



Chương 1: Giới thiệu

NHẬP MÔN MẠNG MÁY TÍNH

Biên soạn từ giáo trình Computer Networking: a Top Down Approach 8th edition
của nhóm tác giả J.F. Kurose, K.W. Ross



Nội dung chương 1

- 1.1 Internet là gì? Giao thức là gì?
- 1.2 Mạng biên: hosts, mạng truy cập, đường truyền vật lý
- 1.3 Mạng lõi: chuyển mạch gói, chuyển mạch kênh, cấu trúc của internet
- 1.4 Hiệu suất: mất mát, chậm trễ, thông lượng
- 1.5 Các lớp giao thức, các mô hình dịch vụ



Internet: Góc nhìn thực tế



Hàng tỷ *thiết bị* tính toán được kết nối:

- *hosts* = các hệ thống đầu cuối
- Chạy các ứng dụng mạng ở “riềng” của Internet

Chuyển mạch gói: chuyển tiếp các gói (các khối dữ liệu)

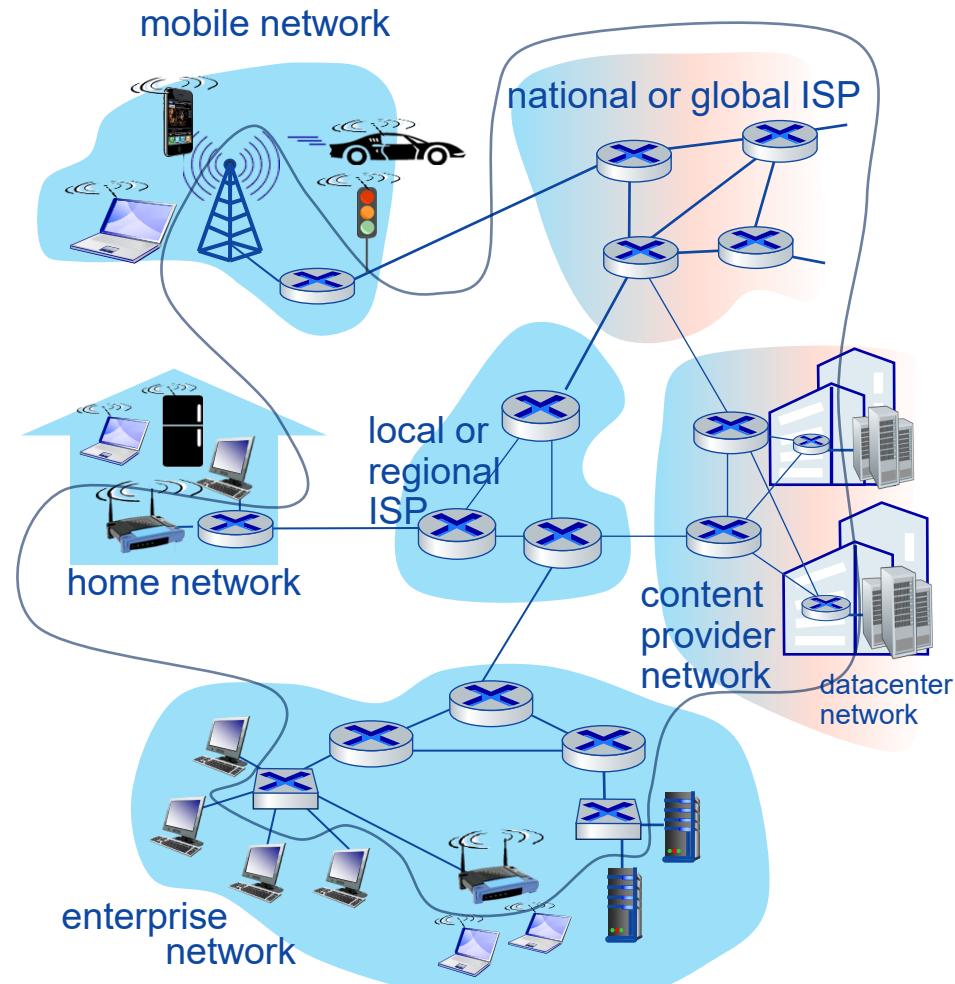
- Bộ định tuyến, bộ chuyển mạch

Liên kết truyền thông

- Cáp quang, cáp đồng, vô tuyến, vệ tinh
- Tốc độ truyền: băng thông

Mạng

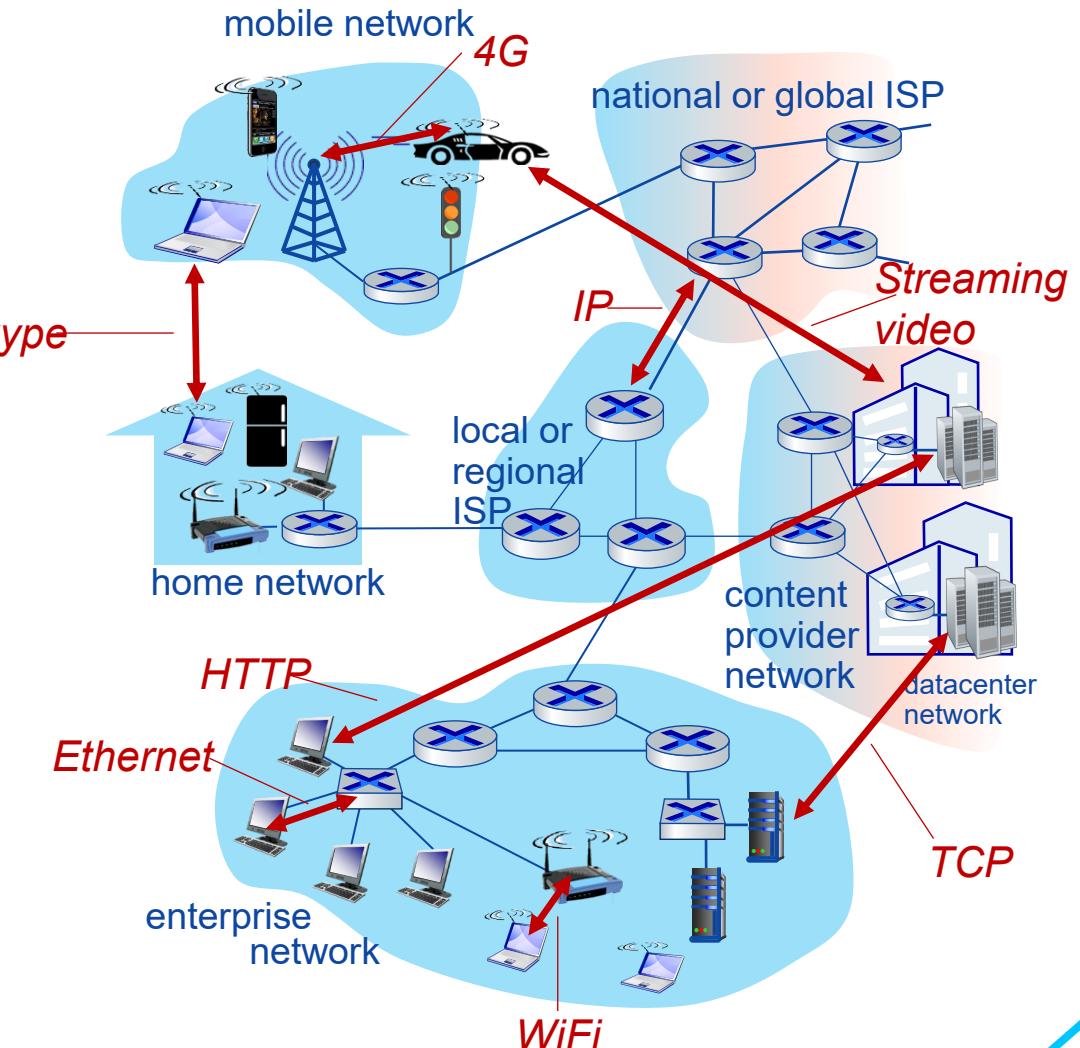
- Tập hợp các thiết bị, bộ định tuyến, liên kết: được quản lý bởi một tổ chức





Internet: Góc nhìn thực tế

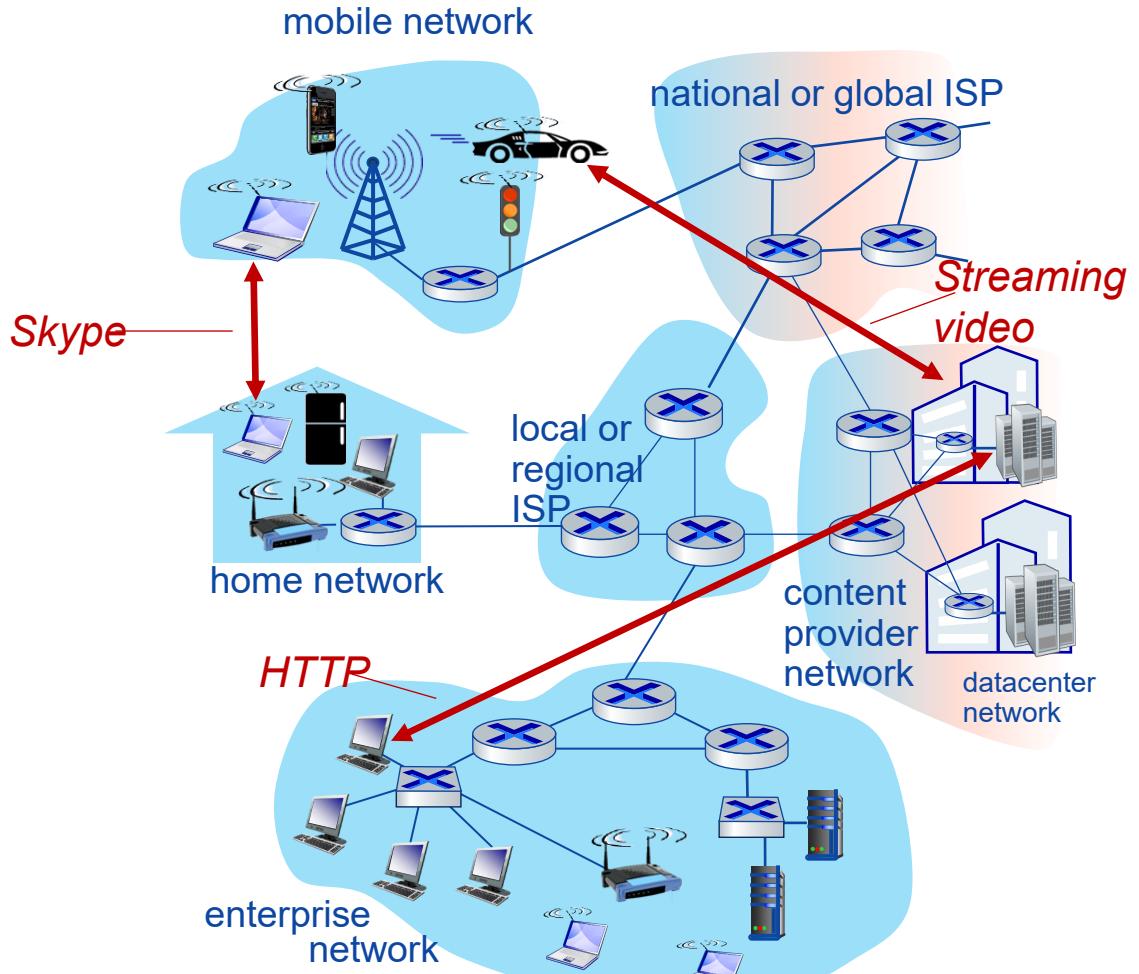
- Internet: “Mạng của các mạng”
 - Các ISP được kết nối với nhau
- Giao thức được sử dụng nhiều nơi
 - Quản lý việc truyền, nhận các thông điệp
 - Ví dụ: HTTP (Web), video trực tuyến, Skype, TCP, IP, WiFi, 4/5G, Ethernet
- Các bộ tiêu chuẩn Internet
 - RFC: Request for Comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force





Internet: Góc nhìn dịch vụ

- Cơ sở hạ tầng cung cấp các dịch vụ cho các ứng dụng:
 - Web, video trực tuyến, hội nghị từ xa đa phương tiện, thư điện tử, trò chơi trực tuyến, thương mại điện tử, truyền thông xã hội, thiết bị kết nối, ...
- cung cấp *giao diện lập trình* cho các ứng dụng phân tán:
 - “Hooks” cho phép ứng dụng (bên gửi hoặc bên nhận) kết nối và sử dụng dịch vụ vận chuyển Internet
 - Cung cấp các tùy chọn dịch vụ, tương tự như dịch vụ bưu chính





Giao thức là gì?

Giao thức của con người:

- “mấy giờ rồi?”
- “Tôi có một câu hỏi”
- Lời giới thiệu

Quy tắc cho việc:

- ... gửi một tin nhắn cụ thể
- ... thực hiện một hành động cụ thể khi nhận được một thông điệp hoặc một sự kiện

Giao thức mạng:

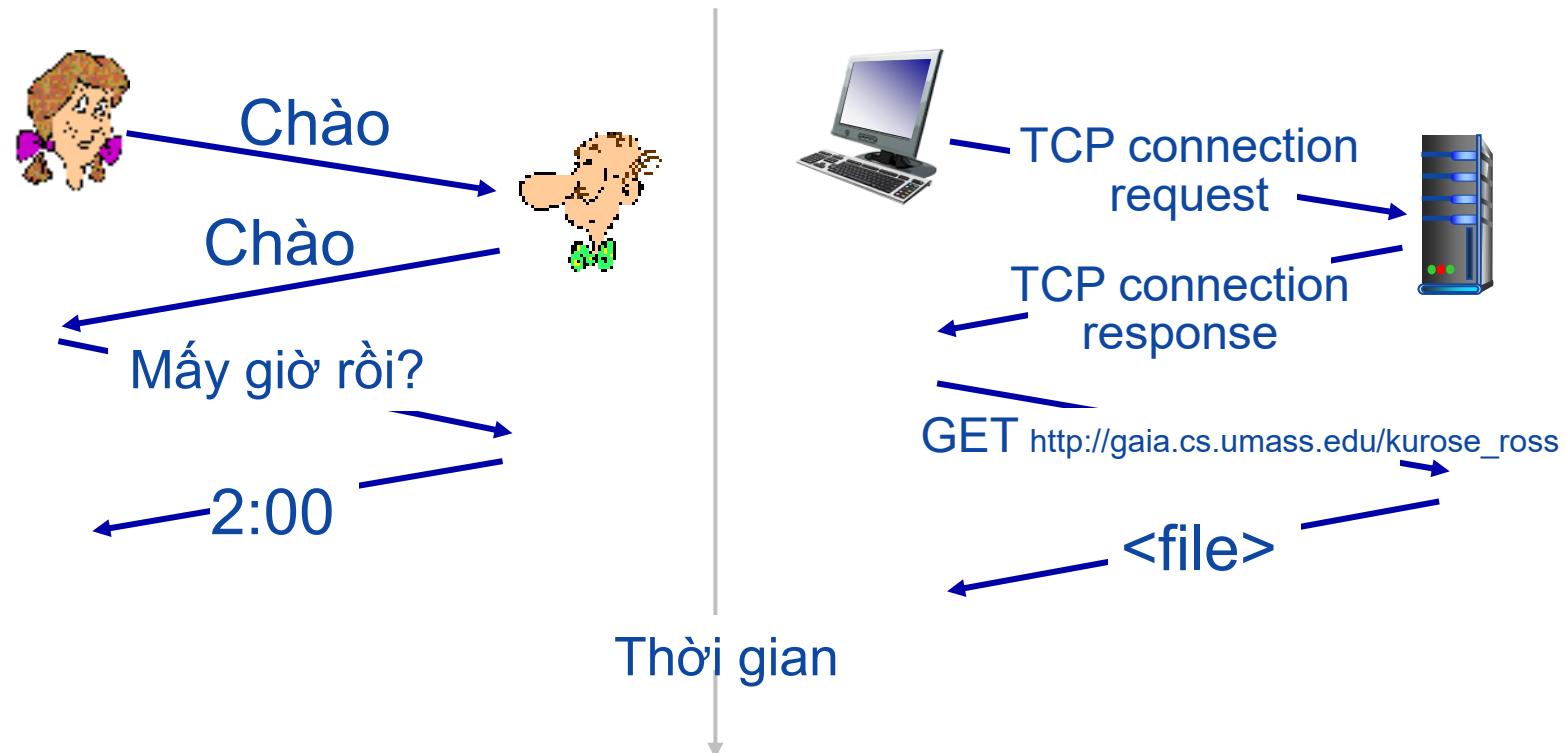
- Máy tính (thiết bị) thay vì con người
- Tất cả những hoạt động truyền thông trên Internet đều được quy định bởi những giao thức

Giao thức định nghĩa cấu trúc, thứ tự của thông điệp khi gửi và nhận giữa các thành phần trong mạng, và các hành động được thực hiện khi truyền hoặc nhận một thông điệp



Giao thức là gì?

