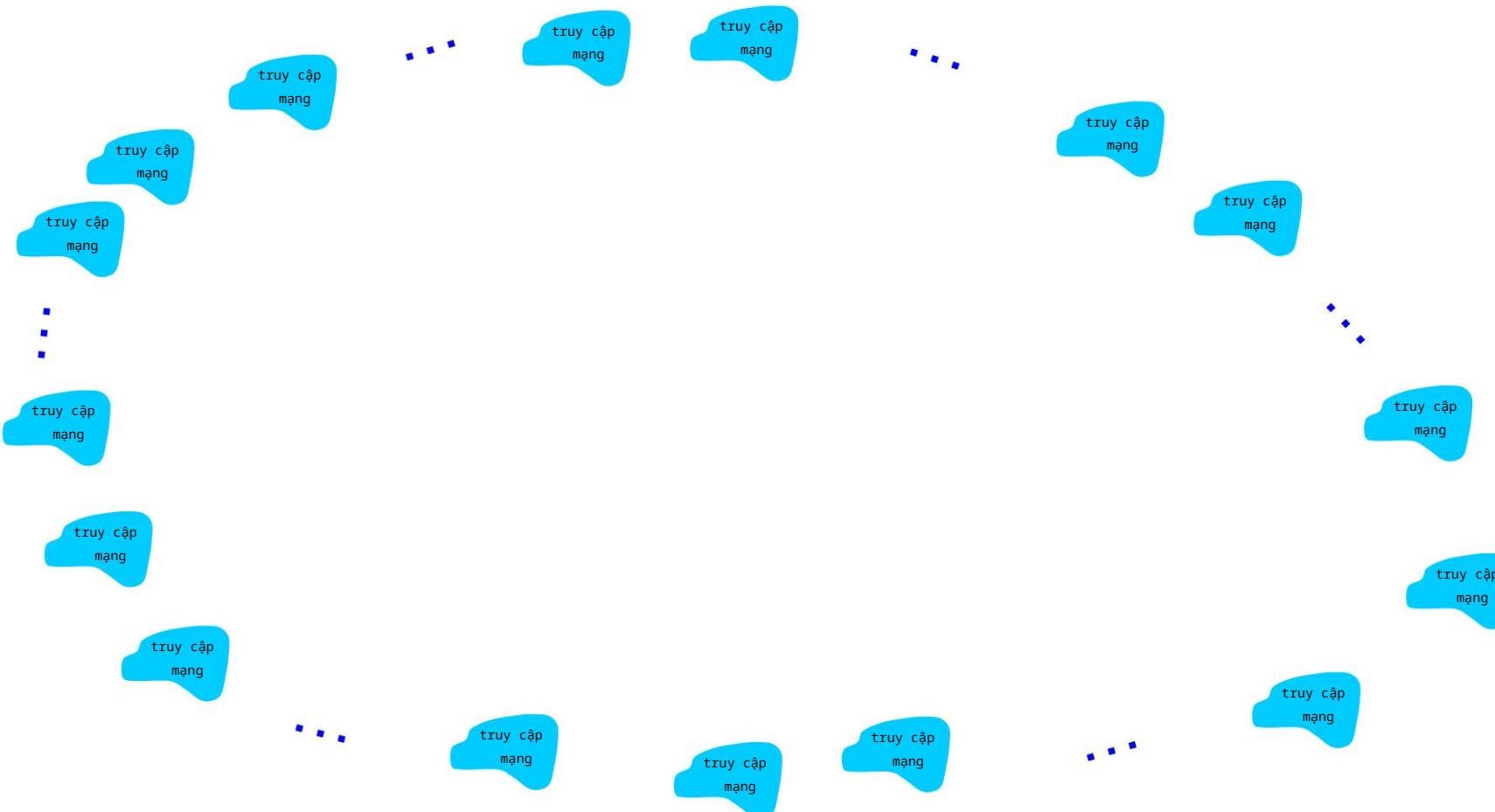
Mạng kết quả của các mạng rất phức tạp

- sự phát triển đư ợc thúc đẩy bởi **kinh tế** và **chính sách quốc gia**

Hãy tiếp cận theo từng bước để mô tả hiện tại
cấu trúc mạng

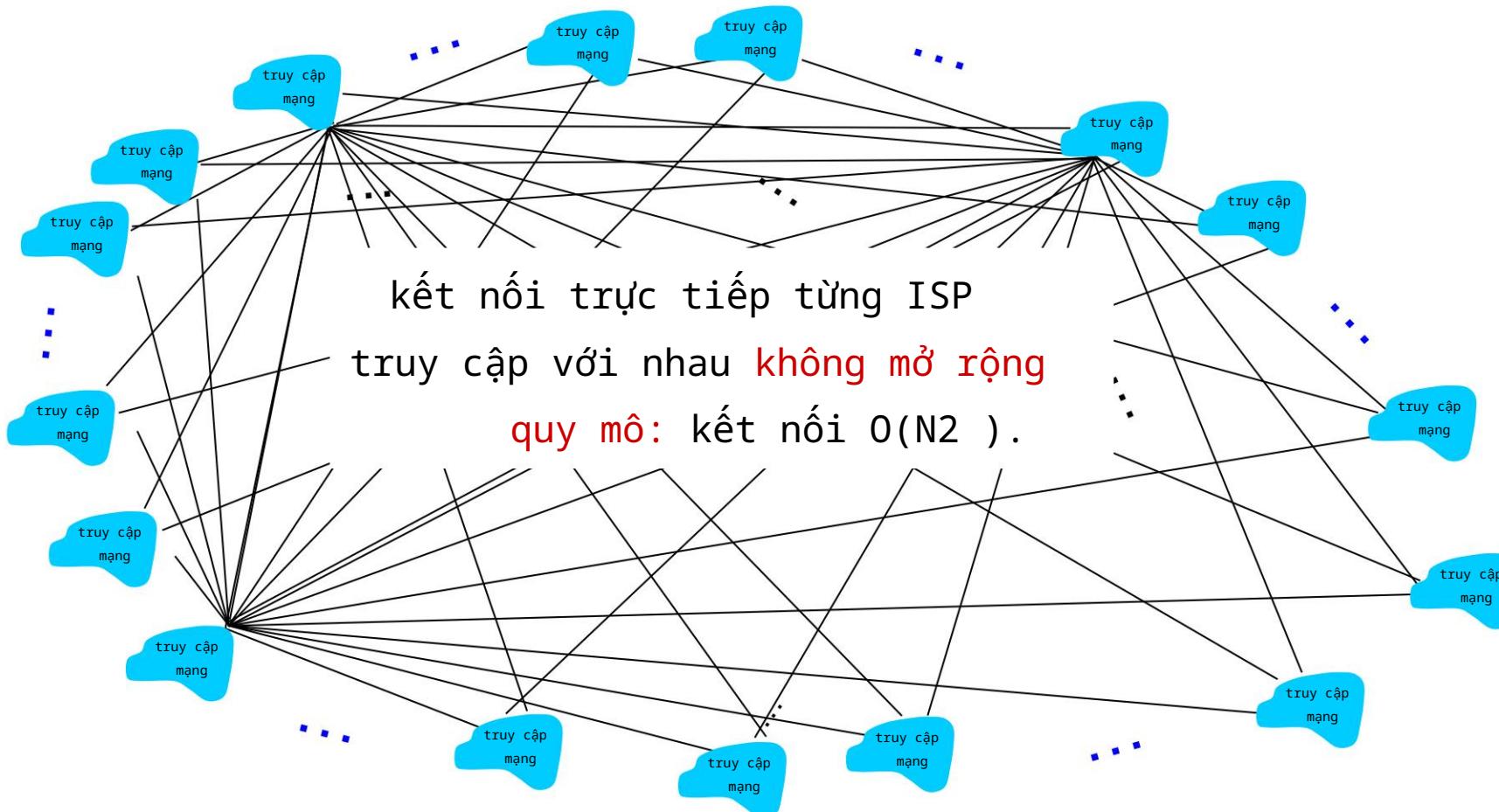
Cấu trúc Internet: một “mạng của các mạng”

Câu hỏi: Với hàng triệu ISP truy cập, làm cách nào để kết nối chúng lại với nhau ?



Cấu trúc Internet: một “mạng của các mạng”

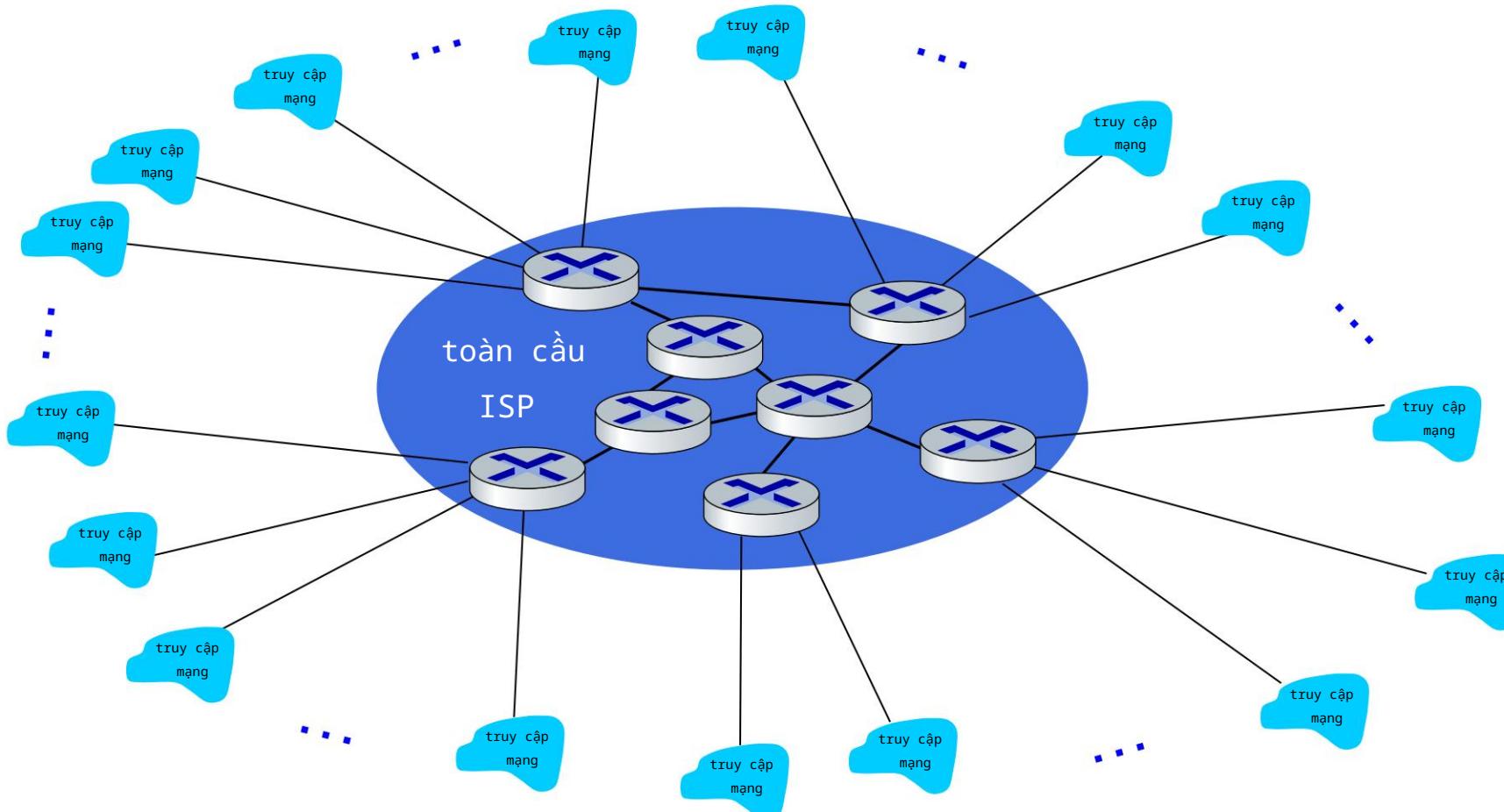
Câu hỏi: Với hàng triệu ISP truy cập, làm cách nào để kết nối chúng lại với nhau ?