Giao thức giữa con người và giao thức mạng:





Nội dung chương 1

1.1 Internet là gì? Giao thức là gì?

1.2 Mạng biên: hosts, mạng truy cập, đường truyền vật lý

1.3 Mạng lõi: chuyển mạch gói, chuyển mạch kênh, cấu trúc của internet

1.4 Hiệu suất: mất mát, chậm trễ, thông lượng

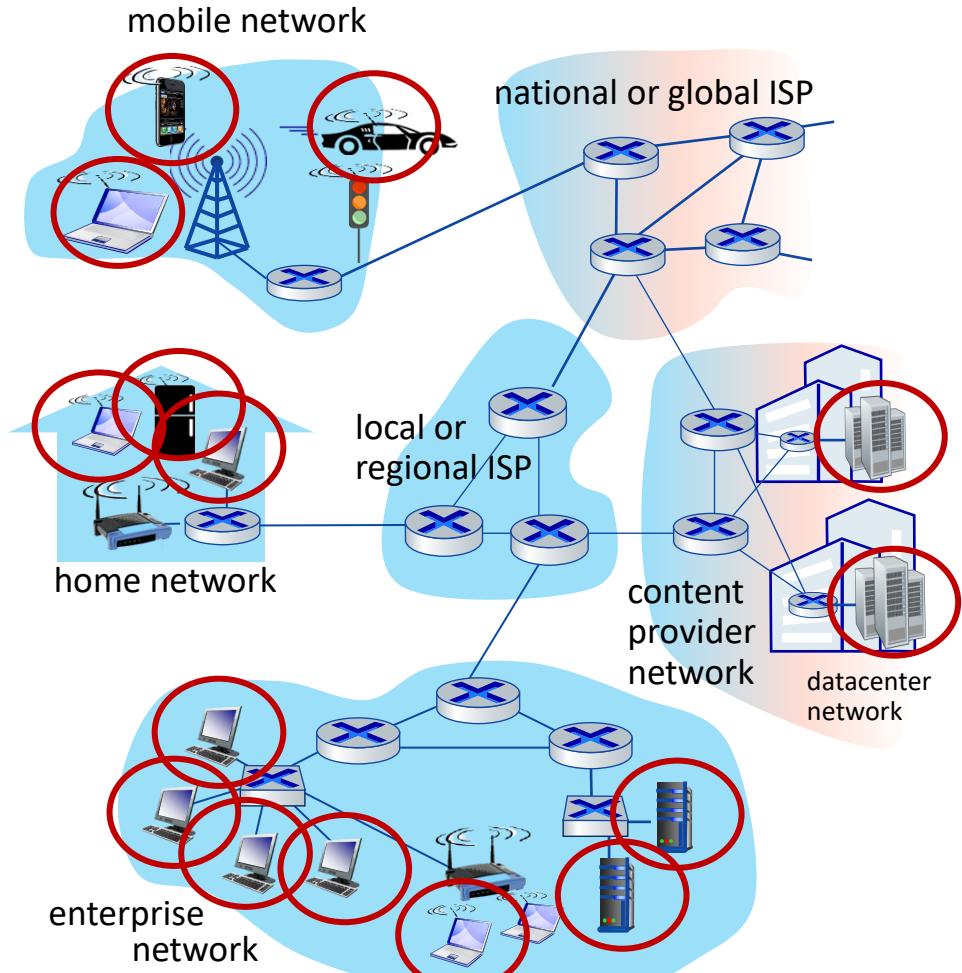
1.5 Các lớp giao thức, các mô hình dịch vụ



Cái nhìn cận cảnh về cấu trúc Internet

○ Mạng biên:

- hosts: máy khách và máy chủ
- Máy chủ thường được đặt ở các trung tâm dữ liệu





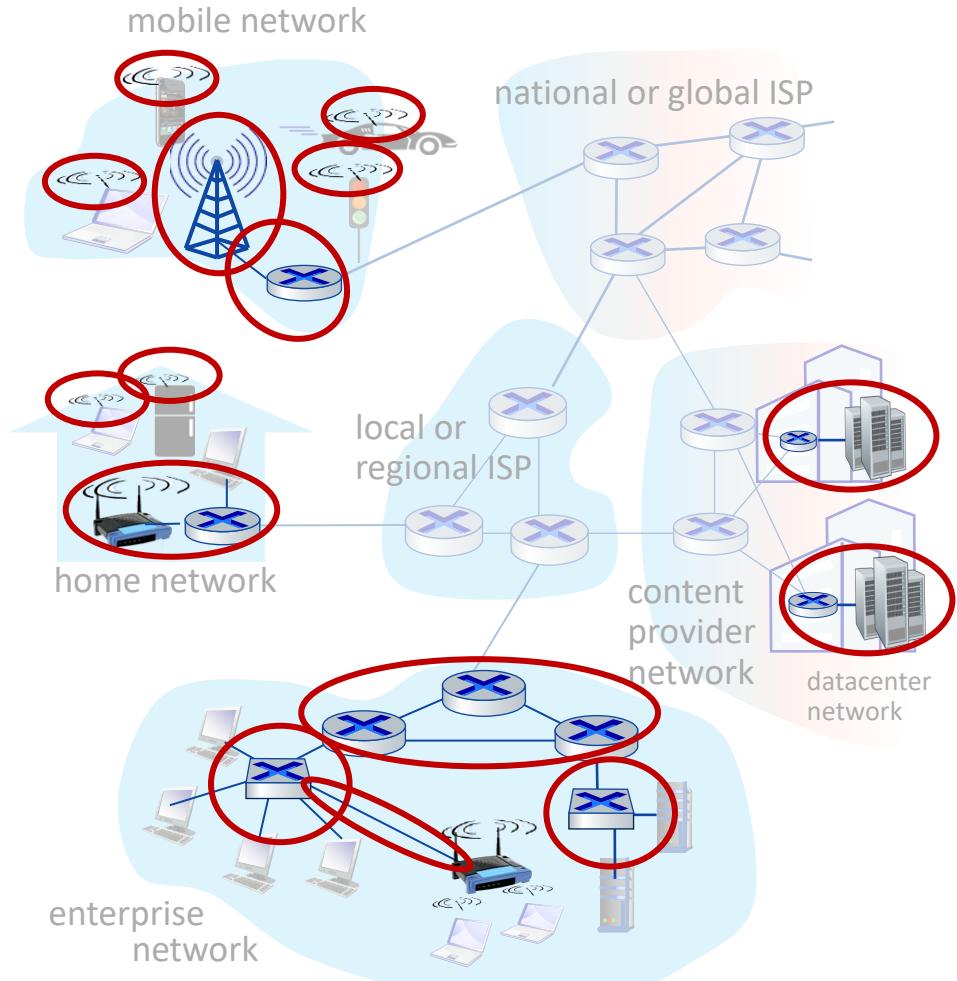
Cái nhìn cận cảnh về cấu trúc Internet

○ Mạng biên:

- hosts: máy khách và máy chủ
- Máy chủ thường được đặt ở các trung tâm dữ liệu

○ Mạng truy cập, đường truyền vật lý:

- liên kết truyền thông có dây và không dây





Cái nhìn cận cảnh về cấu trúc Internet

○ Mạng biên:

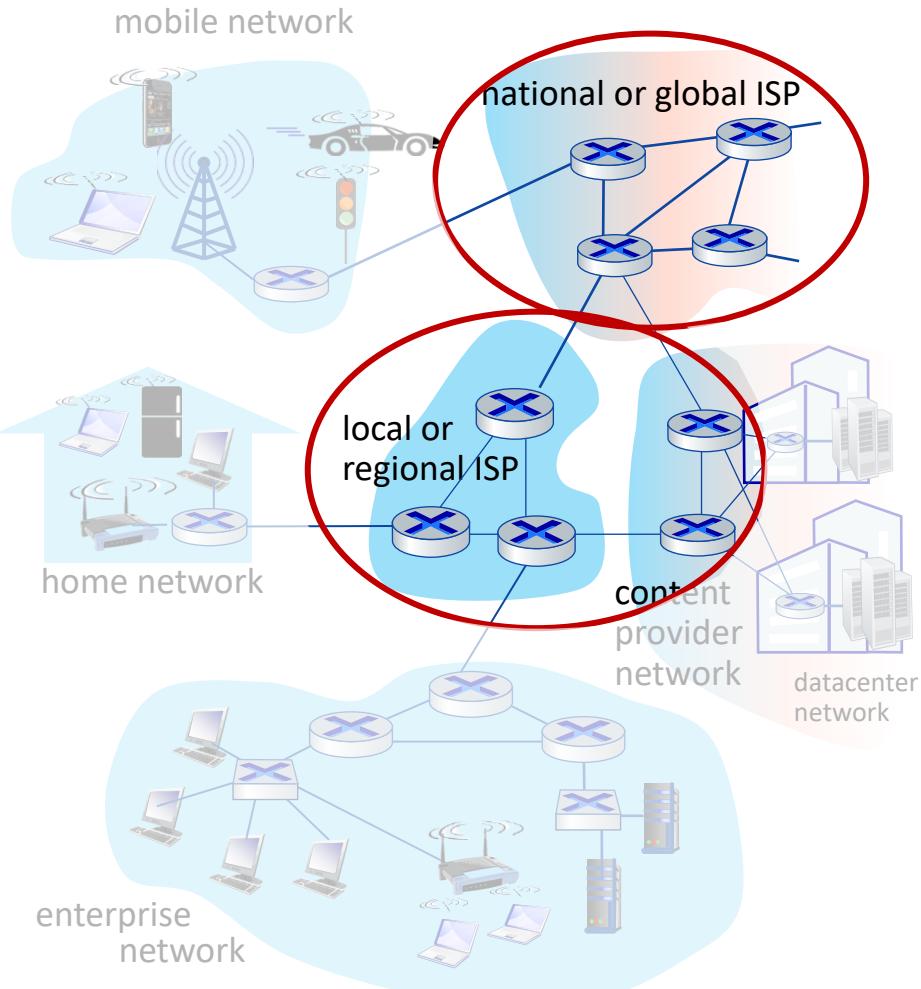
- hosts: máy khách và máy chủ
- Máy chủ thường được đặt ở các trung tâm dữ liệu

○ Mạng truy cập, đường truyền vật lý:

- liên kết truyền thông có dây và không dây

○ Mạng lõi:

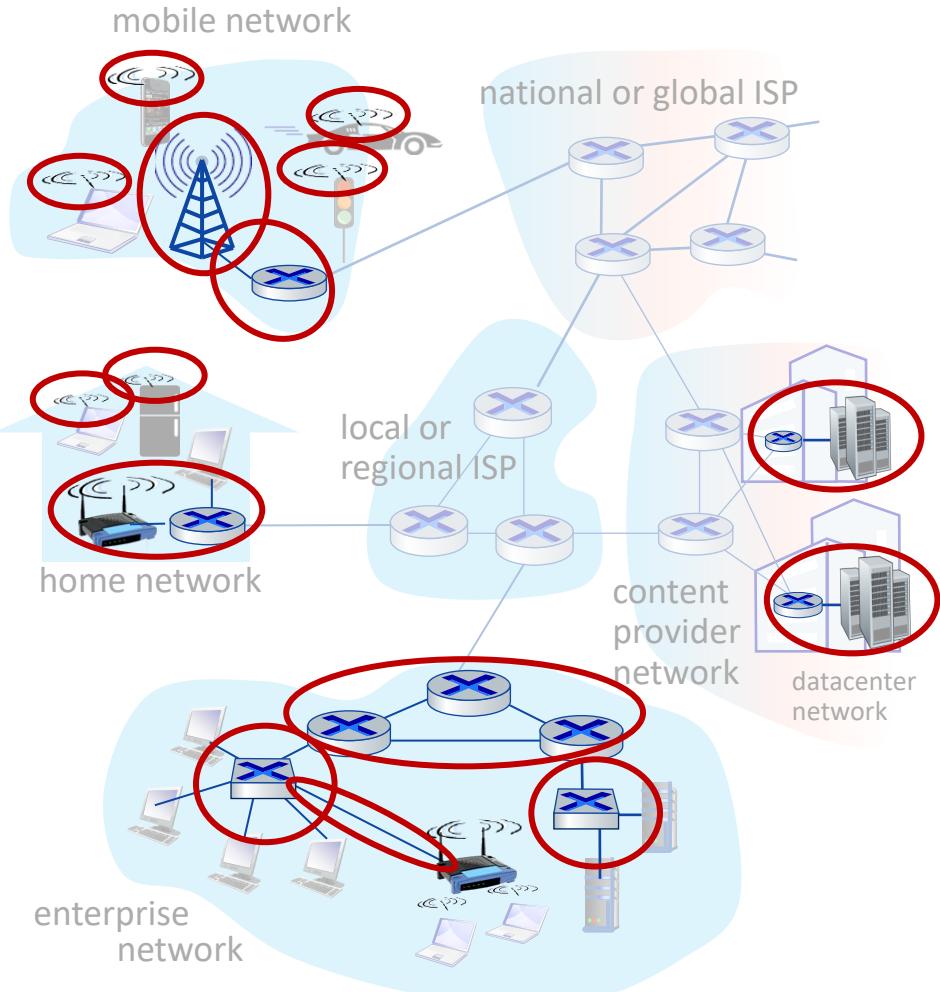
- Liên kết các bộ định tuyến
- Mạng của các mạng





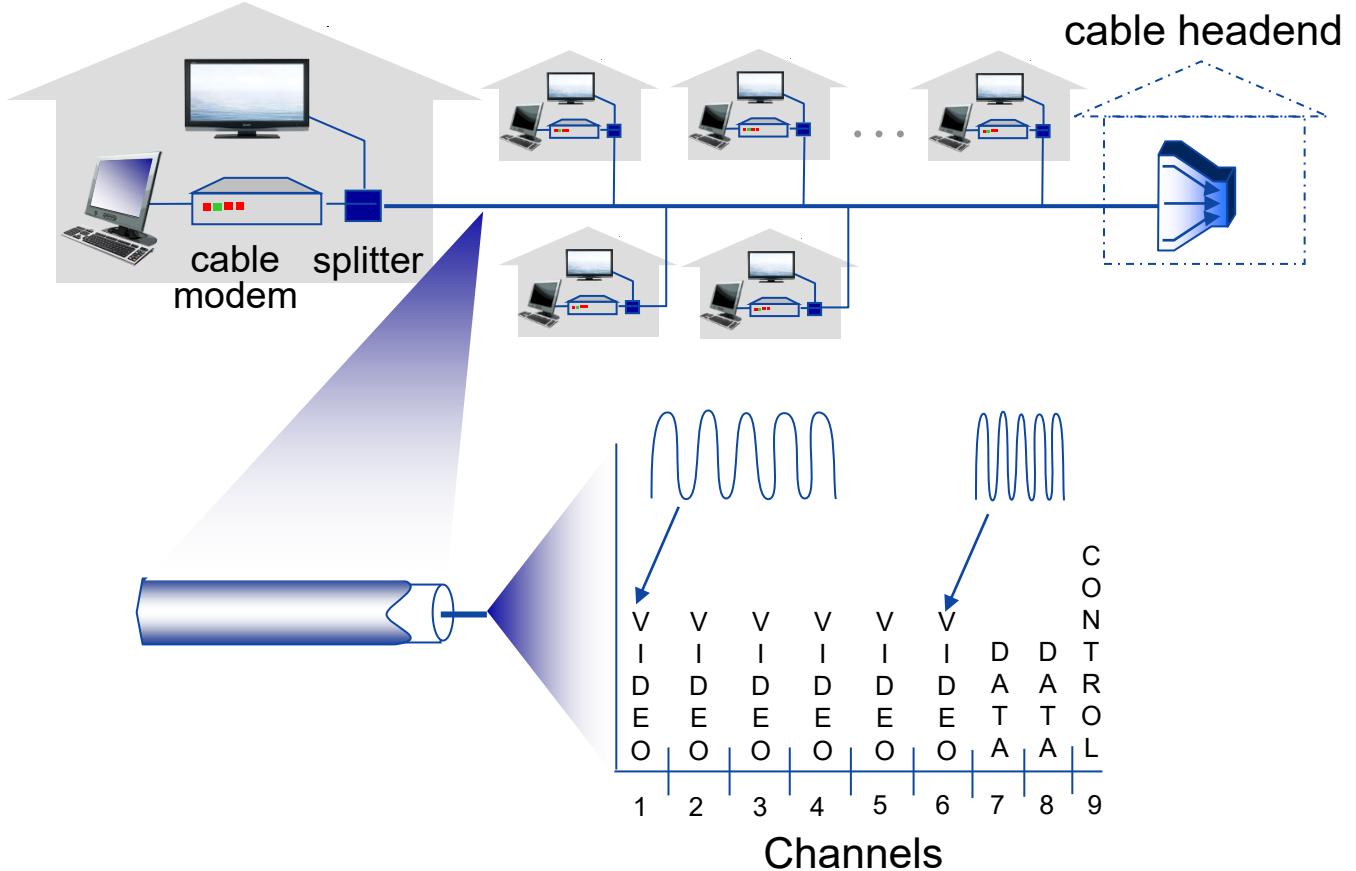
Mạng truy cập và đường truyền vật lý

- Câu hỏi: Làm sao để kết nối hệ thống đầu cuối vào bộ định tuyến biên?
 - Mạng truy cập khu dân cư
 - Mạng truy cập tổ chức (trường học, công ty)
 - Mạng truy cập di động (WiFi, 4G/5G)





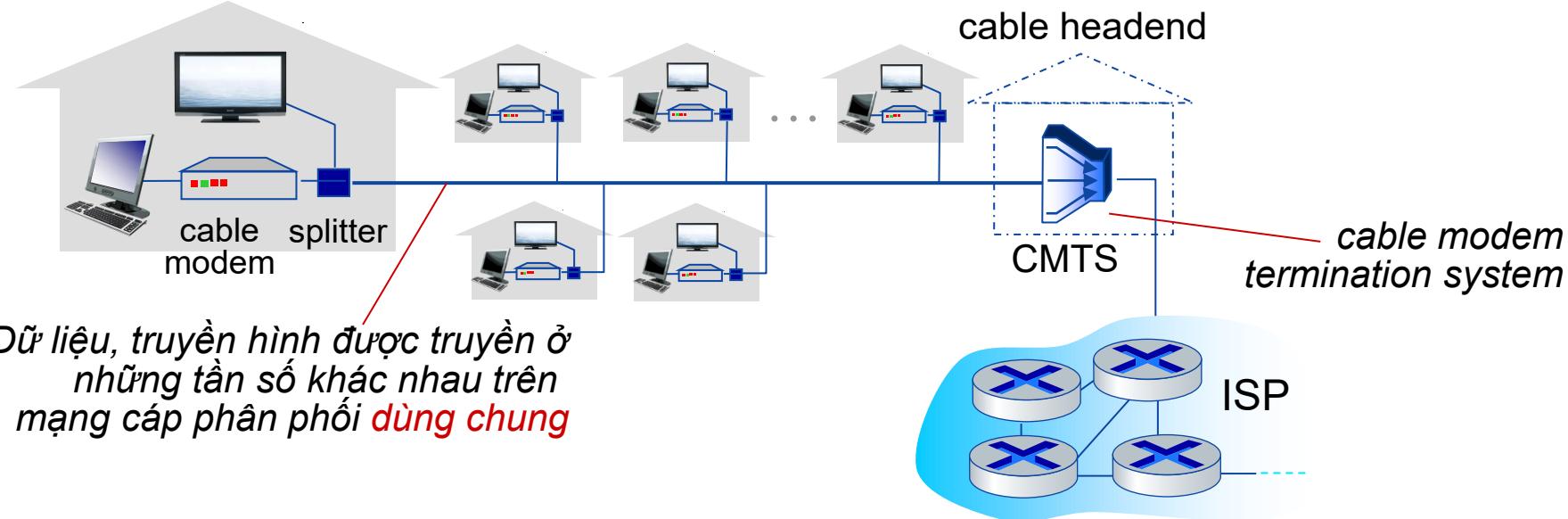
Mạng truy cập và đường truyền vật lý



Ghép kênh theo tần số (frequency division multiplexing - FDM): các kênh khác nhau được truyền trong các dải tần số khác nhau

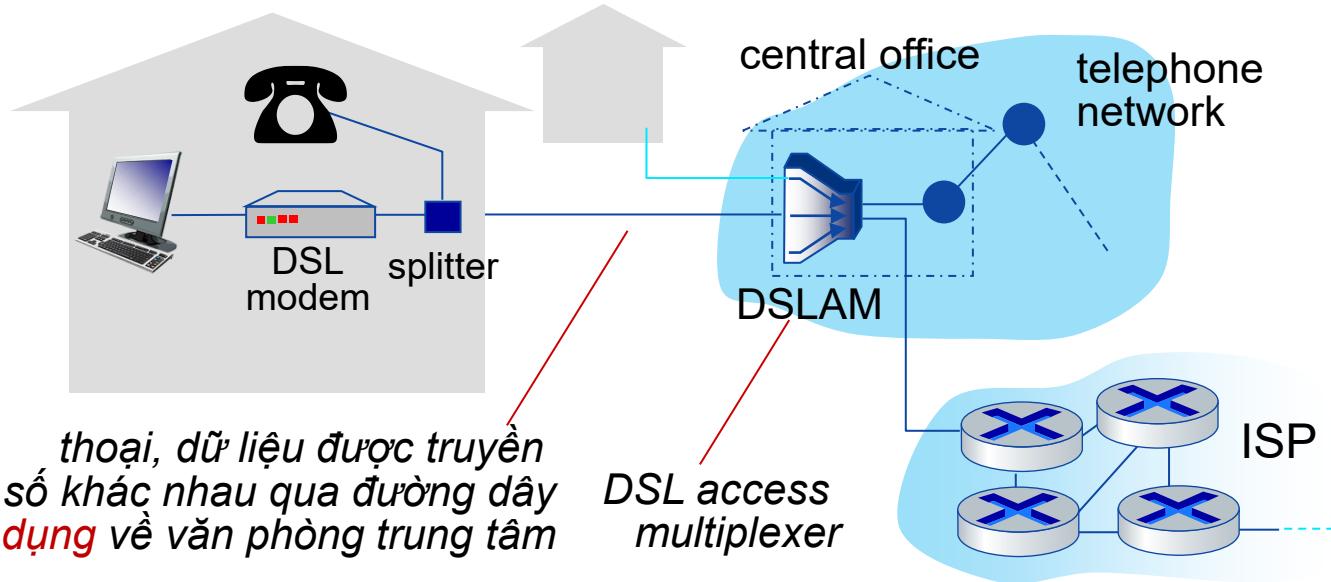


Mạng truy cập bằng cáp



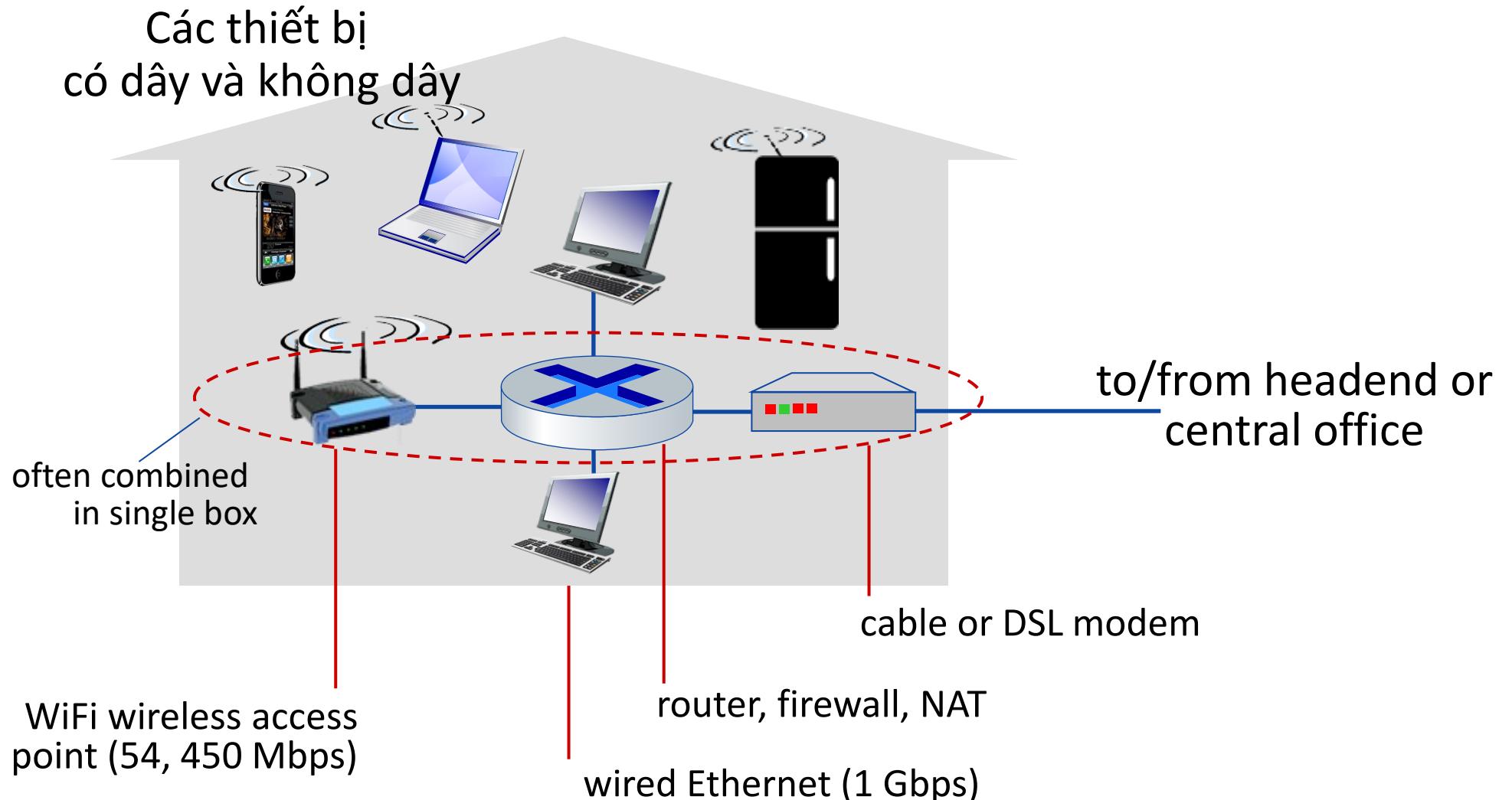
- HFC: hybrid fiber coax – đồng trục sợi lai
 - Bất đối xứng: tốc độ tải xuống 40 Mb/s đến 1.2 Gb/s, tốc độ tải lên 30 đến 100 Mb/s
- Mạng của cáp, sợi quang kết nối mạng gia đình đến bộ định tuyến của ISP
 - Mạng gia đình **chia sẻ mạng truy cập** đến **cable headend**

Mạng truy cập: đường thuê bao kỹ thuật số (DSL)



- Sử dụng đường điện thoại **có sẵn** để kết nối đến trung tâm DSLAM
 - Dữ liệu qua đường dây điện thoại DSL đi đến Internet
 - Tín hiệu thoại qua đường dây điện thoại DSL đi đến mạng điện thoại
- Tốc độ tải xuống 24-52 Mb/s
- Tốc độ tải lên 3.5-16 Mb/s

Mạng truy cập: Mạng gia đình





Mạng truy cập không dây

Chia sẻ mạng truy cập *không dây* kết nối hệ thống đầu cuối đến bộ định tuyến

- Thông qua trạm gốc (base station) hay còn gọi là điểm truy cập (access point)

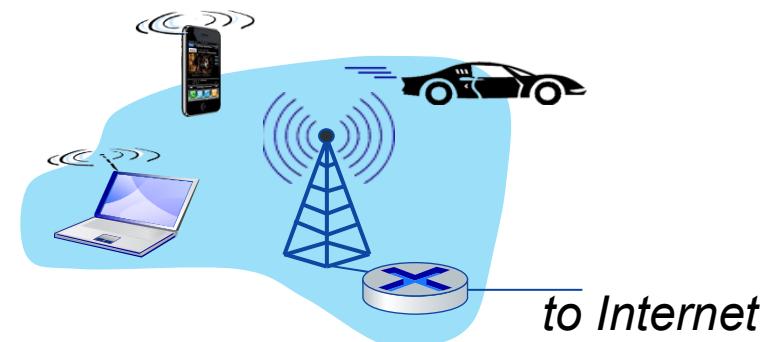
Mạng cục bộ không dây (WLANs)

- Thường bên trong hoặc xung quanh tòa nhà (khoảng 30 m)
- 802.11b/g/n (WiFi): tốc độ 11, 54, 450 Mb/s