Cấu trúc Internet: một “mạng của các mạng”

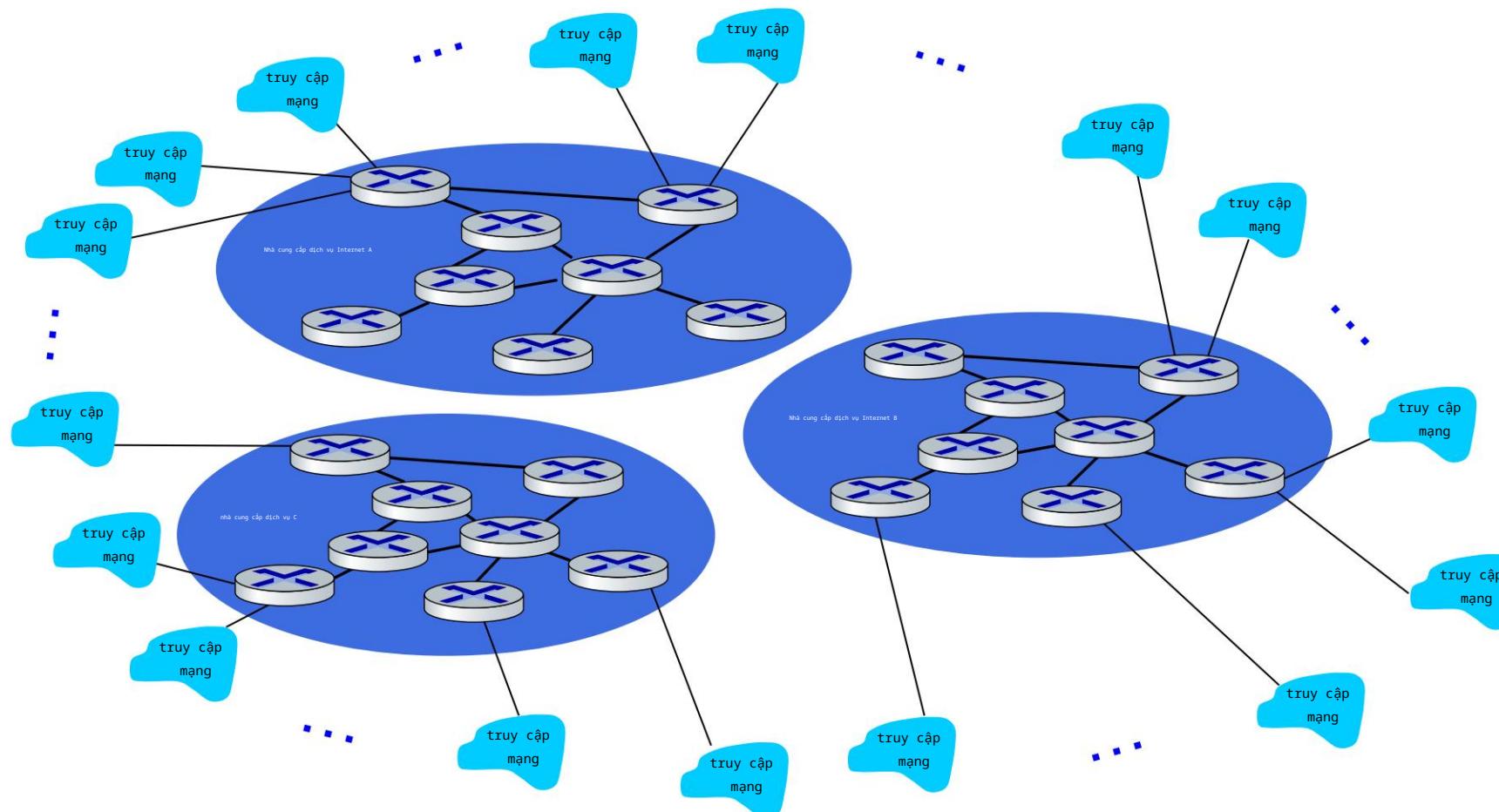
Tùy chọn: kết nối từng ISP truy cập với một ISP chuyển tiếp toàn cầu?

Khách hàng và nhà cung cấp ISP có thỏa thuận kinh tế.



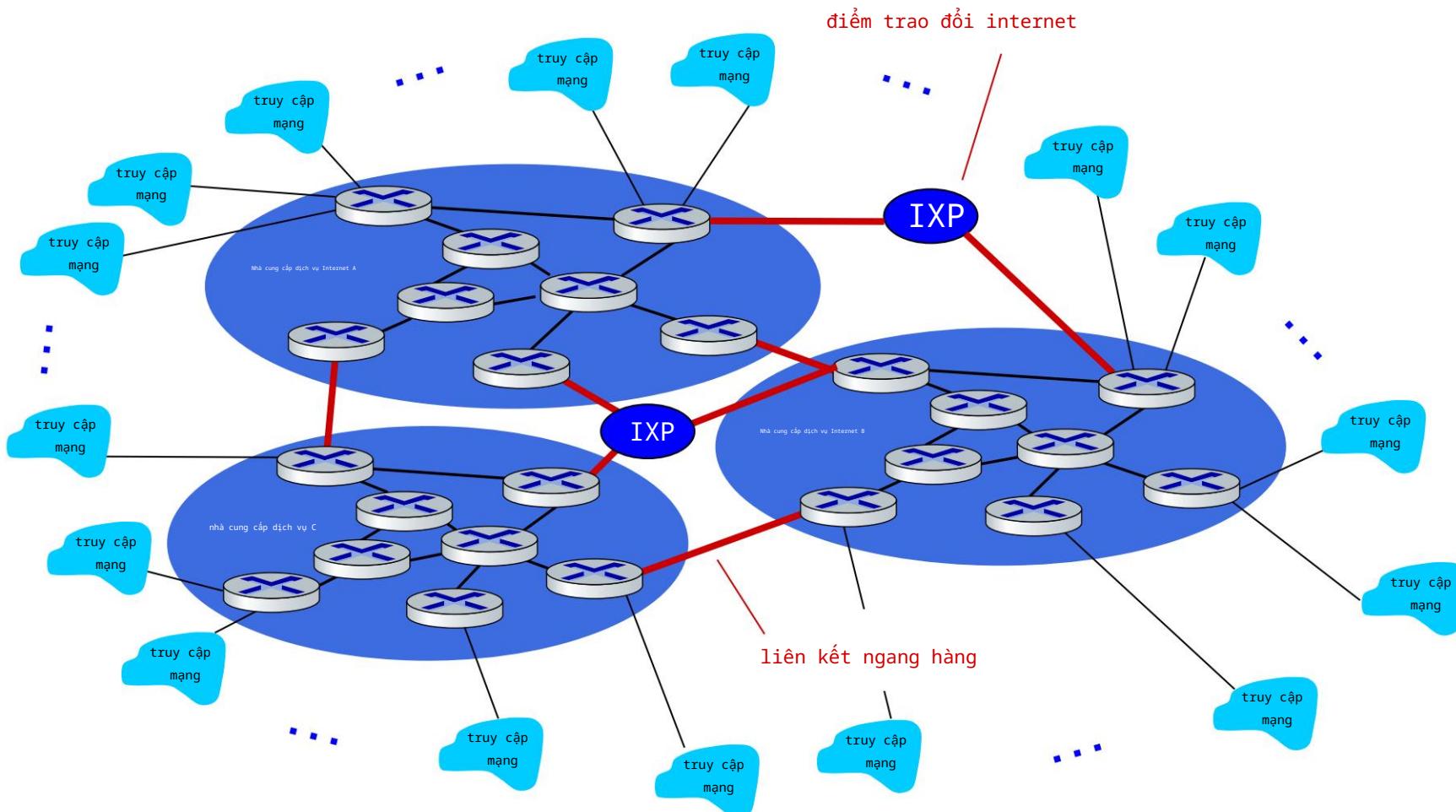
Cấu trúc Internet: một “mạng của các mạng”

Như ng nếu một ISP toàn cầu hoạt động kinh doanh khả thi thì sẽ có đối thủ cạnh tranh..



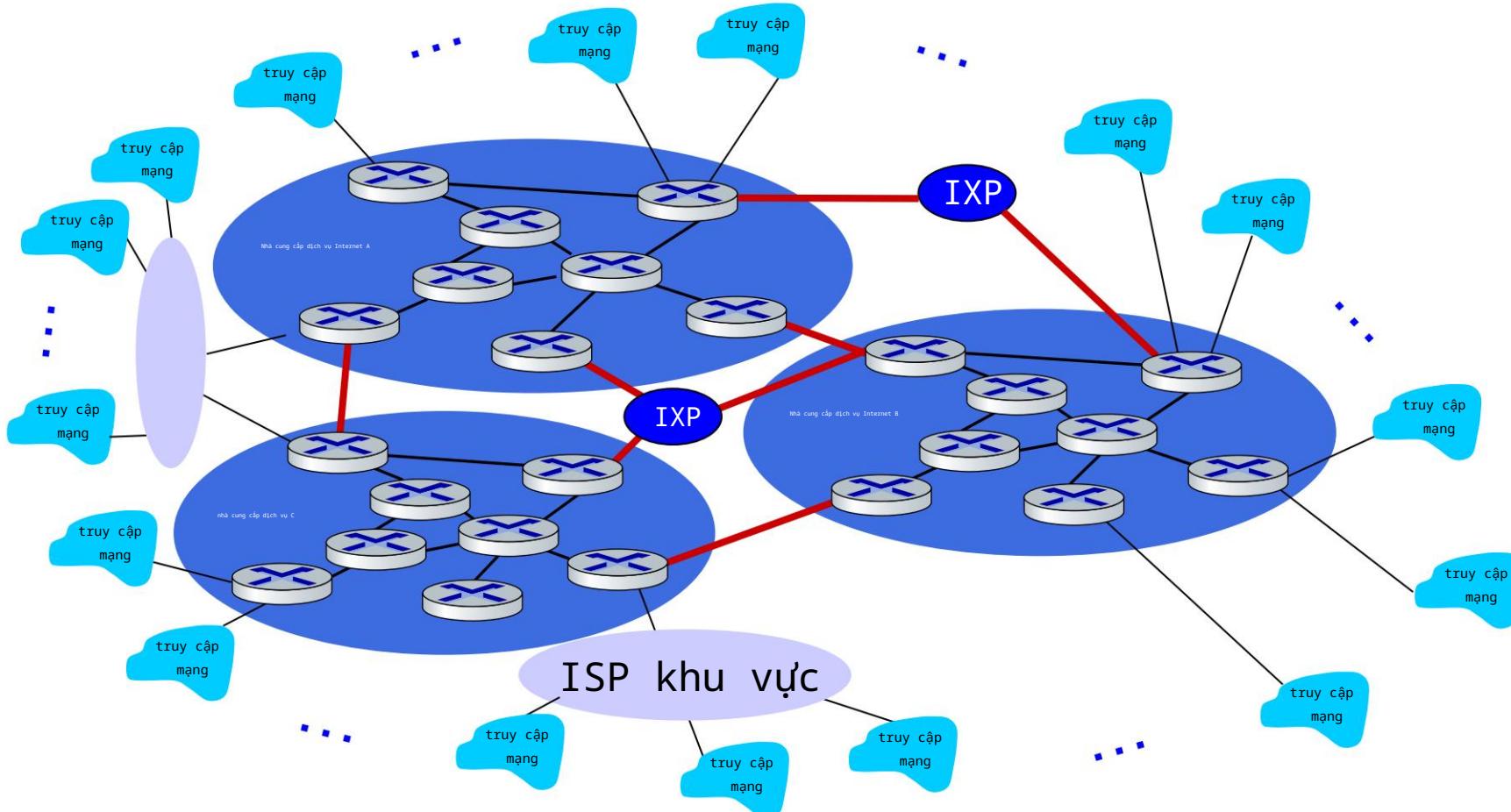
Cấu trúc Internet: một “mạng của các mạng”

Như ng nếu một ISP toàn cầu hoạt động kinh doanh khả thi thì sẽ có đối thủ cạnh tranh.. ai sẽ muốn đư ợc kết nối



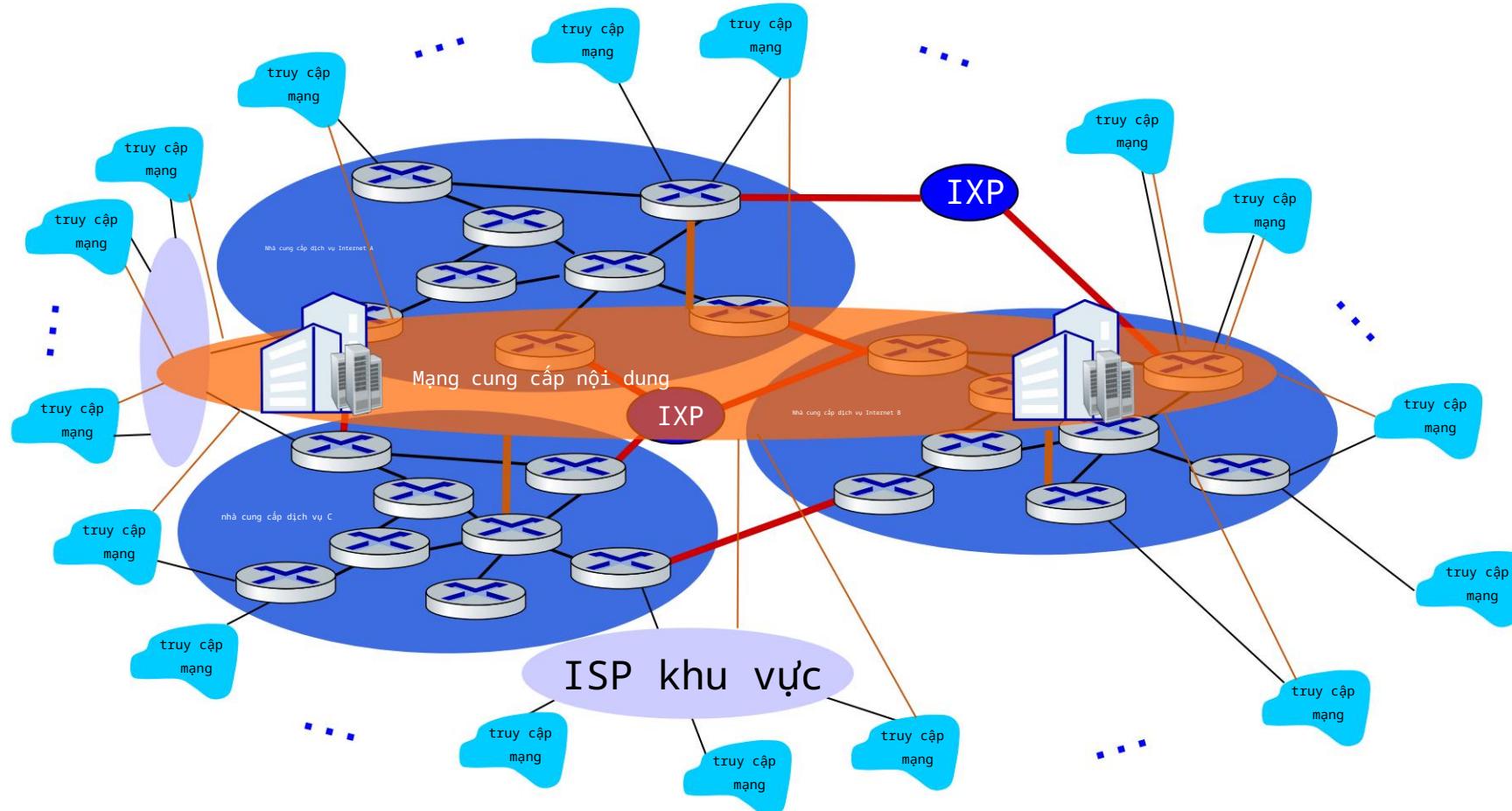
Cấu trúc Internet: một “mạng của các mạng”

và mạng khu vực có thể phát sinh để kết nối mạng truy cập với ISP

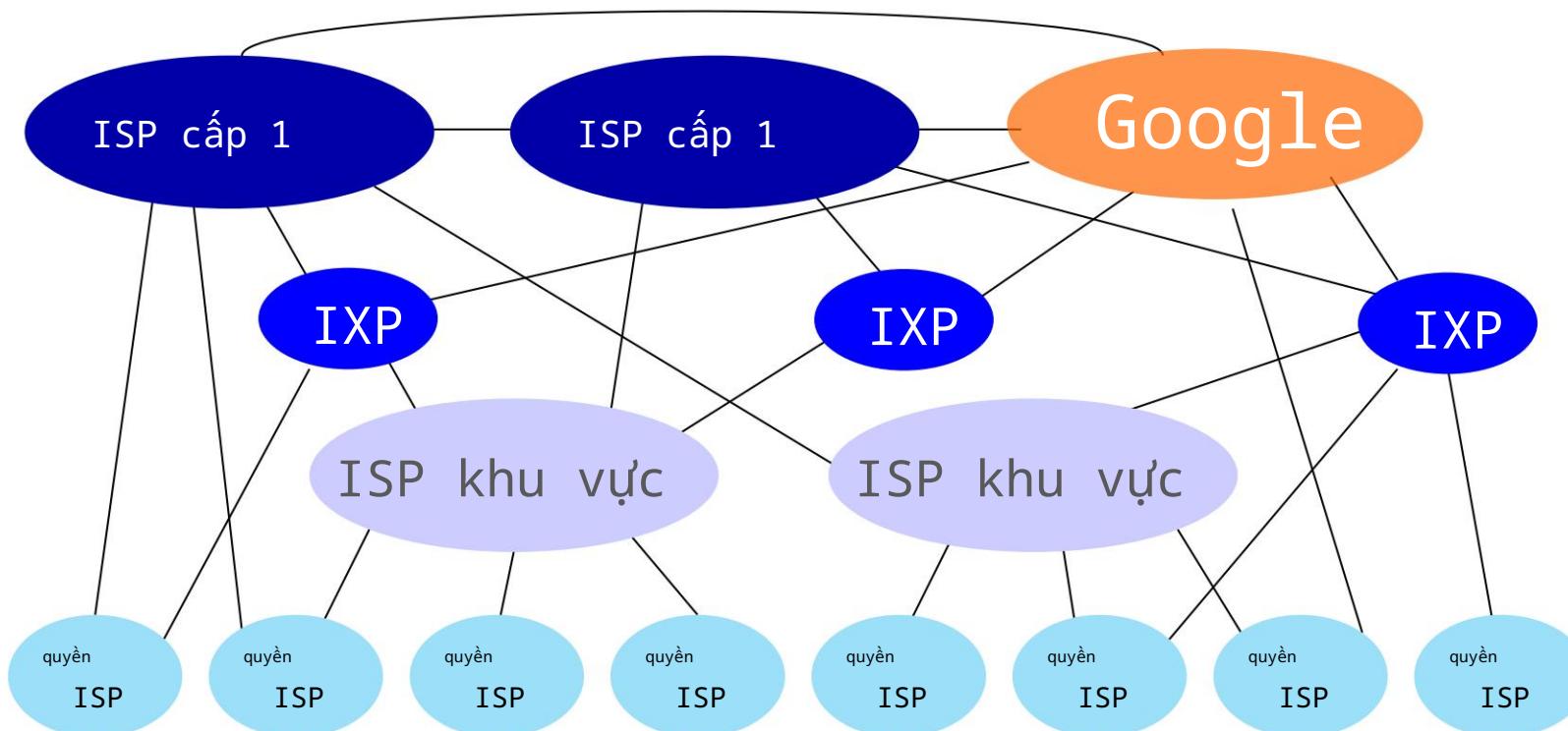


Cấu trúc Internet: một “mạng của các mạng”

và các mạng cung cấp nội dung (ví dụ: Google, Microsoft, Akamai) có thể chạy mạng riêng của họ, để đưa dịch vụ, nội dung đến gần người dùng cuối



Cấu trúc Internet: một “mạng của các mạng”



Tại “trung tâm”: số lưu lượng nhỏ trong số các mạng lớn đư ợc

kết nối tốt **ISP thương mại “cấp 1”** (ví dụ: Cấp 3, Sprint, AT&T, NTT), vùng phủ sóng quốc gia và quốc tế **mạng cung cấp nội dung** (ví dụ: Google, Facebook): mạng riêng kết nối các trung tâm dữ liệu của nó với Internet, thư ờng bỏ qua các ISP cấp 1, khu vực

Bản đồ mạng ISP cấp 1: Sprint (2019)



Chương 1: lộ trình

Internet là gì ?