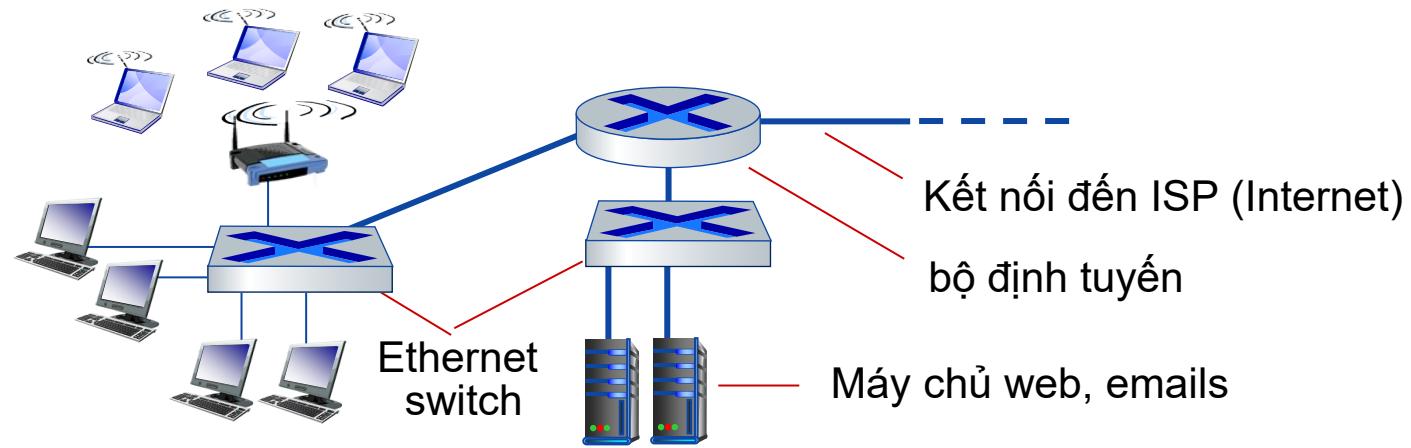
Mạng truy cập di động diện rộng (Wide-area cellular access networks)

- Được cung cấp bởi nhà cung cấp mạng di động (hàng chục km)
- 10 Mbps
- Mạng di động 4G/5G





Mạng truy cập: mạng doanh nghiệp



- Công ty, trường học,...
- Kết hợp giữa các công nghệ kết nối có dây và không dây, kết nối phối hợp giữa các bộ chuyển mạch và các bộ định tuyến
 - Ethernet: kết nối có dây với tốc độ 100Mb/s, 1Gb/s, 10Gb/s
 - WiFi: điểm truy cập không dây với tốc độ 11, 54, 450 Mb/s

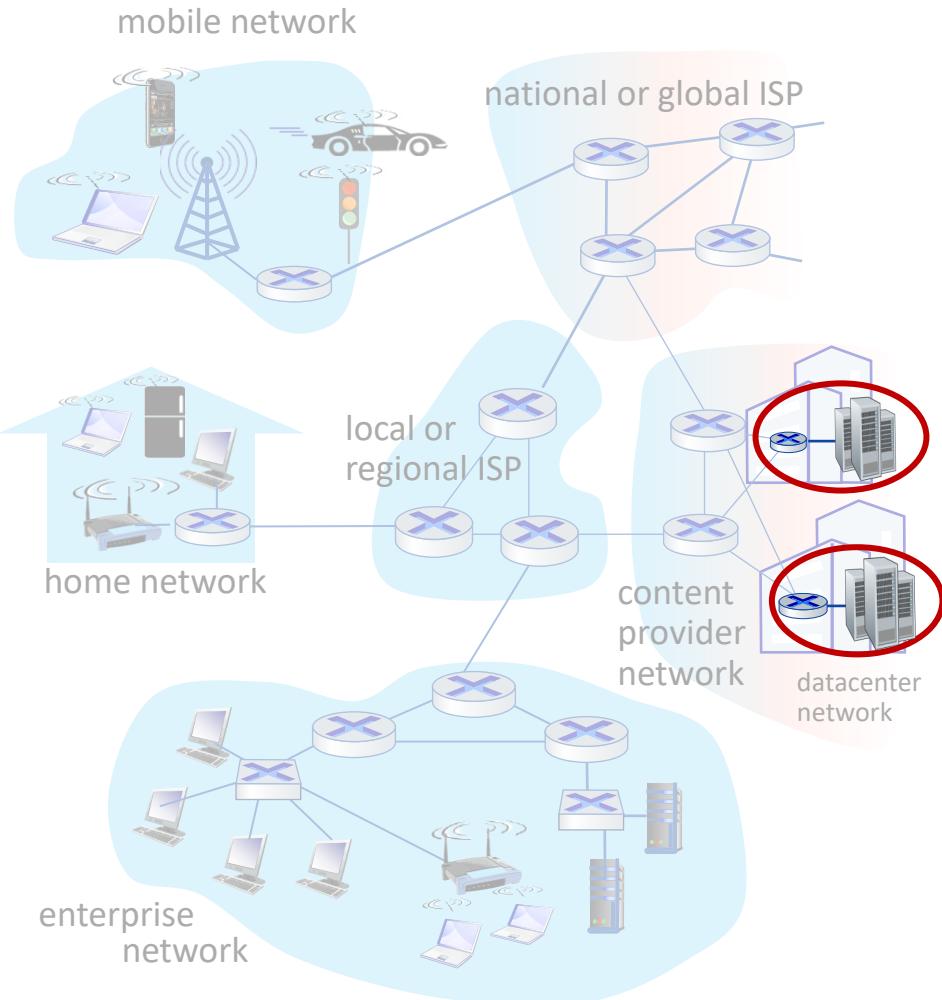
Mạng truy cập: Mạng trung tâm dữ liệu



- Liên kết băng thông cao (10 - 100 Gb/s) kết nối hàng trăm đến hàng nghìn máy chủ với nhau và kết nối với Internet



Courtesy: Massachusetts Green High Performance Computing Center (mghpcc.org)

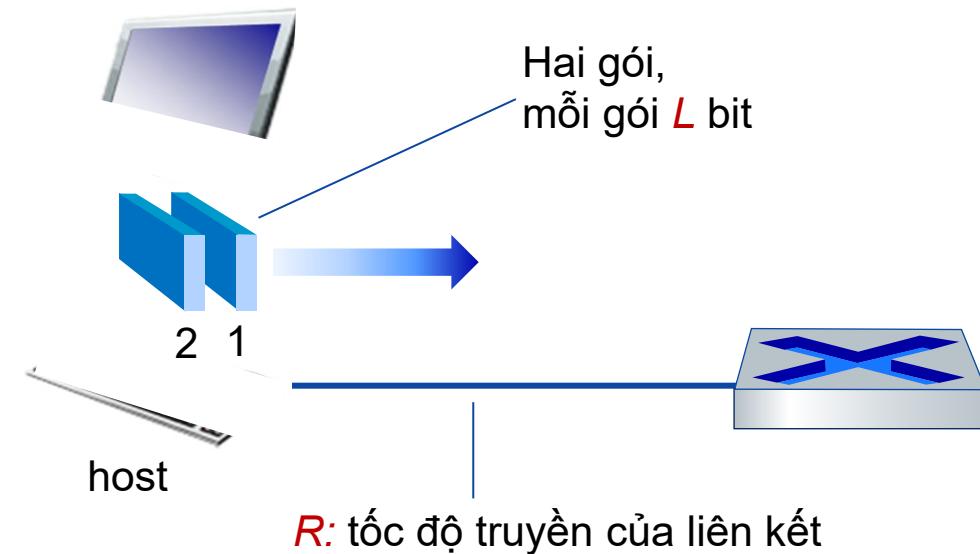




Host: gửi các gói dữ liệu

Chức năng gửi của host:

- Nhận thông điệp của ứng dụng
- Chia nhỏ thành nhiều phần nhỏ hơn, gọi là các *gói*, có độ dài L bit
- Chuyển gói vào mạng truy cập với *tốc độ truyền* R
 - Tốc độ truyền của liên kết còn gọi là dung lượng (*capacity*), hay còn gọi là *băng thông đường truyền*



$$\text{packet transmission delay} = \frac{\text{time needed to transmit } L\text{-bit packet into link}}{R \text{ (bits/sec)}}$$
$$(\text{độ trễ truyền } d_{trans})$$

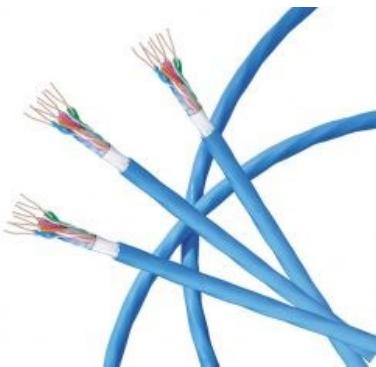


Liên kết: đường truyền vật lý

- **bit:** lan truyền giữa các cặp máy gửi/nhận
- **Liên kết vật lý:** những gì nằm giữa máy gửi và máy nhận
- **Đường truyền có hướng:**
 - Tín hiệu lan truyền trong môi trường chất rắn: Cáp đồng, cáp sợi quang, cáp đồng trực
- **Đường truyền vô hướng:**
 - Tín hiệu lan truyền tự do, ví dụ: sóng vô tuyến

Cáp xoắn cặp (Twisted pair-TP)

- Hai dây đồng cách điện
 - Category 5: 100 Mbps, 1 Gbps Ethernet
 - Category 6: 10Gbps Ethernet





Liên kết: đường truyền vật lý

Cáp đồng trục (Coaxial cable)

- Hai dây dẫn đồng tâm
- Hai chiều
- Băng thông rộng:
 - Nhiều kênh tần số trên 1 cáp
 - Hàng trăm Mb/s mỗi kênh



Cáp sợi quang:

- Sợi thủy tinh mang xung ánh sáng, mỗi xung mang một bit
- Hoạt động tốc độ cao:
 - Truyền điểm-điểm tốc độ cao (hàng chục-hàng trăm Gb/s)
- Tỉ lệ lỗi thấp:
 - Các bộ repeaters đặt cách xa nhau
 - Không bị nhiễu điện từ





Liên kết: đường truyền vật lý

Vô tuyến không dây

- Tín hiệu được mang trong các “dải” (bands) phổ điện tử khác nhau
- Không có dây vật lý
- Truyền broadcast, bán song công (half-duplex) (từ bên gửi đến bên nhận)
- Ảnh hưởng bởi môi trường lan truyền:
 - Phản xạ
 - Vật cản
 - Nhiều

Các loại liên kết không dây:

- **Wireless LAN (WiFi)**
 - Tốc độ 10-100's Mb/s; khoảng cách hàng chục mét
- **Diện rộng (mạng di động - 4G/5G)**
 - Tốc độ hàng chục Mbps (4G), khoảng cách 10 Km
- **Bluetooth: thay thế cáp**
 - Khoảng cách ngắn, giới hạn tốc độ
- **Sóng mặt đất (terrestrial microwave)**
 - Truyền điểm-điểm; các kênh có tốc độ 45 Mb/s
- **Vệ tinh (satellite)**
 - Tốc độ tải lên đến 100 Mb/s (Starlink)
 - Độ trễ đầu cuối 270 ms end-end (vệ tinh địa tĩnh)



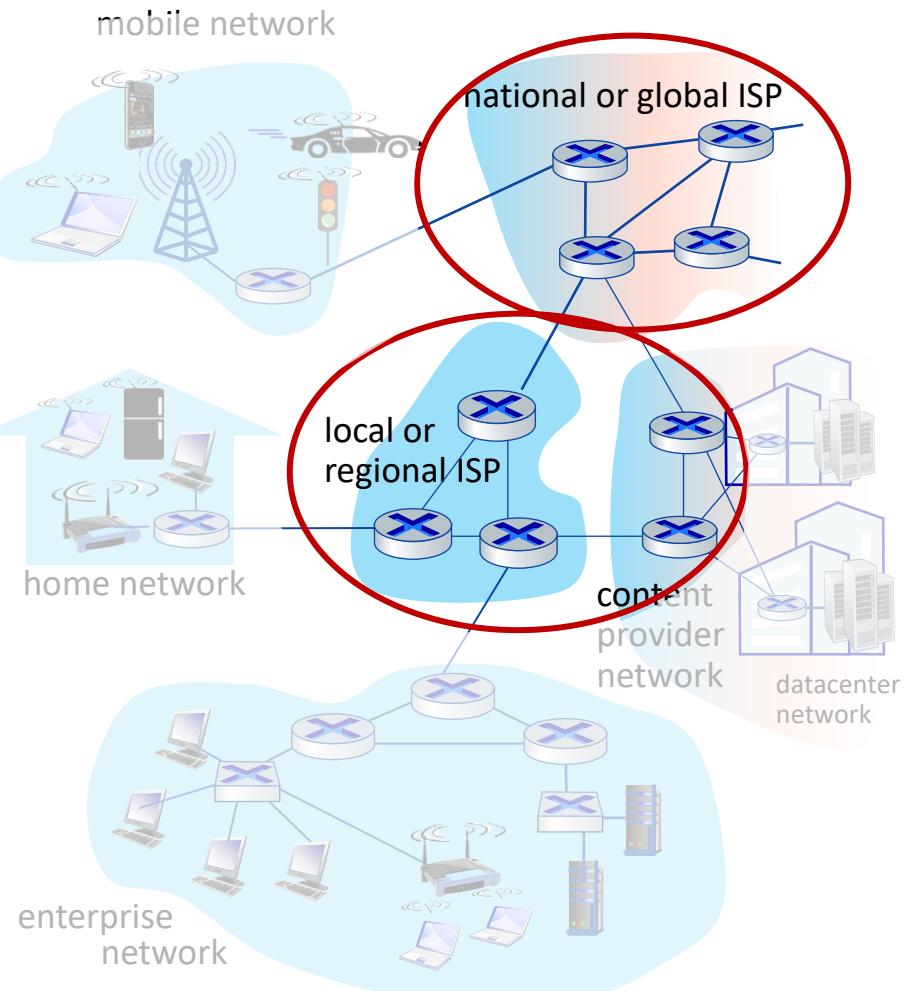
Nội dung chương 1

- 1.1 Internet là gì? Giao thức là gì?
- 1.2 Mạng biên: hosts, mạng truy cập, đường truyền vật lý
- 1.3 Mạng lõi: chuyển mạch gói, chuyển mạch kênh, cấu trúc của internet**
- 1.4 Hiệu suất: mất mát, chậm trễ, thông lượng
- 1.5 Các lớp giao thức, các mô hình dịch vụ



Mạng lõi

- Mạng lưới kết nối các bộ định tuyến
- Chuyển mạch gói (packet-switching):
hosts chia các thông điệp của tầng ứng dụng thành nhiều *gói*
 - Mạng chuyển tiếp các gói từ bộ định tuyến này đến bộ định tuyến khác thông qua các liên kết trên đường **từ nguồn đến đích**