Giao thức là gì ?

Biên mạng: máy chủ, mạng truy cập,
phư ơng tiện vật lý Lõi mạng: chuyển

mạch gói/mạch, cấu trúc internet Hiệu
suất: mất, trễ, thông lư ợng Bảo

mật Các lớp giao thức, mô hình dịch

vụ Lịch sử

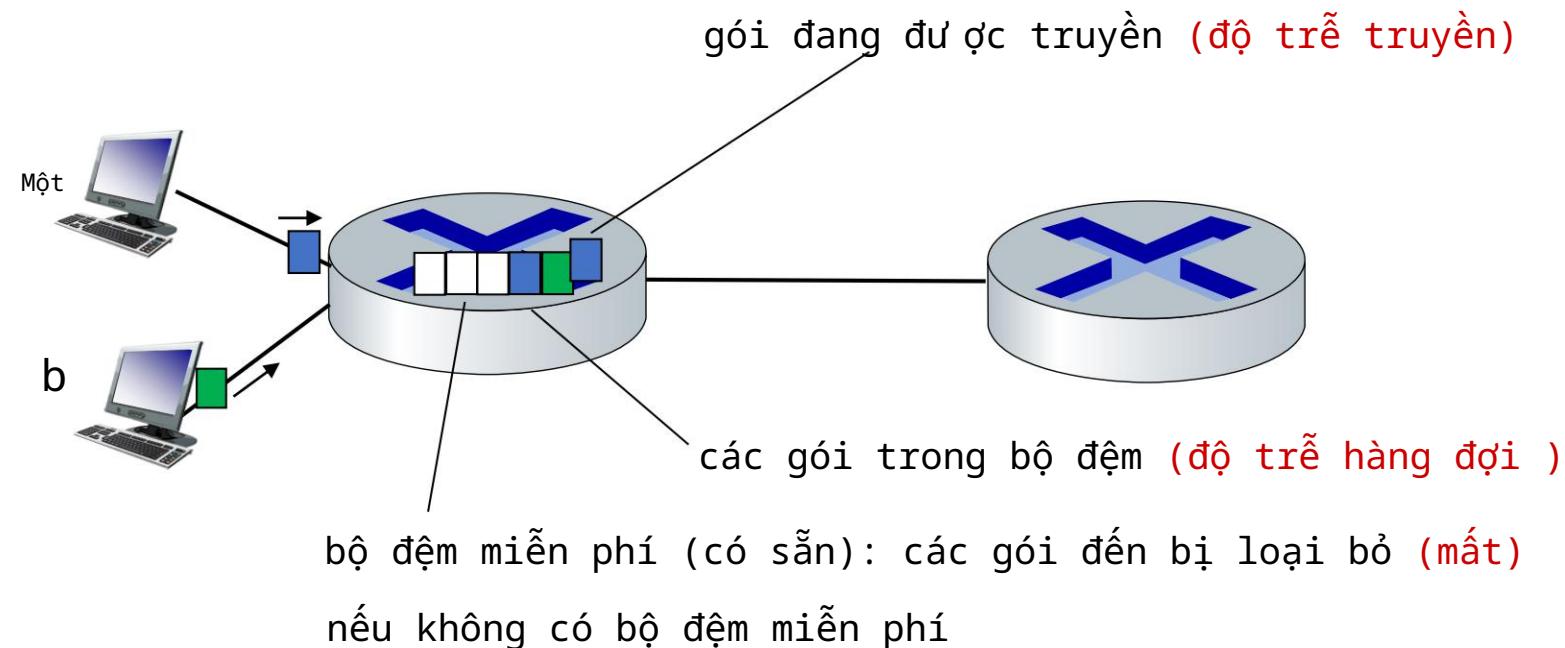


Làm thế nào để mất gói và chậm trễ xảy ra?

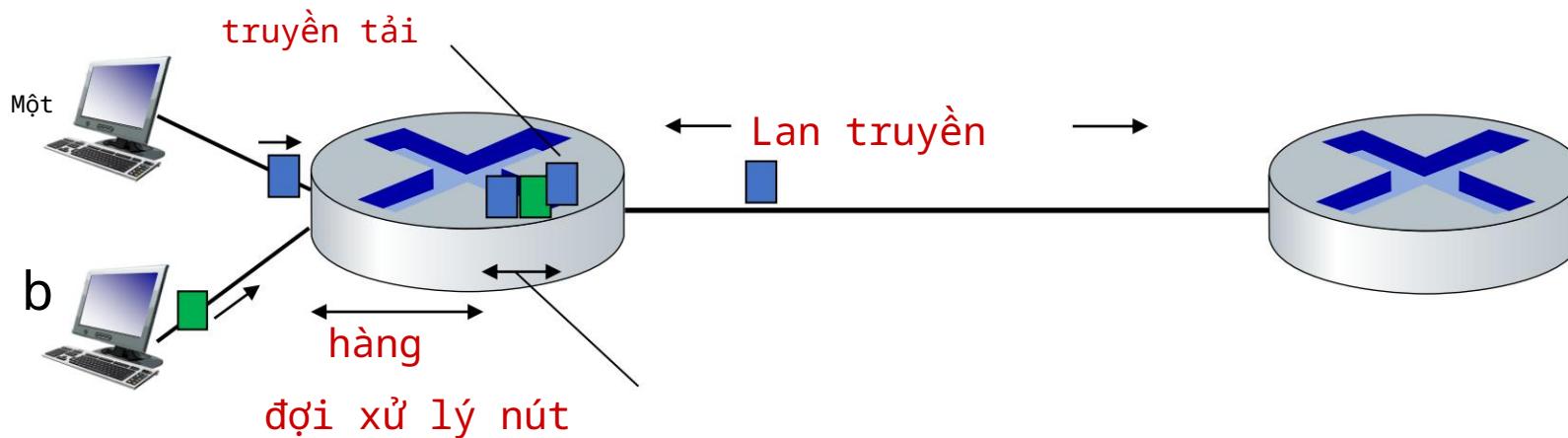
hàng đợi các gói trong bộ đệm của bộ

định tuyến các gói xếp hàng, đợi đến

lưu ợt tốc độ đến liên kết (tạm thời) vư ợt quá dung lư ợng liên kết đầu ra: mất gói



Độ trễ gói: bốn nguồn



$$dnodal = dproc + dqueue + dtrans + dprop$$

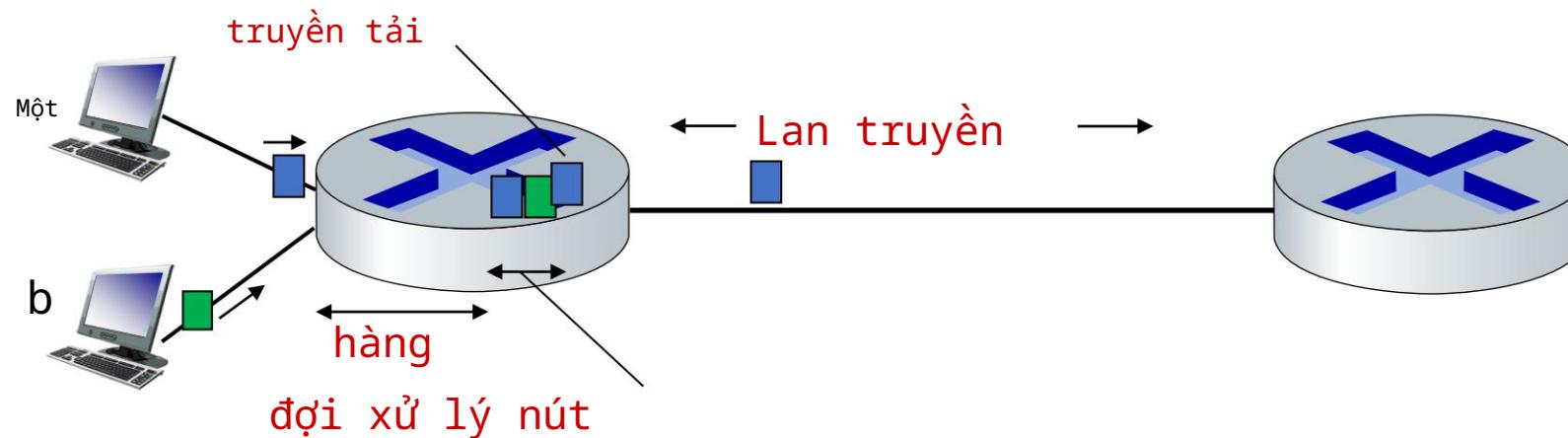
dproc: xử lý nút

kiểm tra lỗi bit
xác định liên kết đầu
ra thư ờng < msec

dqueue: độ trễ xếp hàng

thời gian chờ đợi ở liên kết đầu ra để truyền
phụ thuộc vào mức độ tắc nghẽn của bộ định tuyến

Độ trễ gói: bốn nguồn



$$dnodal = dproc + dqueue + dtrans + dprop$$

dtrans: độ trễ truyền: L:

độ dài gói (bit) R: tốc độ

truyền liên kết (bps) **dtrans**

$$= L/R$$

dtrans và
dprop rất khác nhau

dprop: độ trễ lan truyền:

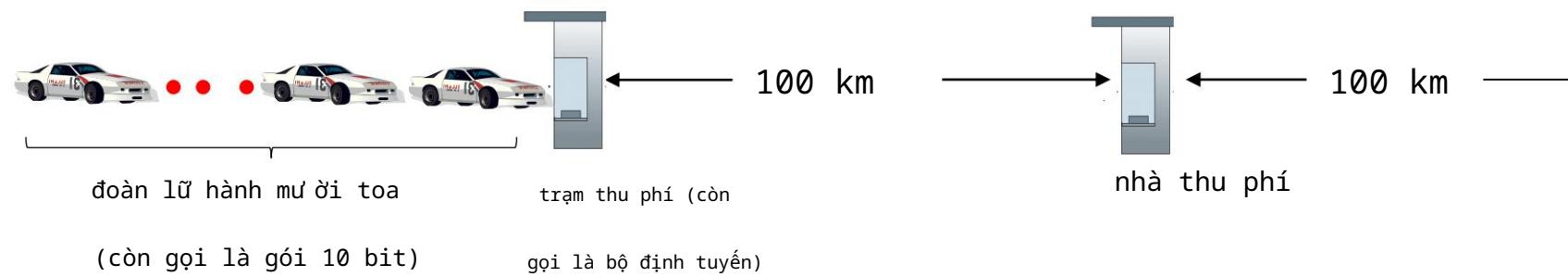
d: độ dài của liên kết vật lý

s: tốc độ lan truyền ($\sim 2 \times 10^8$ m/giây)

$$dprop = d/s$$

* Xem các bài tập tương tác trực tuyến:
http://gaia.cs.umass.edu/kurose_ross

tư ơng tự đoàn lữ hành



ô tô “tuyên truyền” với tốc độ 100 km/giờ

Trạm thu phí mất 12 giây để phục vụ ô
tô (thời gian truyền bit) ~ bit; đoàn

ô tô lữ hành ~ kiện hàng

Đoạn lữ hành là thời gian
lữ hành xếp hàng trước trạm thu phí thứ
2?

thời gian “đầy” cả đoàn qua trạm thu

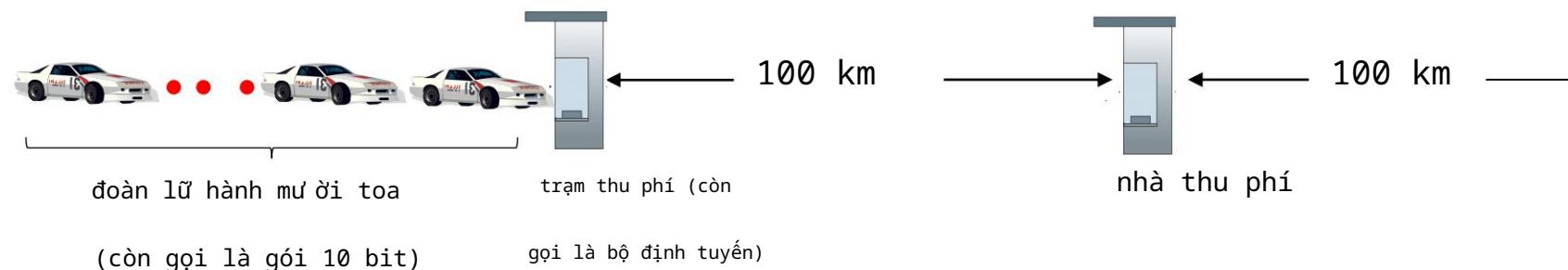
phí lên đư ờng cao tốc = $12 * 10 = 120$

giây thời gian để xe cuối cùng đi từ

trạm thu phí thứ nhất đến trạm thu phí thứ
hai cả hai: $100 \text{ km} / (100 \text{ km/giờ}) = 1 \text{ giờ}$

Đáp: 62 phút

tư ơng tự đoàn lữ hành



giả sử ô tô bây giờ “lan truyền” với tốc độ 1000 km/h

và giả sử trạm thu phí bây giờ mất một phút để phục vụ một ô tô **Hỏi: Liệu ô**

tô có đến trạm thu phí thứ 2 trước tất cả các ô tô đư ợc bảo dư ỡng ở trạm thu phí đầu tiên không?

Đáp: Vâng! sau 7 phút xe thứ nhất đến bến thứ hai; ba chiếc xe vẫn còn ở gian hàng đầu tiên

Độ trễ hàng đợi gói (xem lại)

R: băng thông liên kết
(bps)

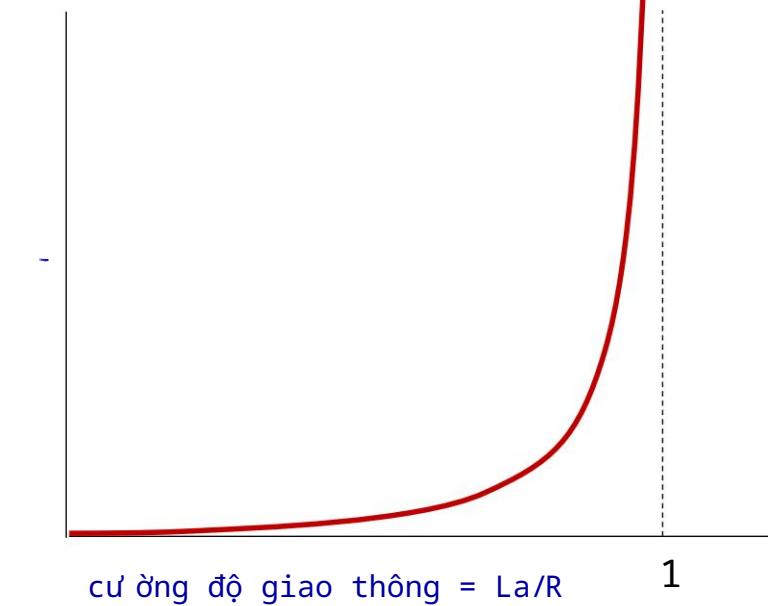
L: độ dài gói (bit)

a: tốc độ đến trung bình của gói

$La/R \sim 0$: trung bình. độ trễ xếp hàng

nhỏ $La/R \rightarrow 1$: avg. độ trễ hàng đợi lớn

$La/R > 1$: nhiều “công việc” đến nhiều hơn mức có thể được phục vụ - độ trễ trung bình vô hạn!



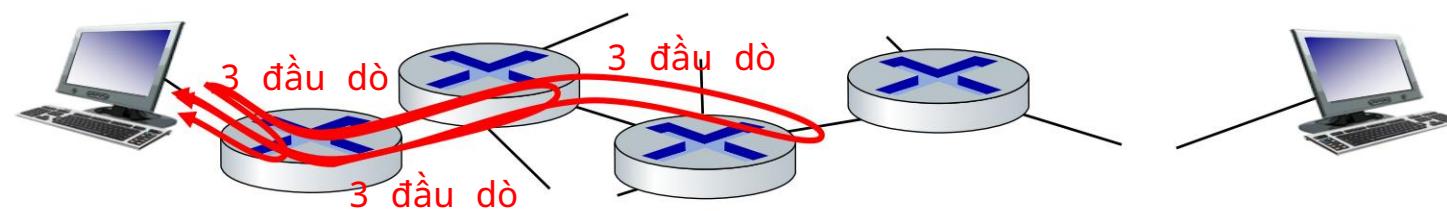
$La/R \rightarrow 1$

Các tuyến đư ờng và độ trễ Internet “thực”

Trễ & mất Internet “thực” trông như thế nào?

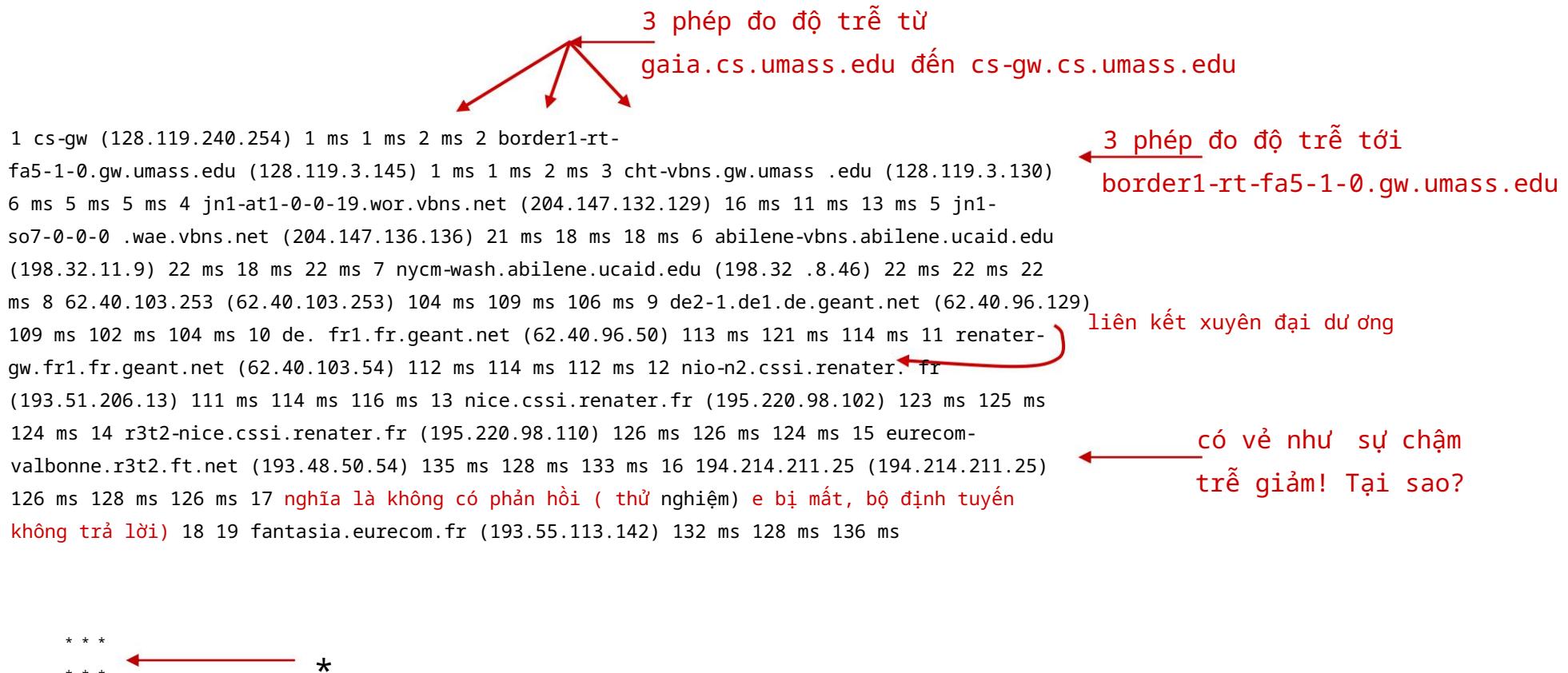
chương trình theo dõi: cung cấp phép đo độ trễ từ nguồn tới bộ định tuyến đọc theo đư ờng dẫn Internet đầu cuối tới đích. Đối với tất cả i:

- gửi ba gói sẽ đến bộ định tuyến i trên đư ờng dẫn tới đích (với giá trị tru ờng thời gian tồn tại là i)
- bộ định tuyến i sẽ trả lại các gói cho người gửi
- người gửi đo khoảng thời gian giữa truyền và trả lời