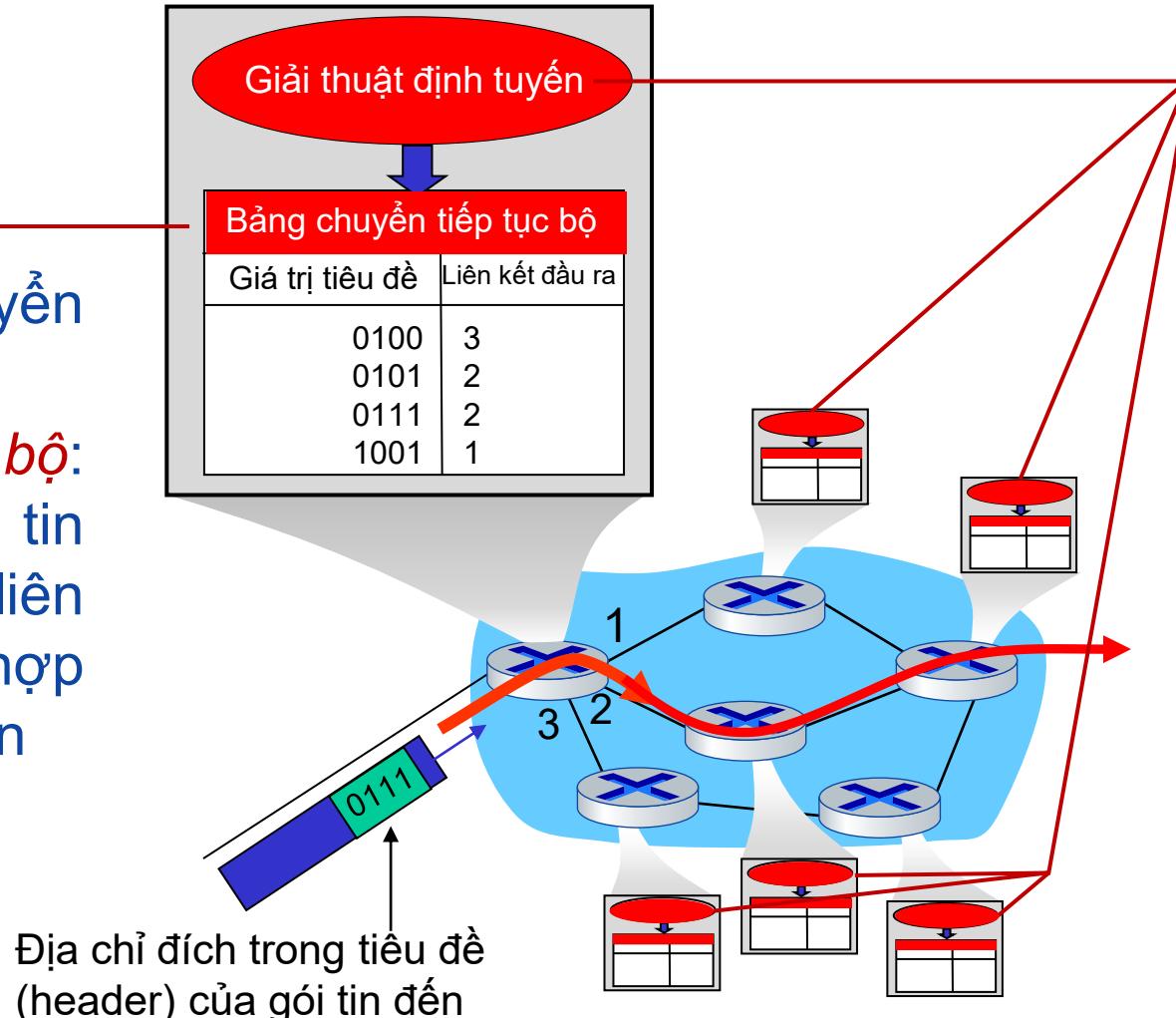




Hai chức năng chính của mạng lõi

Chuyển tiếp:

- Còn gọi là “chuyển mạch”
- Hành động *cục bộ*: chuyển tiếp gói tin từ đầu vào đến liên kết đầu ra thích hợp trên bộ định tuyến



Định tuyến:

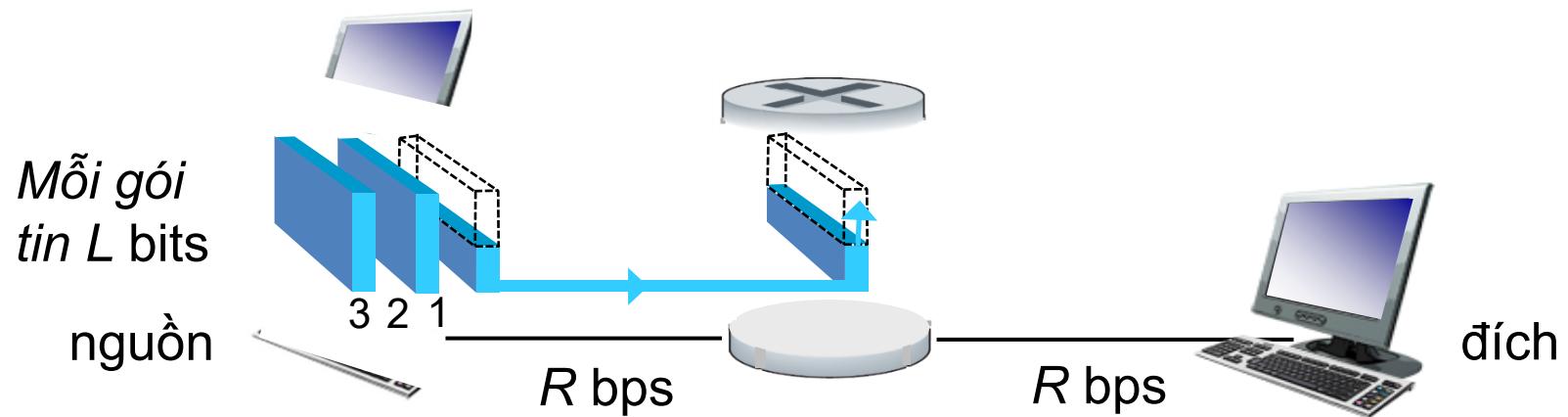
- Hành động *toàn cục*: xác định các tuyến đường từ nguồn đến đích, được thực hiện bởi các gói tin
- Giải thuật định tuyến







Chuyển mạch gói: lưu và chuyển



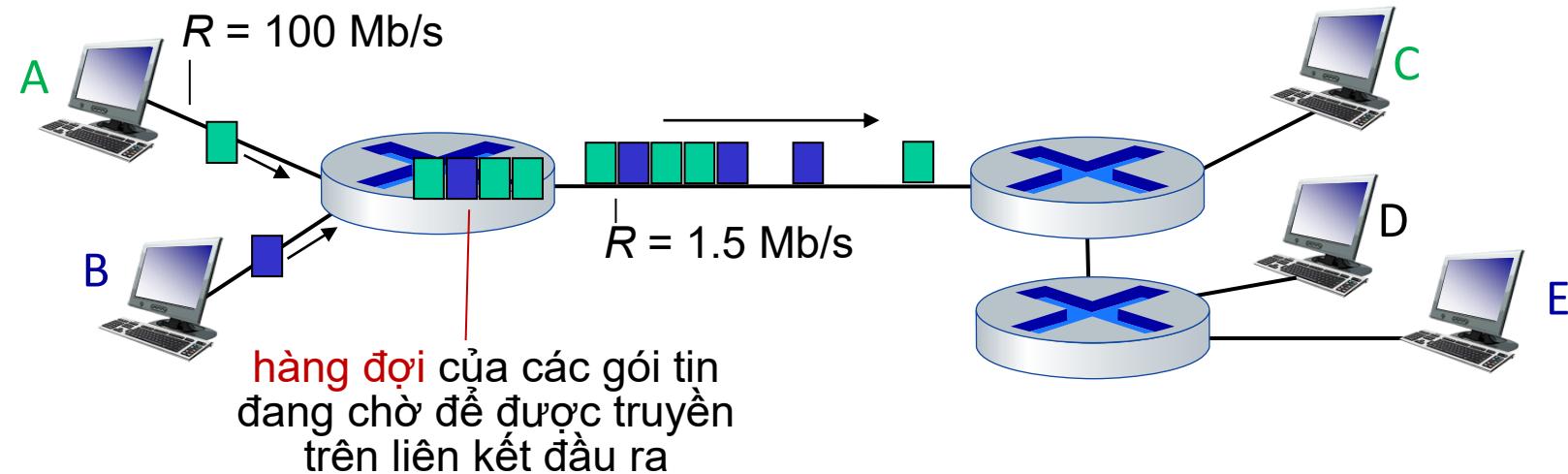
- Độ trễ truyền (packet transmission delay): mất L/R giây để truyền gói tin có độ dài L bit trên liên kết có tốc độ R b/s
- Lưu và chuyển:* toàn bộ gói tin phải đến bộ định tuyến trước khi được truyền đến liên kết tiếp theo

Ví dụ về trễ 1 chặng (One-hop delay)

- $L = 10$ Kbits
- $R = 100$ Mbps
- Độ trễ trên một chặng = 0.1 msec



Chuyển mạch gói: hàng đợi (queueing)

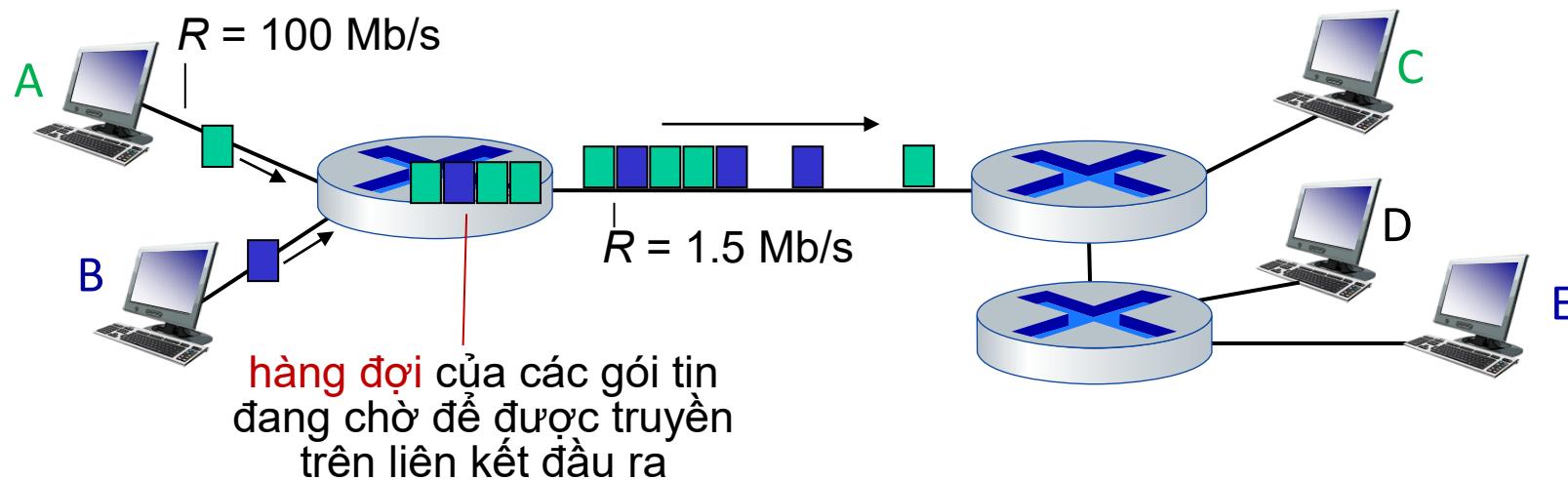


Hàng đợi xảy ra khi yêu cầu đến nhanh hơn so với khả năng phục vụ





Chuyển mạch gói: hàng đợi (queueing)



Xếp hàng và mất gói: nếu tốc độ gói tin đến (tính bằng bit/s) vượt quá tốc độ truyền tải (bit/s) của liên kết trong một khoảng thời gian:

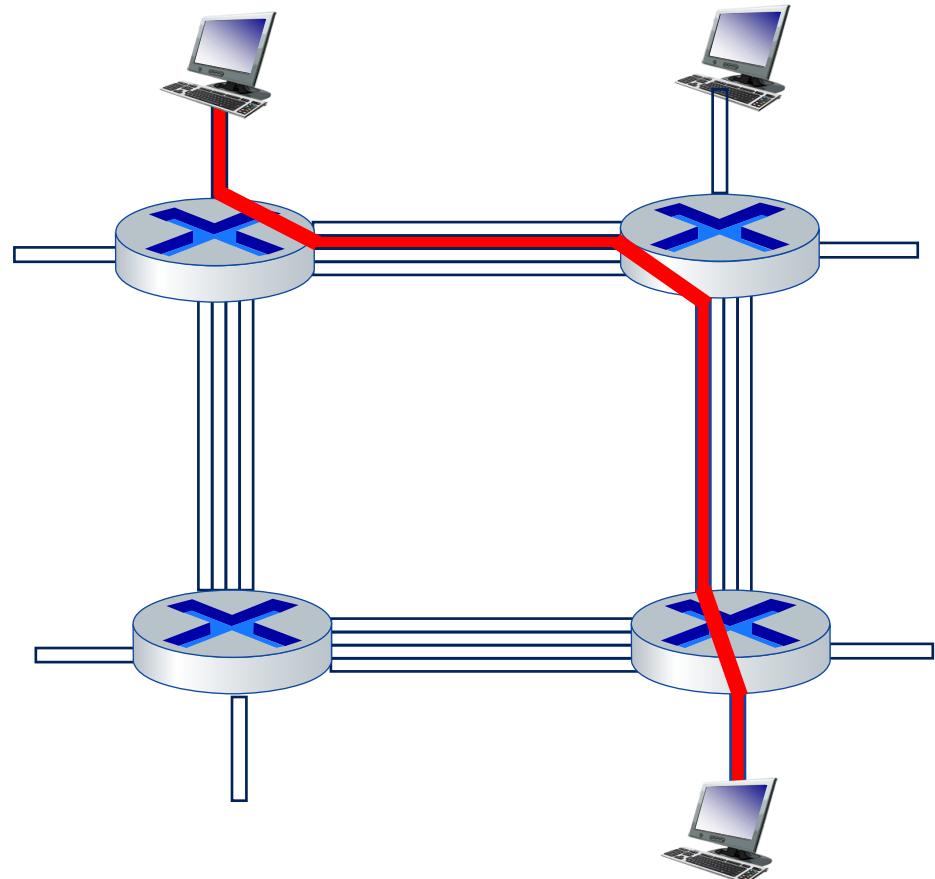
- Gói tin sẽ vào hàng đợi và chờ đến khi được truyền tải trên liên kết đầu ra
- Gói tin sẽ bị hủy bỏ (drop/lost) nếu bộ đệm của bộ định tuyến bị đầy



Thay thế cho chuyển mạch gói: chuyển mạch kênh (circuit switching)

Các tài nguyên phân bổ và dành riêng cho “cuộc gọi” giữa nguồn và đích

- Trên sơ đồ, mỗi liên kết có 4 kênh truyền
 - Cuộc gọi sử dụng trên kênh truyền thứ hai ở liên kết phía trên và kênh thứ nhất của liên kết bên phải.
- Tài nguyên dành riêng: không chia sẻ
 - Hiệu suất được đảm bảo
- Các phân đoạn của kênh sẽ rảnh nếu không được sử dụng bởi cuộc gọi (không chia sẻ)
- Thường được sử dụng trong mạng điện thoại truyền thống



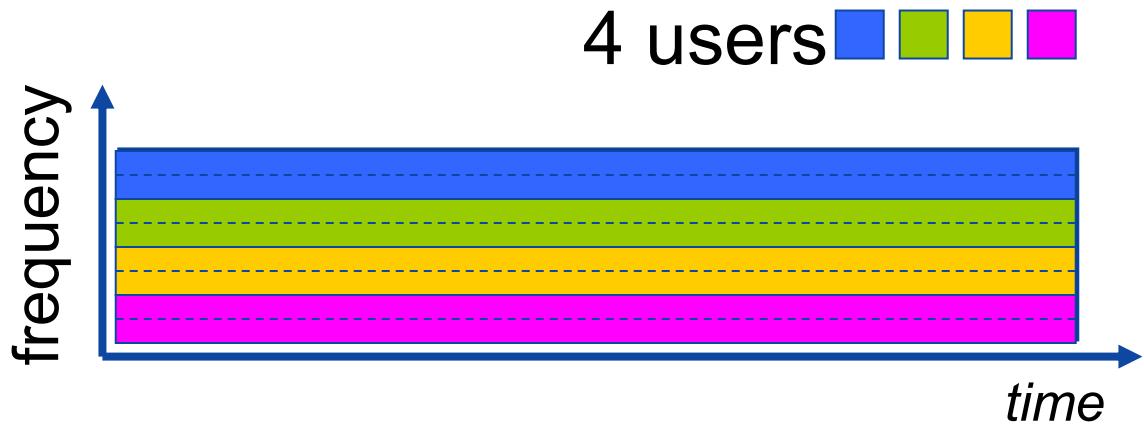
* Xem thêm các bài tập tương tác (interactive) tại đường dẫn : http://gaia.cs.umass.edu/kurose_ross/interactive



Chuyển mạch kênh: FDM và TDM

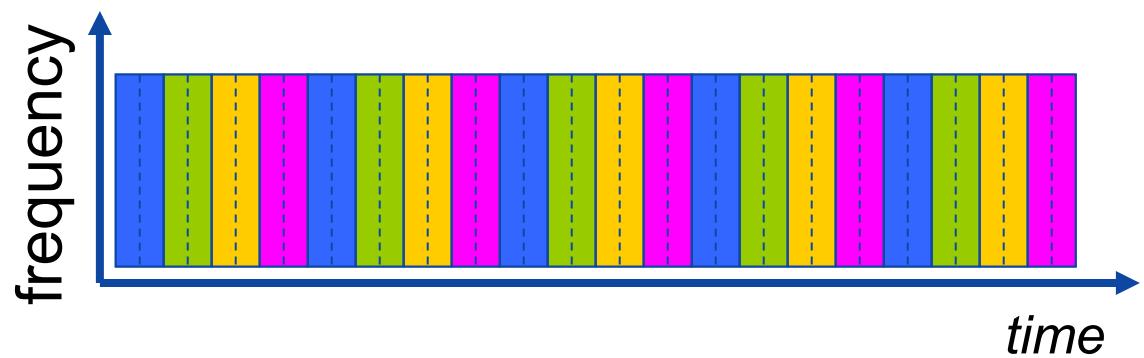
Ghép kênh tần số (Frequency Division Multiplexing - FDM)

- Tần số quang, điện tử được chia thành nhiều dải tần số
- Mỗi cuộc gọi được phân bổ vào những băng tần riêng, và có thể truyền ở tốc độ tối đa của băng tần đó



Ghép kênh thời gian (Time Division Multiplexing (TDM))

- Thời gian được chia thành các khe (slot)
- Mỗi cuộc gọi được phân bổ vào các khe định kỳ, có thể truyền ở tốc độ tối đa của dải tần số trong các khe thời gian của nó

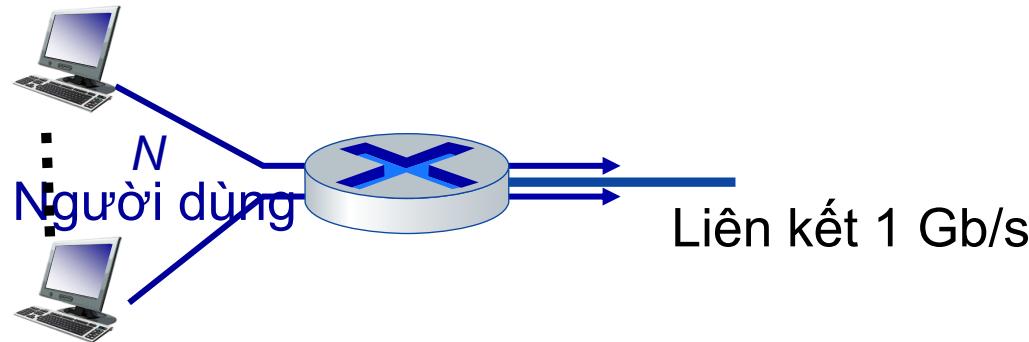




Chuyển mạch gói và chuyển mạch kênh

Ví dụ:

- Liên kết 1 Gb/s
- Mỗi người dùng:
 - Sử dụng 100 Mb/s khi hoạt động
 - Hoạt động 10% thời gian



Câu hỏi: Có bao nhiêu người dùng được sử dụng mạng khi sử dụng cơ chế chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói?

- *Chuyển mạch kênh:* 10 người dùng
- *Chuyển mạch gói:* với 35 người dùng, xác suất > 10 hoạt động tại một thời điểm nhỏ hơn 0.0004 *

Câu hỏi: làm sao để có được con số 0.0004?

Trả lời: Bài tập về nhà (liên quan đến xác suất)

* Xem thêm các bài tập tương tác (interactive) tại đường dẫn: http://gaia.cs.umass.edu/kurose_ross/interactive



Chuyển mạch gói và chuyển mạch kênh

Liệu chuyển mạch gói có phải là “kẻ chiến thắng tất cả” (slam dunk winner)?

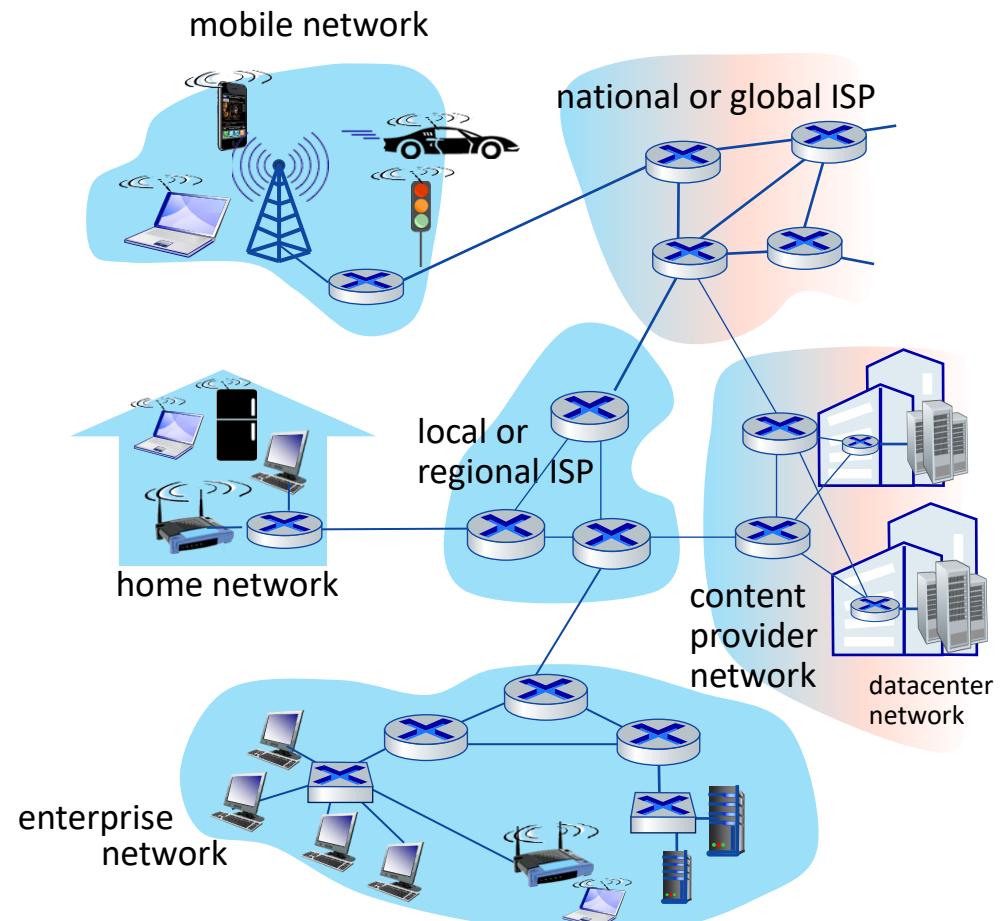
- Tốt nhất cho dữ liệu được truyền không đều (lúc có lúc không) (bursty data)
 - Chia sẻ tài nguyên
 - Đơn giản, không cần thiết lập cuộc gọi
- **Có thể dẫn đến tắc nghẽn:** gói tin bị trễ hoặc mất do tràn bộ đệm
 - Các giao thức cần thiết cho việc truyền dữ liệu một cách tin cậy và kiểm soát tắc nghẽn
- **Câu hỏi:** Làm sao để cung cấp hành vi chuyển mạch kênh trên cơ chế chuyển mạch gói?
 - “Phức tạp!” làm cho chuyển mạch gói giống chuyển mạch kênh nhất có thể

Câu hỏi: giống với cơ chế của con người trong việc dành riêng tài nguyên (circuit switching) hay phân bổ tài nguyên theo nhu cầu (packet switching)?

Cấu trúc Internet: “mạng của các mạng”



- Hosts kết nối với Internet thông qua các ISP truy cập
- ISP truy cập được kết nối với nhau
 - Do đó hai host *bất kỳ* có thể gửi các thông điệp cho nhau
- Kết quả là mạng của các mạng trở nên phức tạp
 - Sự phát triển được thúc đẩy bởi kinh tế, chính sách của quốc gia

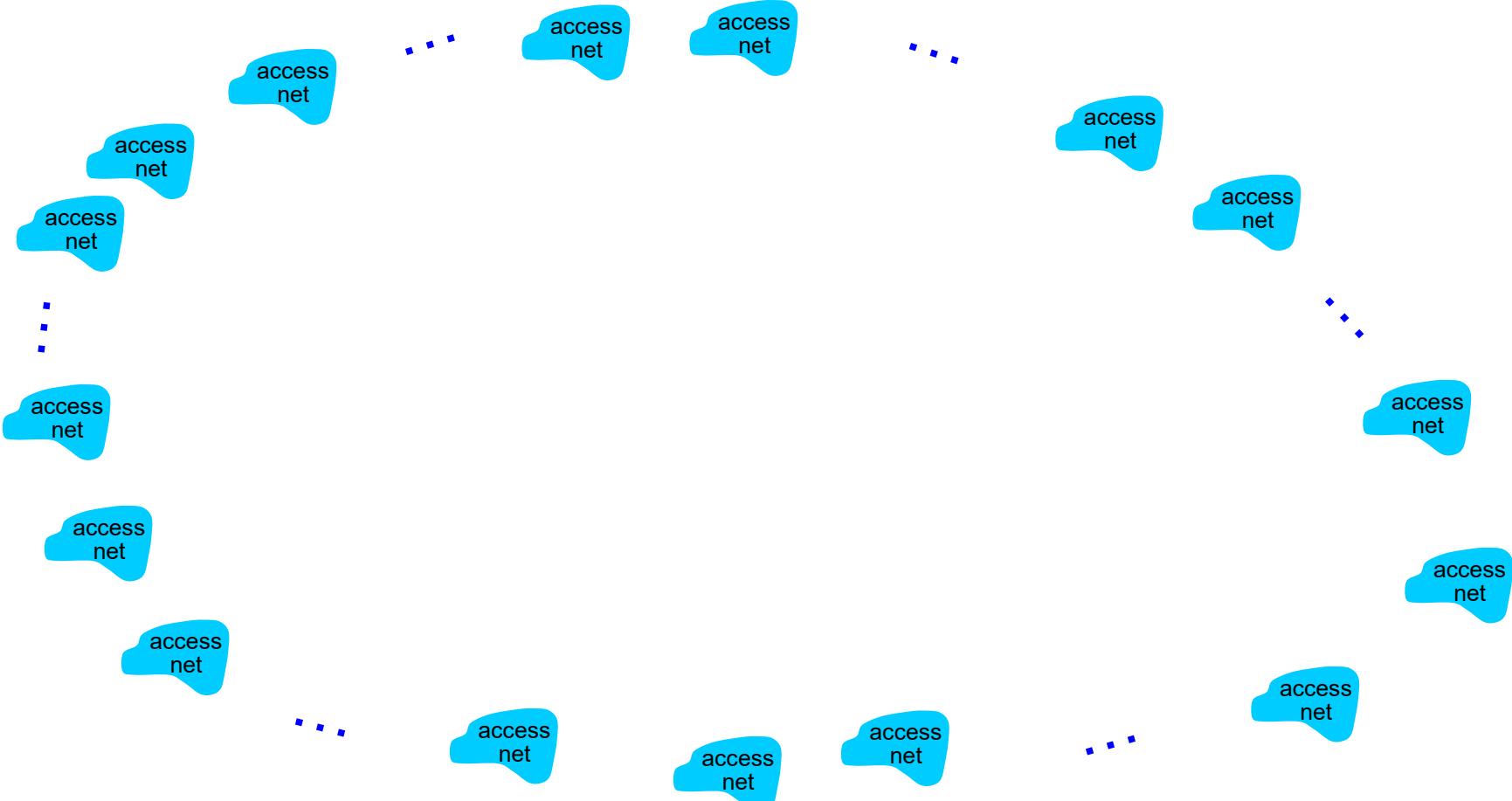


Hãy từng bước khám phá cấu trúc hiện tại của Internet



Cấu trúc Internet: “mạng của các mạng”