Độ trễ và tuyến đường Internet thực

theo dõi: gaia.cs.umass.edu đến www.eurecom.fr

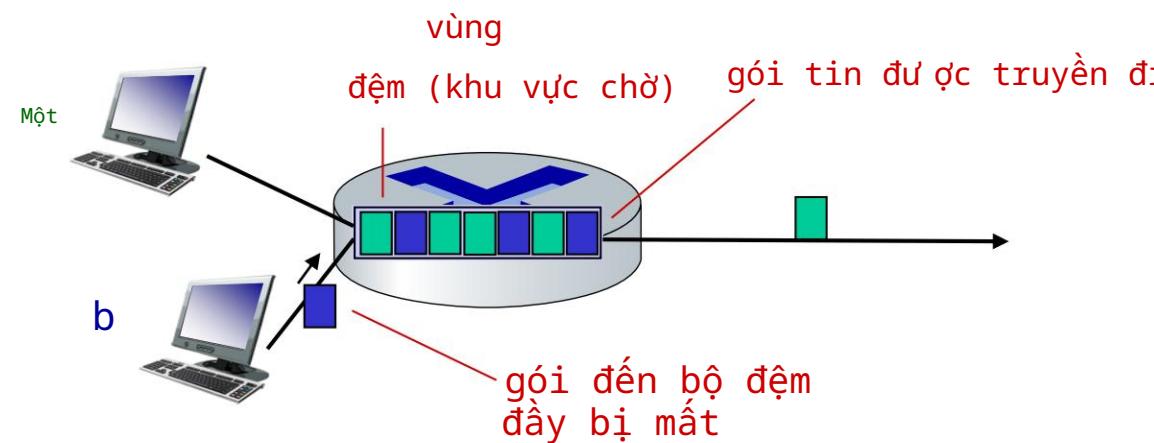


*

Thực hiện một số theo dõi từ các quốc gia kỳ lạ tại www.traceroute.org

mất gói

hàng đợi (còn gọi là bộ đệm) liên kết truớc trong bộ đệm có dung lư ợng hữu hạn gói đến hàng đợi đầy bị hủy (còn gọi là bị mất) gói bị mất có thể đư ợc truyền lại bởi nút truớc đó, bởi hệ thống đầu cuối nguồn hoặc hoàn toàn không

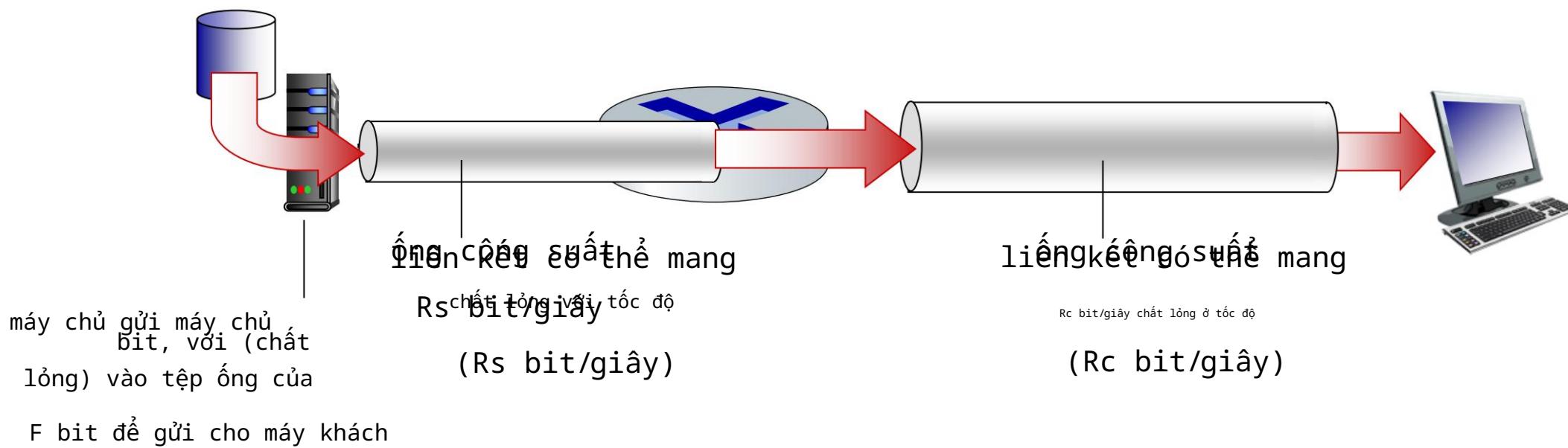


* Kiểm tra ứng dụng Java để biết hoạt ảnh tương tác về xếp hàng và mất mát

Thông lư ợng

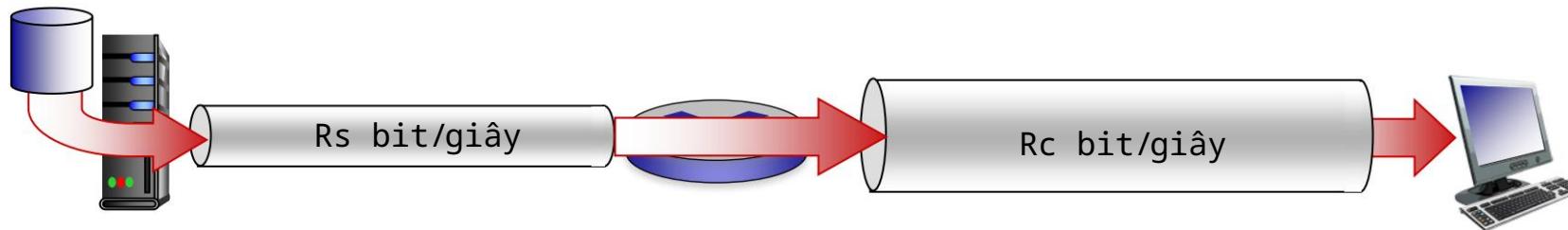
thông lư ợng: tốc độ (bit/đơn vị thời gian) mà tại đó các bit được gửi từ người gửi đến người nhận

- **tức thời:** tốc độ tại một thời điểm nhất định
- **trung bình:** tốc độ trong khoảng thời gian dài hơn

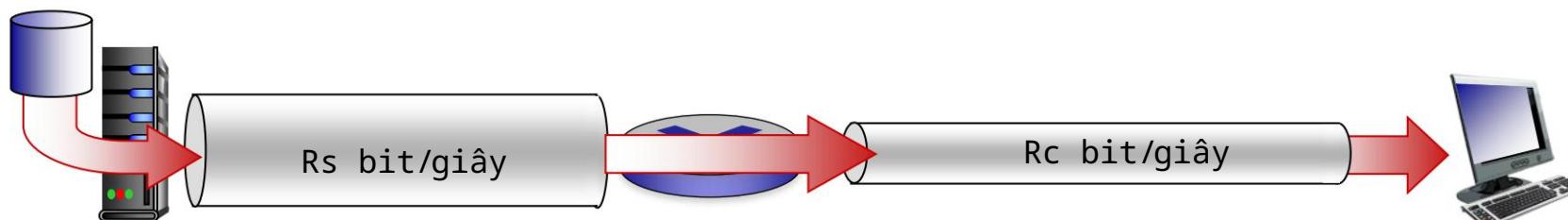


Thông lư ợng

$Rs < Rc$ Thông lư ợng đầu cuối trung bình là gì?



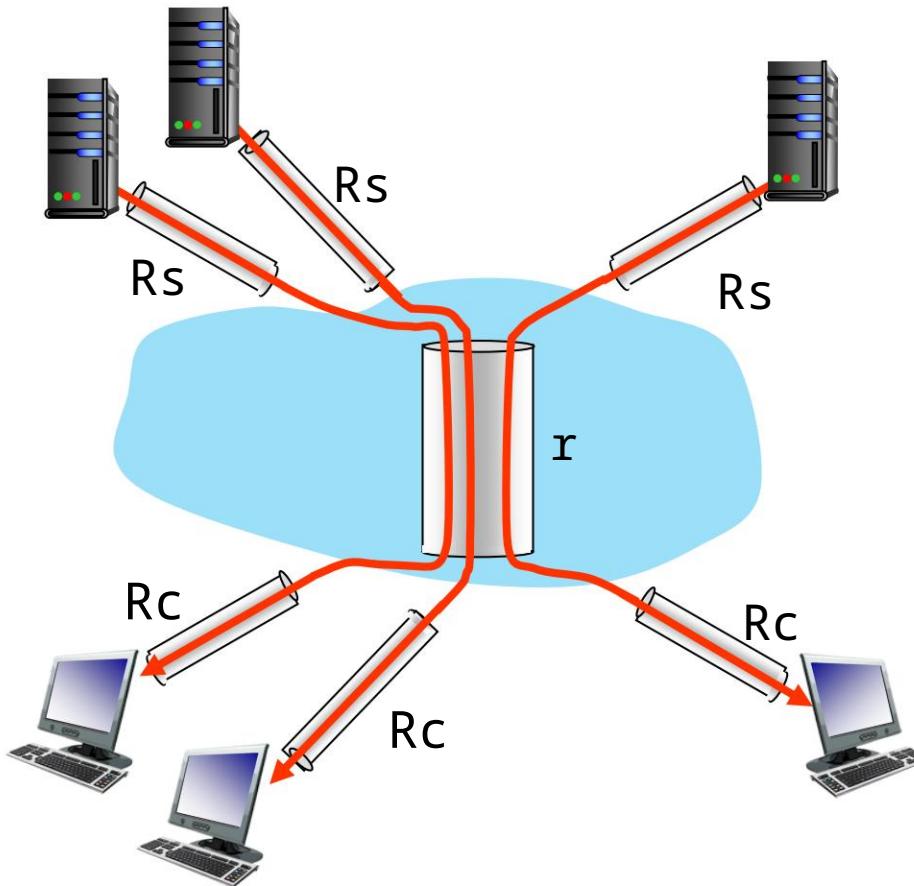
$Rs > Rc$ Thông lư ợng đầu cuối trung bình là gì?



— liên kết cổ chai —

liên kết trên đư ờng dẫn đầu cuối hạn chế thông lư ợng đầu cuối

Thông lư ợng: kịch bản mạng



10 kết nối (tư ơng đối) chia sẻ
liên kết cổ chai xung sống R bit/giây

Thông lư ợng đầu cuối
mỗi kết nối:

$$\min(R_c, R_s, R/10)$$

trong thực tế: R_c hoặc R_s
thường là nút cổ chai

* Xem các bài tập tư ơng tác trực tuyến để biết thêm
ví dụ: http://gaia.cs.umass.edu/kurose_ross/

Chương 1: lộ trình

Internet là gì ?

Giao thức là gì ?

Biên mạng: máy chủ, mạng truy cập,
phư ơng tiện vật lý Lõi mạng: chuyển
mạch gói/mạch, cấu trúc internet Hiệu
suất: mất, trễ, thông lư ợng Bảo

mật Các lớp giao thức, mô hình dịch
vụ Lịch sử



An ninh mạng

lĩnh vực an ninh mạng: • cách

kẻ xấu có thể tấn công mạng máy tính • cách chúng ta

có thể bảo vệ mạng trước các cuộc tấn công • cách

thiết kế kiến trúc miễn nhiễm với các cuộc tấn công Internet

ban đầu không được thiết kế với (nhiều) bảo mật trong
tâm

trí • tầm nhìn ban đầu: “một nhóm người dùng tin tưởng lẫn nhau gắn liền
với một mạng minh bạch”

• Các nhà thiết kế giao thức Internet chơi trò “bắt
kịp” • cân nhắc về bảo mật ở tất cả các lớp!

Kẻ xấu: phần mềm độc hại

phần mềm độc hại có thể xâm nhập vào máy chủ từ:

- **virus**: lây nhiễm tự sao chép bằng cách nhận/thực thi đối tượng (ví dụ: tệp đính kèm e-mail)
- **worm**: lây nhiễm tự sao chép bằng cách thụ động nhận đối tượng tự thực thi

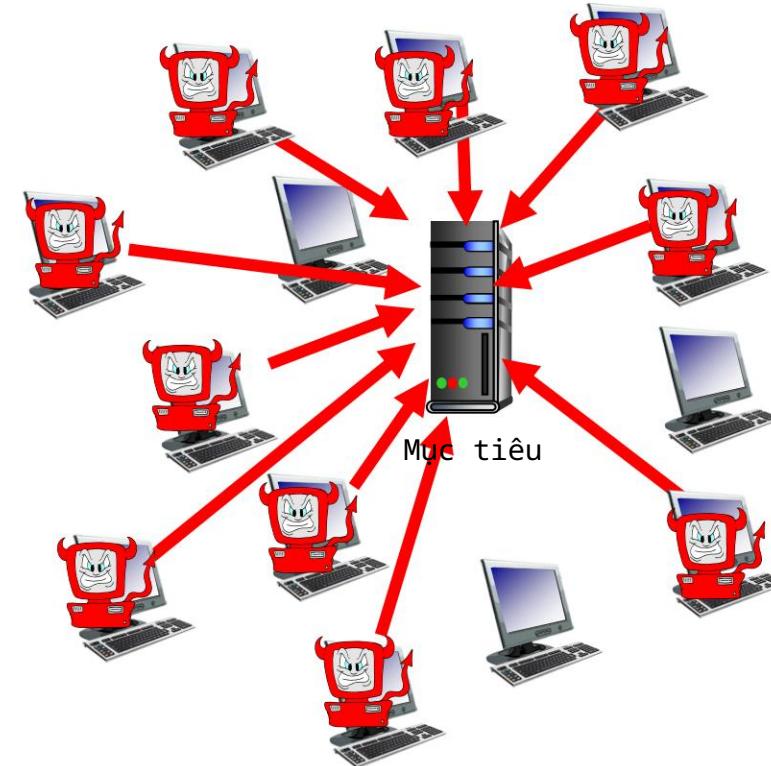
phần mềm độc hại phần mềm gián điệp có thể ghi lại các lần gõ phím, các trang web đã truy cập, tải thông tin lên trang web thu thập

Máy chủ bị nhiễm có thể được đăng ký vào mạng botnet, được sử dụng cho thư rác hoặc tấn công từ chối dịch vụ (DDoS) phân tán

Kẻ xấu: từ chối dịch vụ

Từ **chối dịch vụ (DoS)**: kẻ tấn công làm cho tài nguyên (máy chủ, băng thông) không khả dụng đối với lưu lượng truy cập hợp pháp bằng cách áp đảo tài nguyên với lưu lượng giả

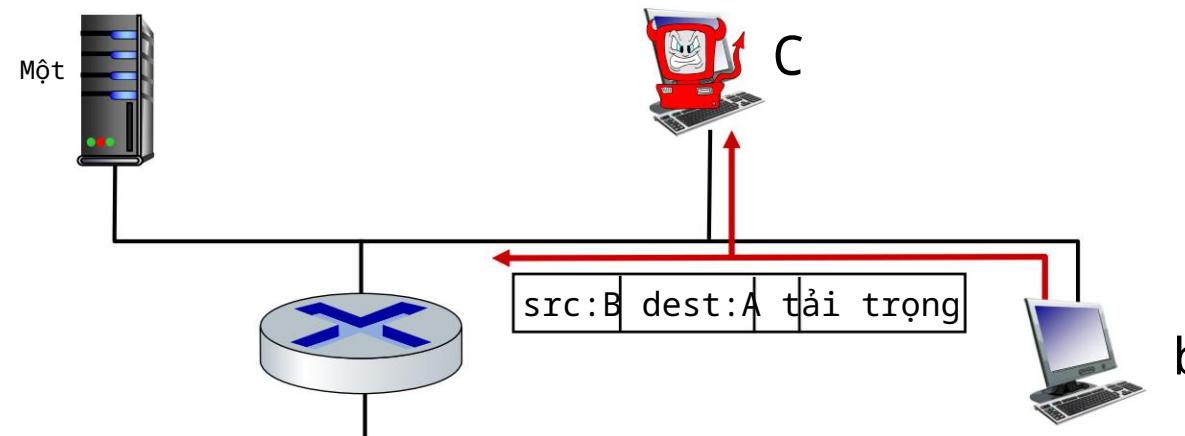
1. chọn mục tiêu
2. đột nhập vào các máy chủ xung quanh mạng (xem botnet)
3. gửi các gói tin đến mục tiêu từ các máy chủ bị xâm nhập



Kẻ xấu: chặn gói tin

gói “đánh hơi”:

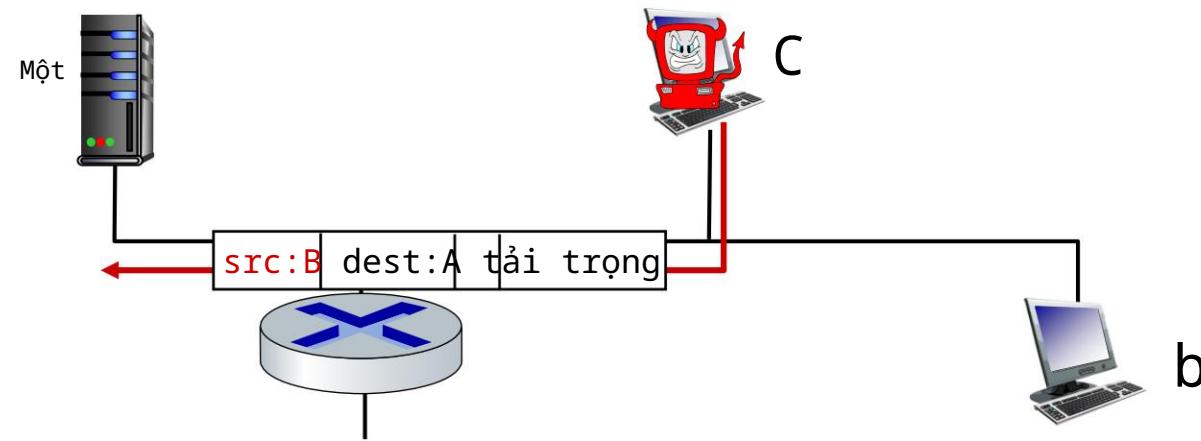
phư ơng tiện quảng bá (Ethernet dùng chung, không dây) Giao diện mạng lộn xộn **đọc/ghi** tất cả các gói (ví dụ: bao gồm cả mật khẩu!) đi qua



Phần mềm Wireshark được sử dụng cho phòng thí nghiệm cuối chương của chúng tôi là một trình nghe lén gói tin (miễn phí)

Kẻ xấu: danh tính giả

Giả mạo IP: gửi gói tin với địa chỉ nguồn sai



- . nhiều thông tin khác về bảo mật (xuyên suốt, Chuơng 8)

Chương 1: lộ trình

Internet là gì ?

Giao thức là gì ?

Biên mạng: máy chủ, mạng truy cập,
phư ơng tiện vật lý Lõi mạng: chuyển

mạch gói/mạch, cấu trúc internet Hiệu
suất: mất, trễ, thông lư ợng Bảo

mật Các lớp giao thức, mô hình dịch

vụ Lịch sử



Các “lớp” giao thức và các mô hình tham chiếu

Mạng rất phức tạp, với nhiều

“phần”: máy chủ

bộ định tuyến

liên kết của các phương tiện truyền thông khác nhau

ứng dụng

giao thức phần

cứng, phần mềm

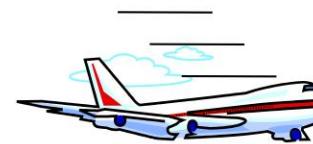
Câu hỏi:

có bất kỳ hy vọng tố
chức cấu trúc của mạng?

.. hoặc ít nhất là cuộc

thảo luận của chúng tôi về các mạng?

Ví dụ: tổ chức du lịch hàng không



vé (mua) hành lý

(kiểm tra)

cửa (tải)

đu ờng băng cát

cánh máy bay định tuyến

định tuyến máy bay

vé (phản nàn)

hành lý (yêu cầu)

cửa (dỡ hàng)

đu ờng băng hạ cánh

định tuyến máy bay

du lịch hàng không: một loạt các bước, liên quan đến nhiều dịch vụ

Ví dụ: tổ chức du lịch hàng không



các lớp: mỗi lớp thực hiện một dịch vụ thông qua các hành động của lớp bên trong của chính nó dựa vào các dịch vụ đư ợc cung cấp bởi lớp bên dưới

Q: mô tả bằng lời
dịch vụ đư ợc cung
cấp trong mỗi lớp ở trên

Tại sao phân lớp?

xử lý các hệ thống phức tạp: cấu trúc rõ

ràng cho phép xác định, mối quan hệ của các phần của hệ thống phức tạp •

mô hình tham chiếu phân lớp để thảo luận mô đun hóa giúp dễ dàng bảo trì, cập nhật hệ thống

- thay đổi trong việc triển khai dịch vụ của lớp : minh bạch với phần còn lại hệ
- thông , ví dụ, thay đổi trong thủ tục cổng không ảnh hưởng đến phần còn lại của hệ thống phân lớp được coi là có hại? phân lớp trong các hệ thống phức tạp khác?