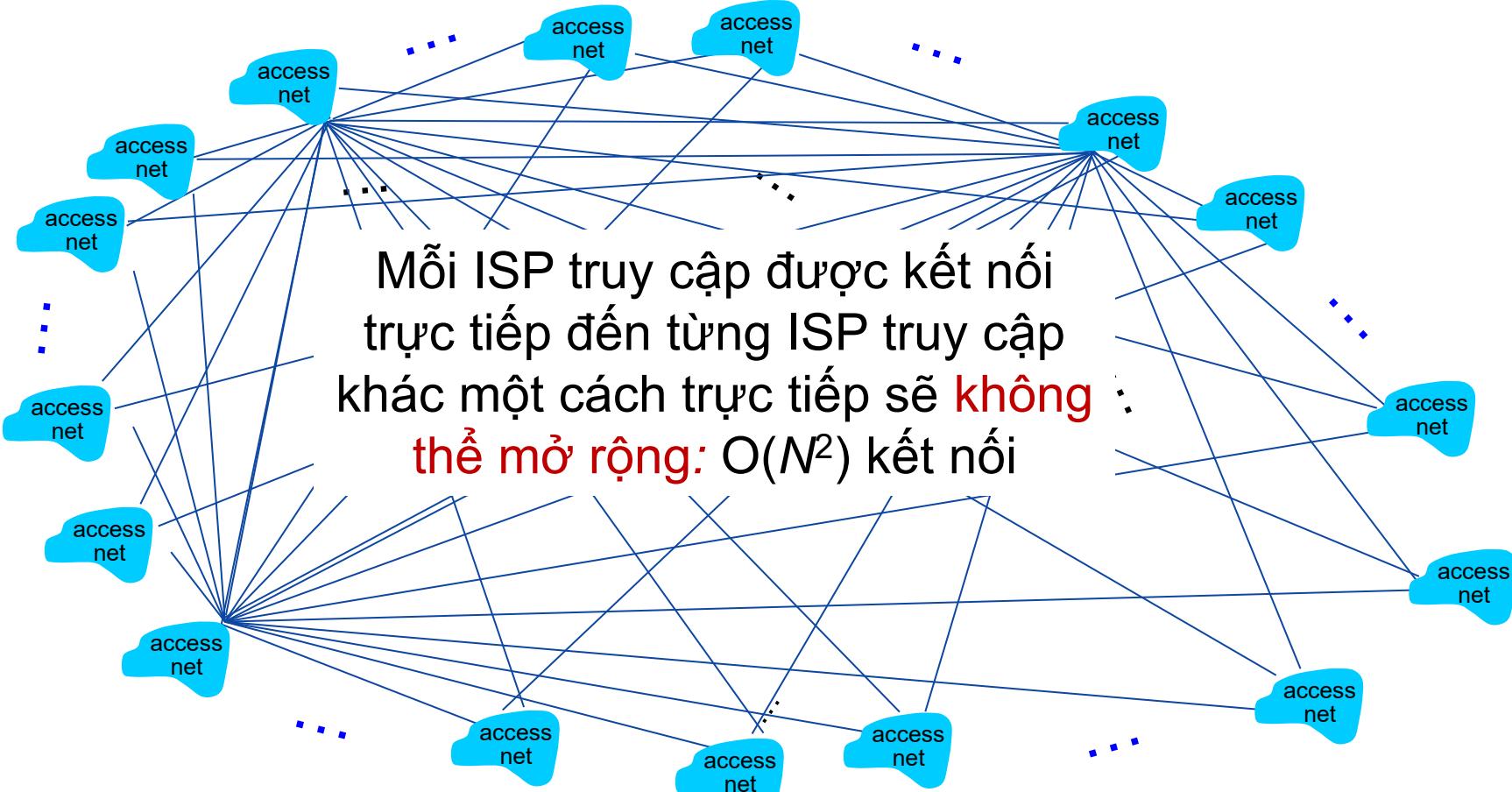
Câu hỏi: giả sử có hàng triệu ISP truy cập, làm sao có thể kết nối chúng lại với nhau?





Cấu trúc Internet: “mạng của các mạng”

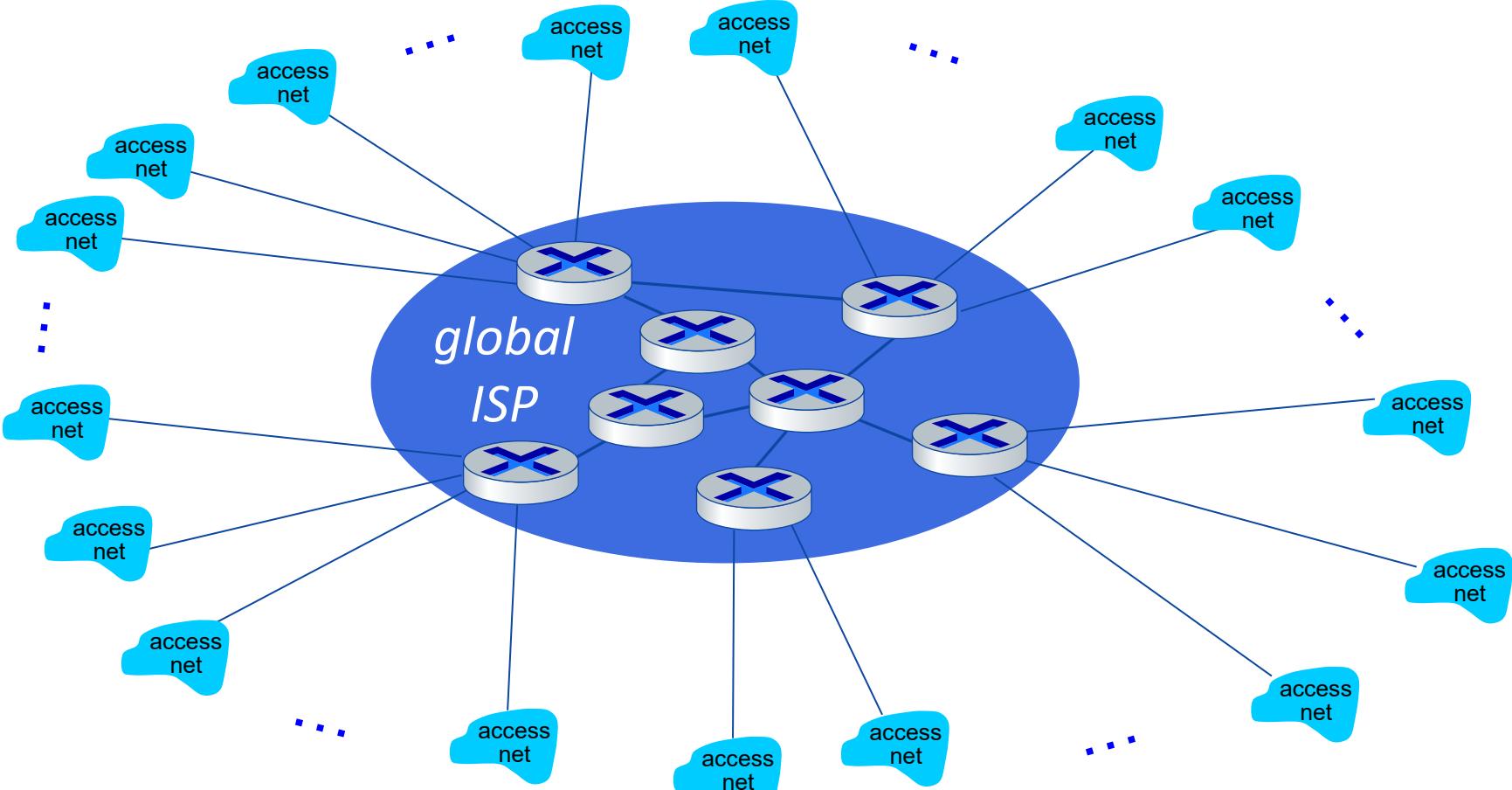
Câu hỏi: giả sử có hàng triệu ISP truy cập, làm sao có thể kết nối chúng lại với nhau?





Cấu trúc Internet: “mạng của các mạng”

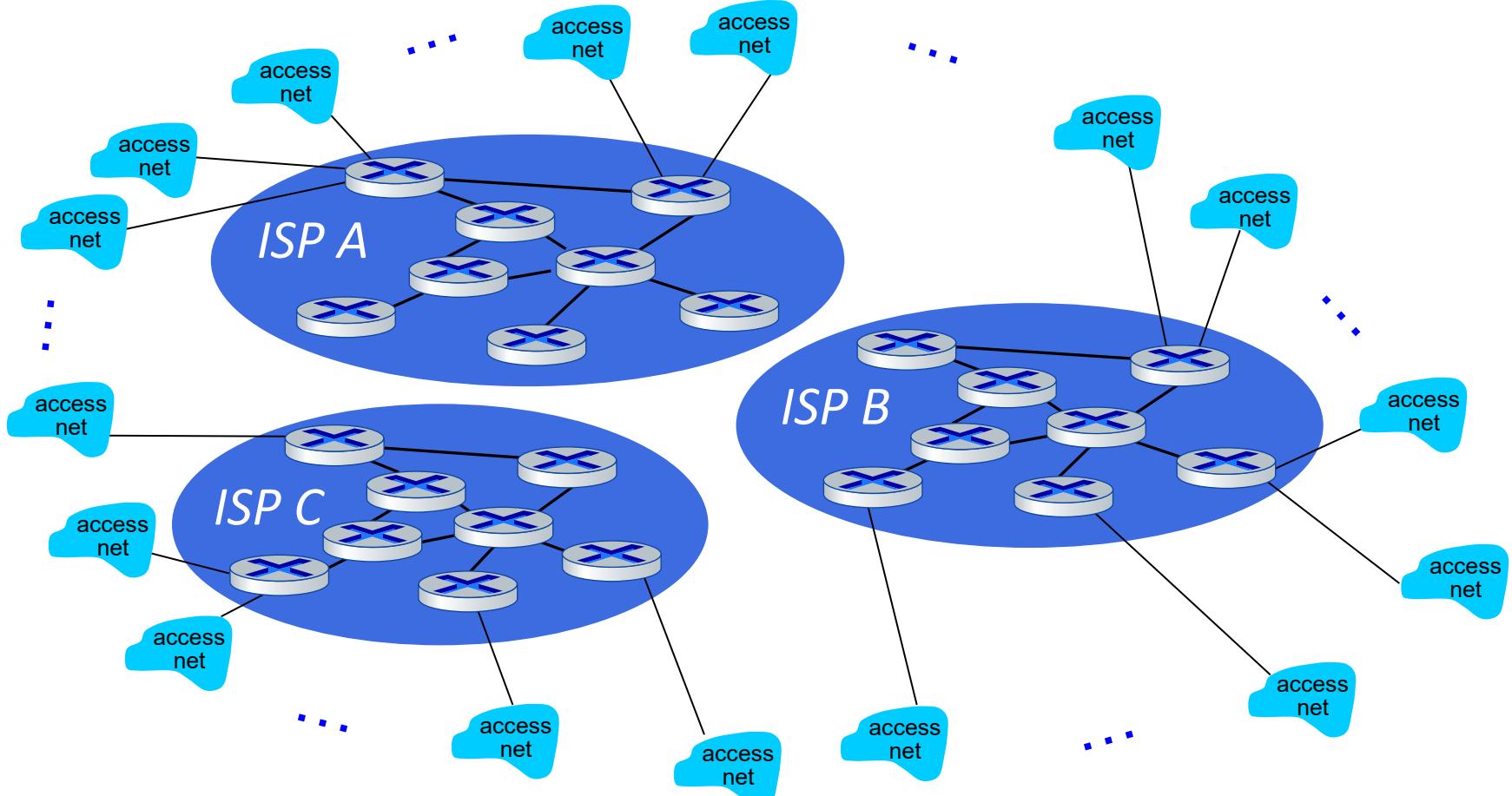
*Lựa chọn: kết nối tất cả các ISP truy cập đến một ISP chuyển tiếp toàn cầu?
Khách hàng và nhà cung cấp dịch vụ (ISP) phải có thỏa thuận về kinh tế*



Cấu trúc Internet: “mạng của các mạng”



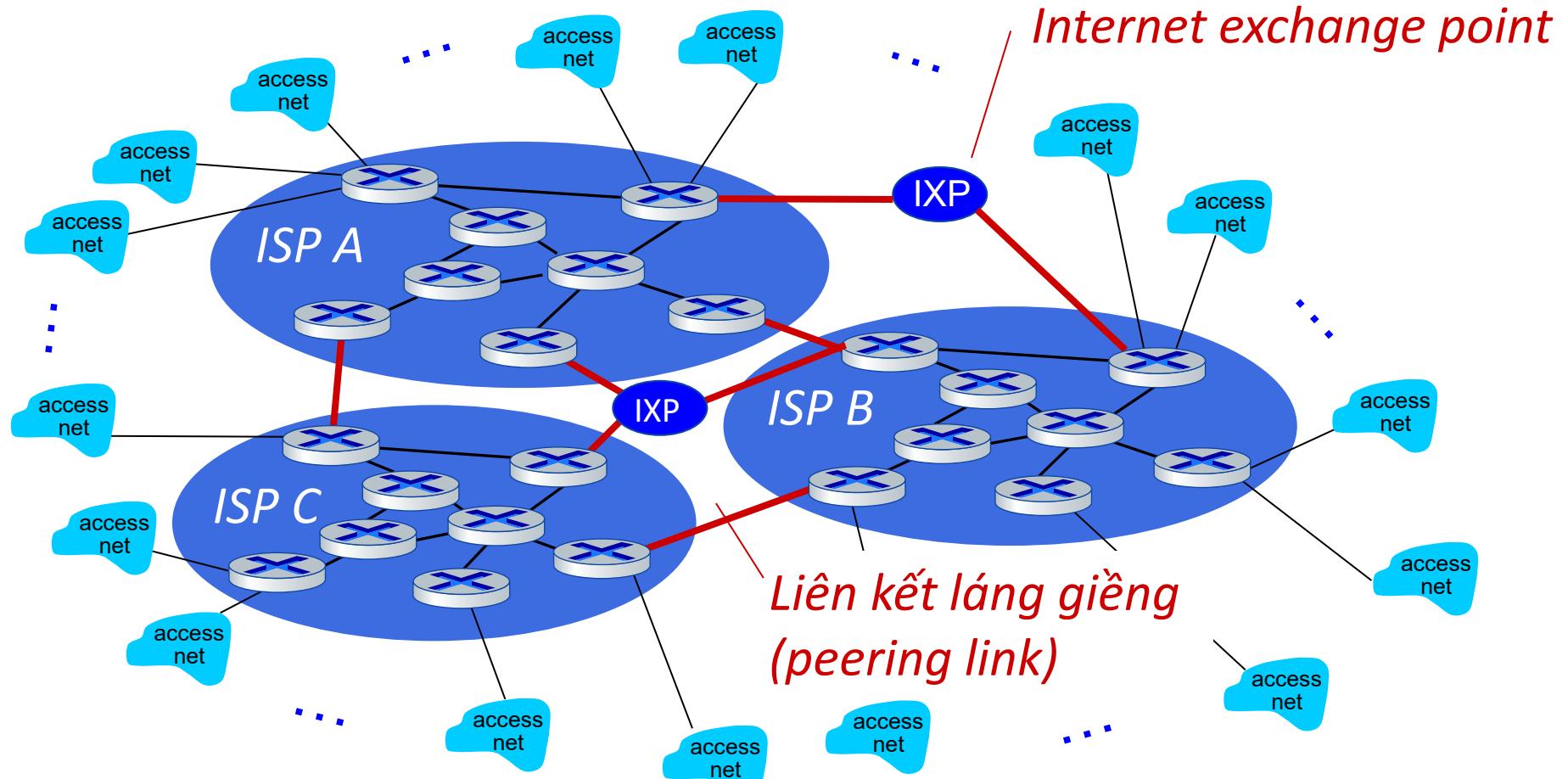
Nhưng nếu có một ISP toàn cầu hoạt động và mang lại lợi nhuận, họ sẽ có đối thủ cạnh tranh...