chồng giao thức Internet

Ứng dụng: hỗ trợ các ứng dụng mạng

- IMAP, SMTP, HTTP

vận chuyển: truyền dữ liệu tiến trình-tiến trình

- TCP, UDP

mạng: định tuyến các datagram từ nguồn đến đích

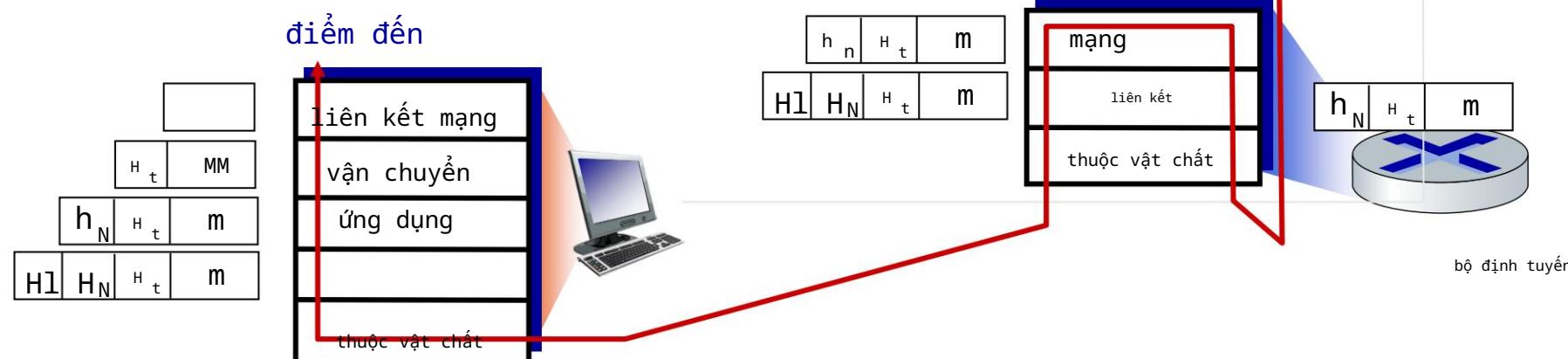
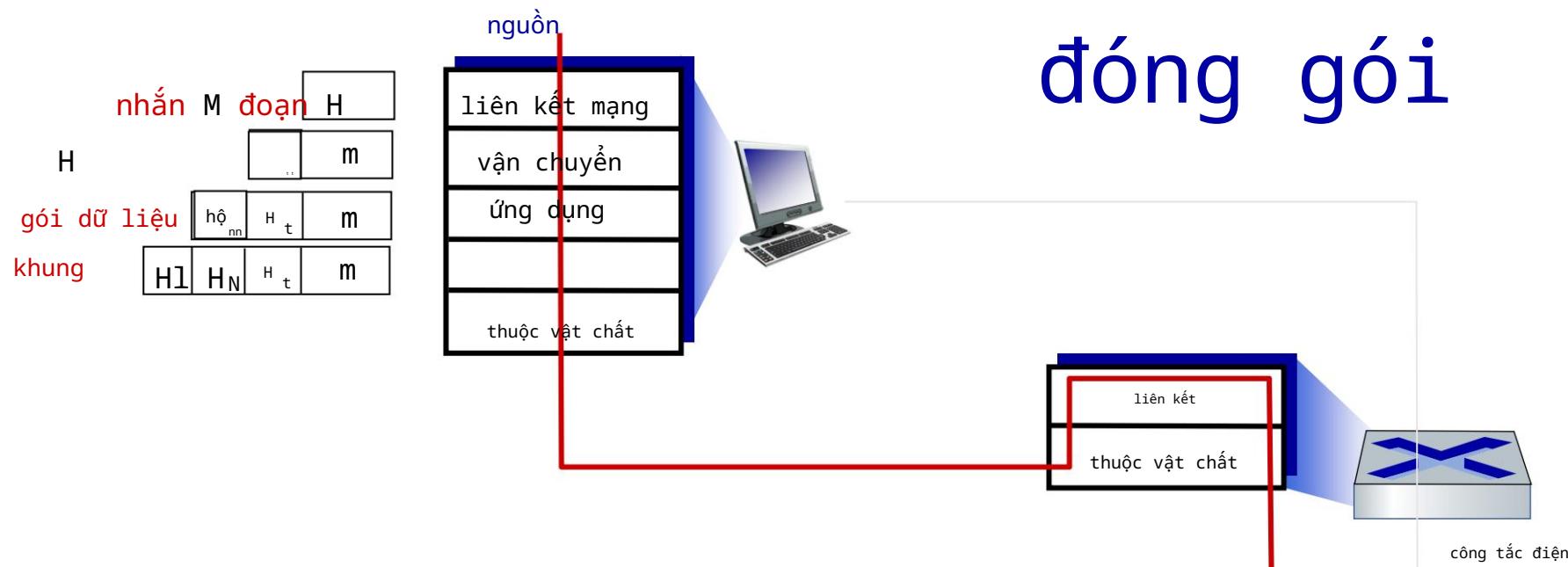
- IP, các giao thức định tuyến **liên kết:**
truyền dữ liệu giữa các thành phần mạng lân cận

- Ethernet, 802.11 (Wi-Fi),

PPP **vật lý:** bit “trên dây”



đóng gói



Chương 1: lộ trình

Internet là gì ?

Giao thức là gì ?

Biên mạng: máy chủ, mạng truy cập,
phư ơng tiện vật lý Lõi mạng: chuyển
mạch gói/mạch, cấu trúc internet Hiệu
suất: mất, trễ, thông lư ợng Bảo
mật Các lớp giao thức, mô hình dịch
vụ Lịch sử



lịch sử Internet

1961-1972: Các nguyên tắc chuyển mạch gói ban đầu

1961: Kleinrock - xếp hàng

lý thuyết cho thấy hiệu quả của
chuyển mạch gói

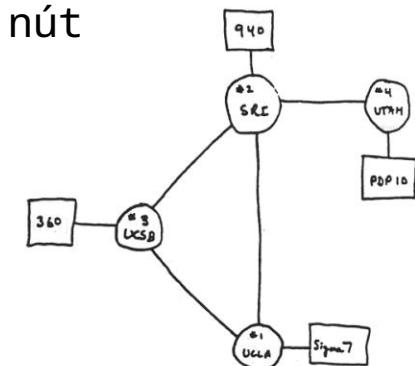
1964: Baran - chuyển mạch gói trong
mạng lư ới quân sự

1967: ARPAnet hình thành bởi
Dự án nghiên cứu nâng cao
Đại lý

1969: nút ARPAnet đầu tiên đi
vào hoạt động

1972:

- ARPAnet demo công khai •
NCP (Network Control Protocol) giao
thức host-host đầu tiên
- chương trình e-mail
đầu tiên • ARPAnet có 15 nút



THE ARPA NETWORK

lịch sử Internet

1972-1980: Kết nối mạng, mạng mới và độc quyền

1970: Mạng vệ tinh ALOHAnet ở Hawaii

1974: Cerf và Kahn - kiến trúc cho các mạng kết nối

1976: Ethernet tại Xerox PARC

cuối những năm 70: kiến trúc độc quyền:
DECnet, SNA, XNA

cuối những năm 70: chuyển mạch các gói có
độ dài cố định (tiền thân của ATM)

1979: ARPAnet có 200 nút

Nguyên tắc kết nối mạng của Cerf và Kahn:
tối giản, tự chủ - không cần thay đổi
nội bộ để kết nối các mạng

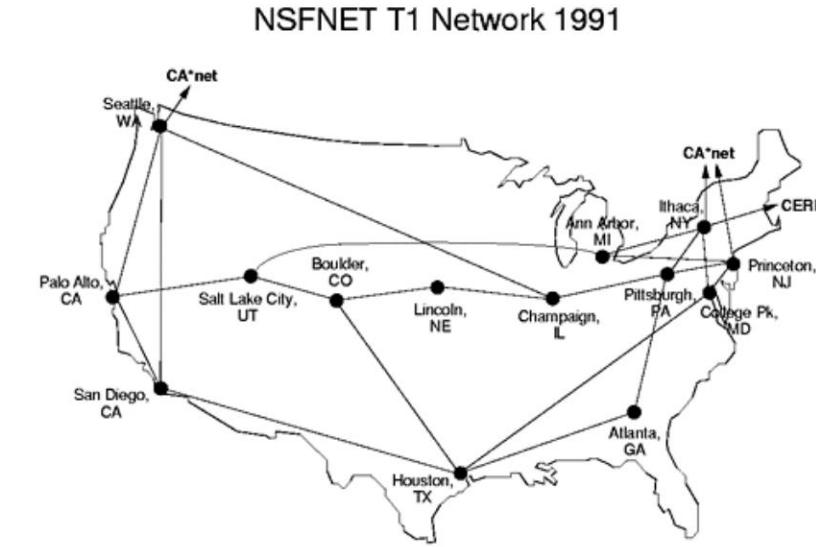
mô hình dịch vụ nỗ lực tối đa
định tuyến phi trạng
thái kiểm soát phi tập trung

định nghĩa kiến trúc Internet ngày nay

lịch sử Internet

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

- 1983: triển khai TCP/IP 1982: các mạng quốc gia mới: CSnet, BITnet, NSFnet, Minitel
định nghĩa giao thức email smtp
- 1983: DNS được xác định để dịch tên thành địa chỉ IP
- 1985: định nghĩa giao thức ftp
- 1988: Kiểm soát tắc nghẽn TCP



lịch sử Internet

1990, 2000s: thư ơng mại hóa, Web, các ứng dụng mới

đầu những năm 1990: ARPAnet

ngừng hoạt động

1991: NSF dỡ bỏ các hạn chế đối với việc
sử dụng NSFnet cho mục đích thư ơng mại
(ngừng hoạt động, 1995) đầu những năm

1990: Web • siêu văn bản [Bush 1945, Nelson

1960's] • HTML, HTTP: Berners-Lee •

1994: Mosaic, sau này là Netscape • cuối
những năm 1990: thư ơng mại hóa sau đó

mạng

cuối những năm 1990 - 2000:

nhiều ứng dụng sát thủ hơn: nhắn
tin nhanh, chia sẻ tệp P2P đặt an
ninh mạng lên hàng đầu ước tính 50
triệu máy chủ, hơn 100 triệu
người dùng

liên kết xương sống chạy ở tốc độ Gbps

lịch sử Internet

2005-nay: thêm nhiều ứng dụng mới, Internet “có mặt khắp mọi nơi”

- ~18 tỷ thiết bị kết nối Internet (2017) • sự
gia tăng của điện thoại thông minh (iPhone:
2007) triển khai mạnh mẽ truy cập băng thông rộng
tăng tính phổ biến của truy cập không dây tốc độ cao: 4G/5G, WiFi
Sự xuất hiện của các mạng xã hội trực tuyến:
 - Facebook: ~2,5 tỷ người dùng
các nhà cung cấp dịch vụ (Google, FB, Microsoft) tạo mạng riêng của họ • bỏ qua
Internet thương mại để kết nối “gần gũi” với người dùng cuối, cung cấp quyền
truy cập “tức thời” vào tìm kiếm, nội dung video, . doanh nghiệp chạy
dịch vụ của họ trên “đám mây” (ví dụ: , Dịch vụ web Amazon, Microsoft Azure)

chư ơng 1: tóm tắt

Chúng tôi đã đề cập đến một “tấn” tài liệu!

Tổng quan về Internet

giao thức là gì?

biên mạng, mạng truy cập, lõi • chuyển
mạch gói so với chuyển mạch • Cấu trúc
Internet

hiệu suất: mát mát, chậm trễ, thông
lư ợng phân lớp, mô hình dịch vụ bảo
mật lịch sử

Bây giờ bạn có:

bối cảnh, tổng quan, từ
vựng, “cảm nhận” về
mạng lưới

sâu hơn, chi
tiết hơn và thú vị hơn
để theo dõi!

Các slide Chương 1 bổ sung

Mô hình tham chiếu ISO/OSI

Không tìm thấy hai lớp trong ngăn xếp giao

thức Internet! **trình bày:** cho phép các

ứng dụng

giải thích ý nghĩa của dữ liệu, ví dụ: mã hóa,
nén, quy ước dành riêng cho máy

phiên: đồng bộ hóa, điểm kiểm tra, khôi phục
trao đổi dữ liệu

Ngăn xếp Internet “thiếu” các lớp này! •

các dịch vụ này, nếu cần, phải đư ợc

triển khai trong ứng dụng

- cần thiết?



Mô hình tham chiếu OSI/
ISO bảy lớp

cá mập