Cấu trúc Internet: “mạng của các mạng”



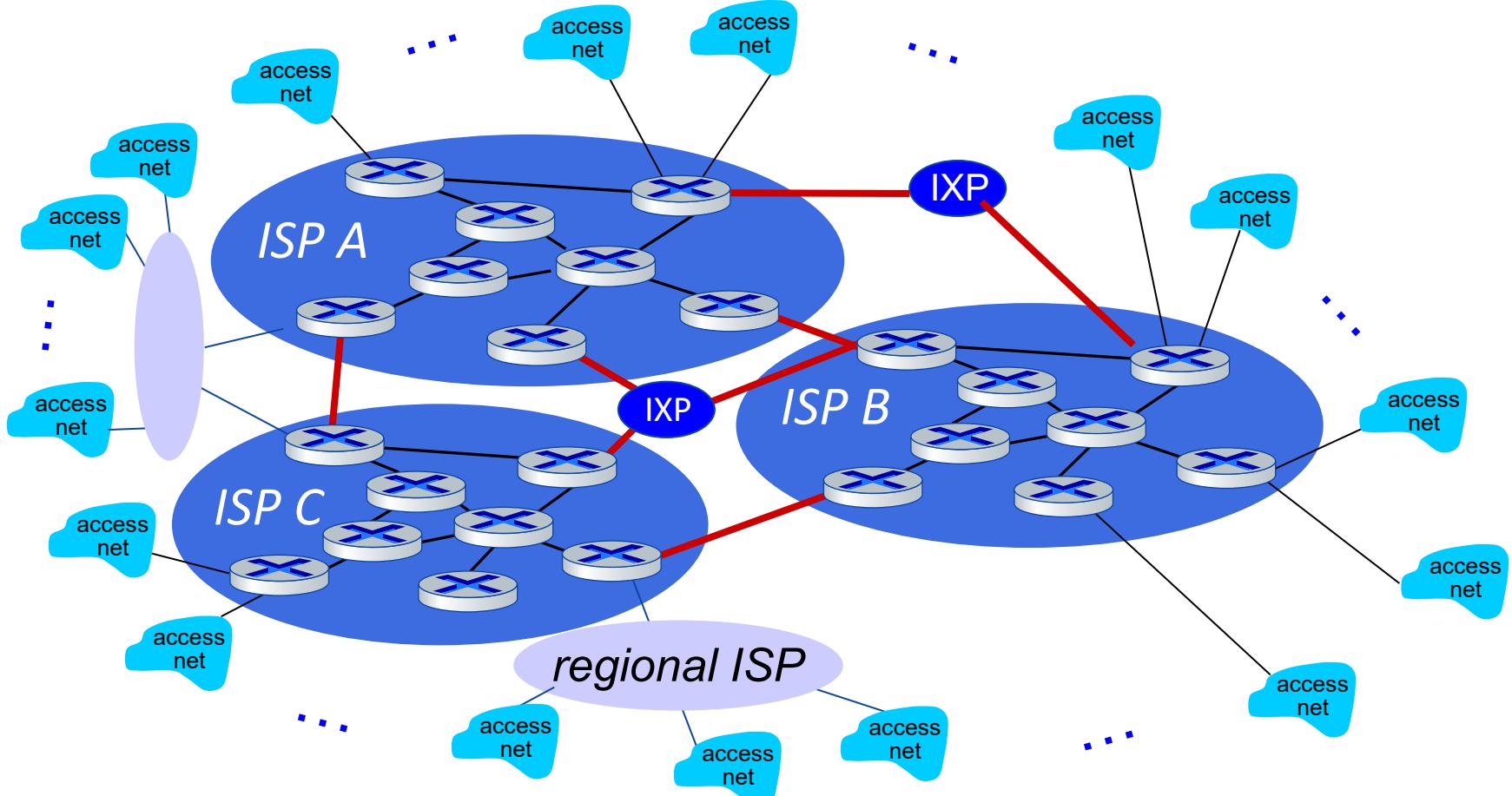
Nhưng nếu có một ISP toàn cầu hoạt động và mang lại lợi nhuận, họ sẽ có đối thủ cạnh tranh... Và các ISP này có thể được kết nối với nhau



Cấu trúc Internet: “mạng của các mạng”



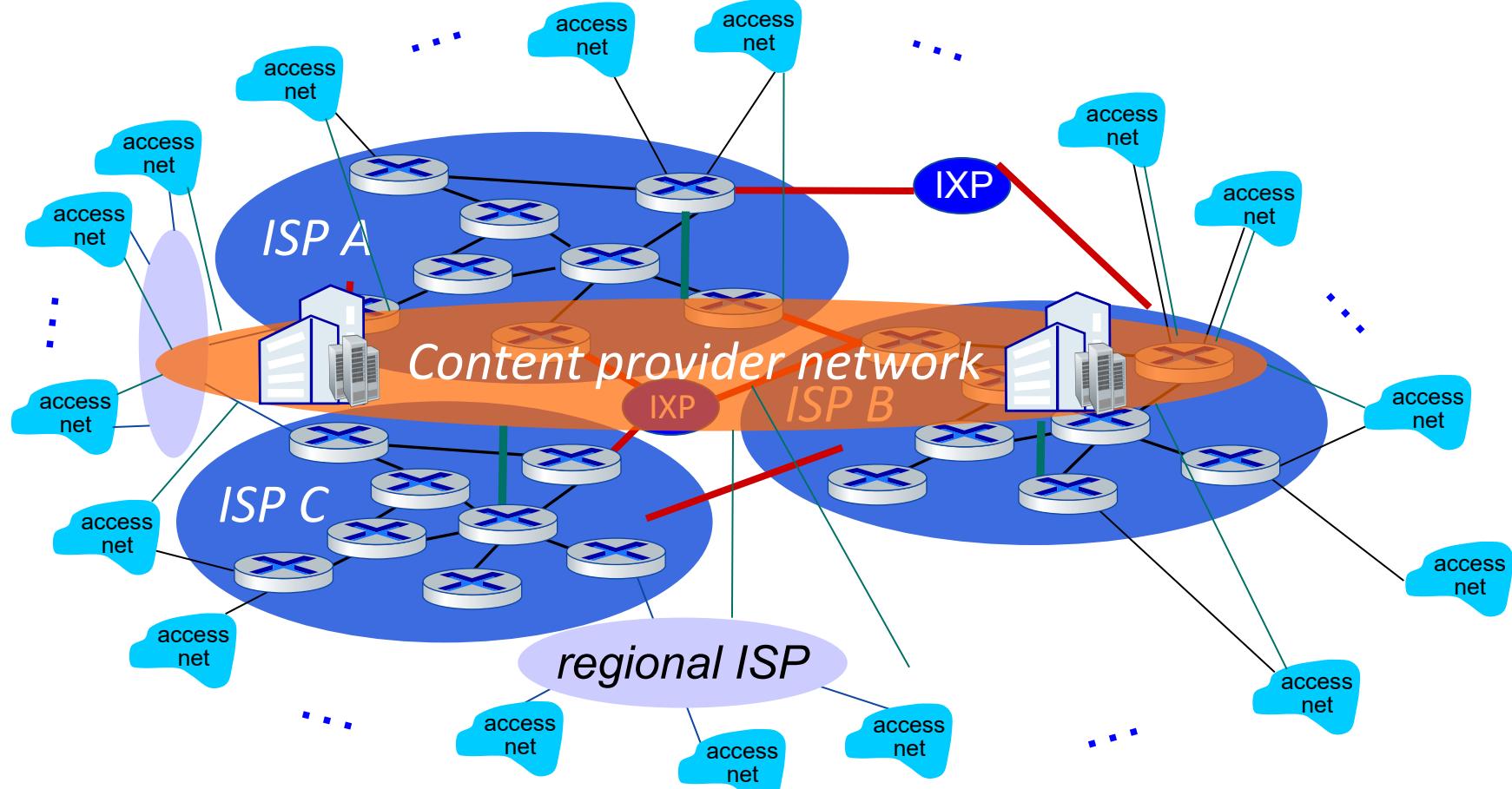
... và ISP khu vực có thể được phát sinh để kết nối mạng truy cập với ISP



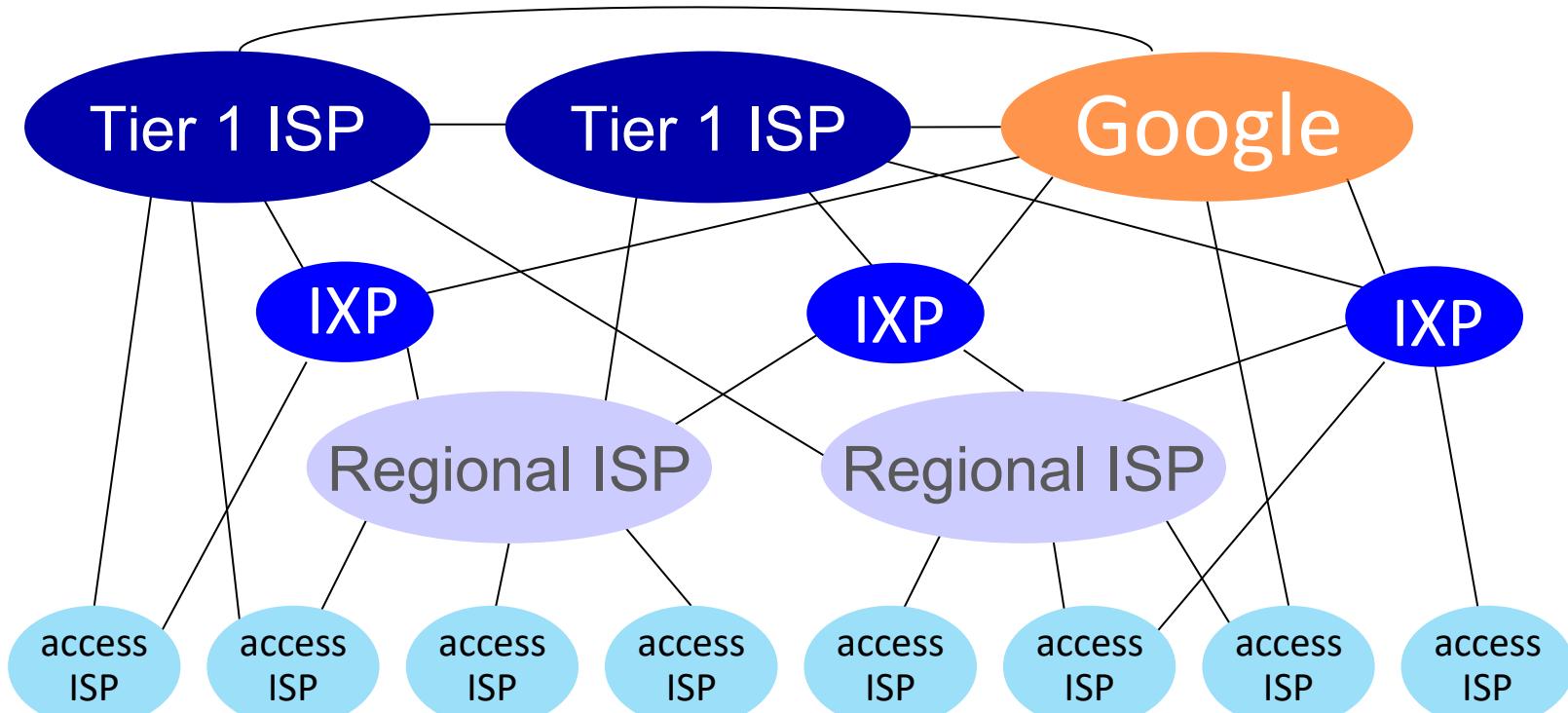


Cấu trúc Internet: “mạng của các mạng”

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



Cấu trúc Internet: “mạng của các mạng”



Tại “trung tâm”: một số ít các mạng lớn được kết nối với nhau

- **Các ISP thương mại (tier-1)** (ví dụ Level 3, Sprint, AT&T, NTT), phủ sóng quốc tế
- **Các mạng cung cấp nội dung** (ví dụ Google, Facebook): mạng riêng dùng để kết nối trung tâm dữ liệu của họ và Internet mà không cần thông qua tier-1 và ISP khu vực



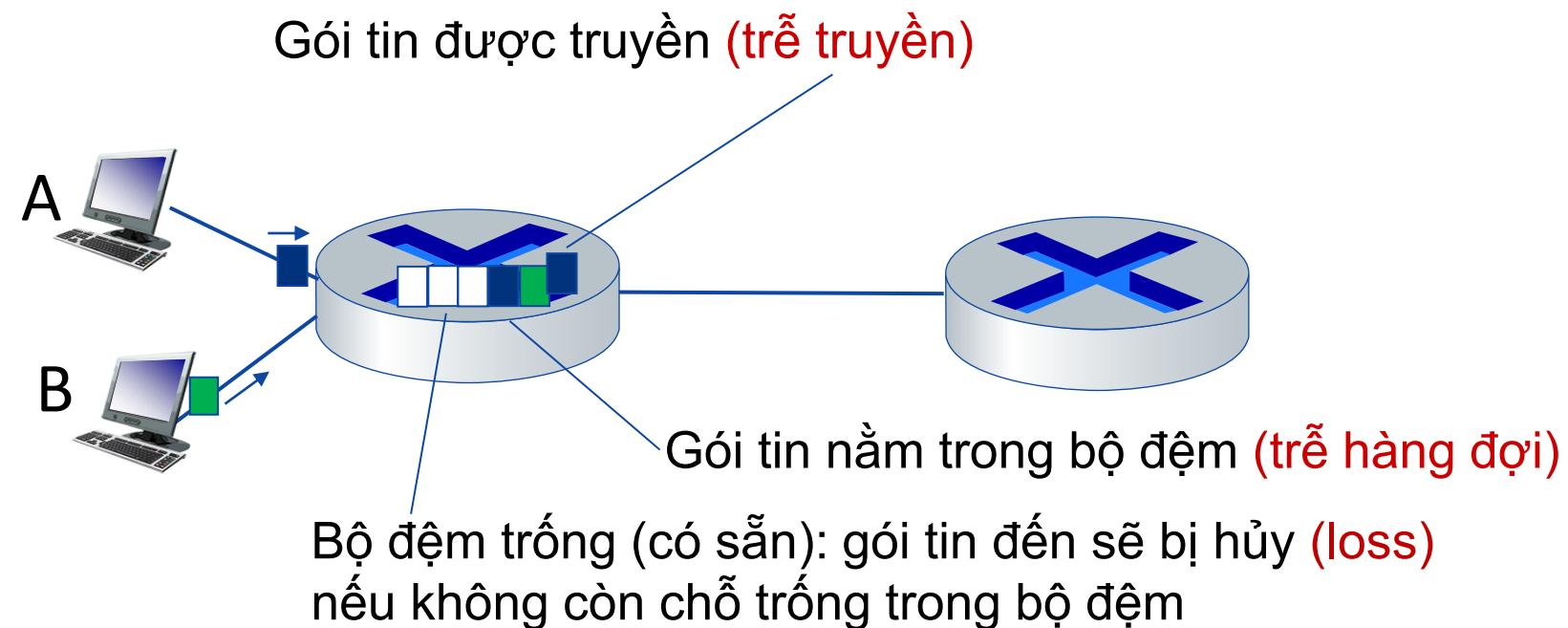
Nội dung chương 1

- 1.1 Internet là gì? Giao thức là gì?
- 1.2 Mạng biên: hosts, mạng truy cập, đường truyền vật lý
- 1.3 Mạng lõi: chuyển mạch gói, chuyển mạch kênh, cấu trúc của internet
- 1.4 Hiệu suất: mất mát, chậm trễ, thông lượng**
- 1.5 Các lớp giao thức, các mô hình dịch vụ



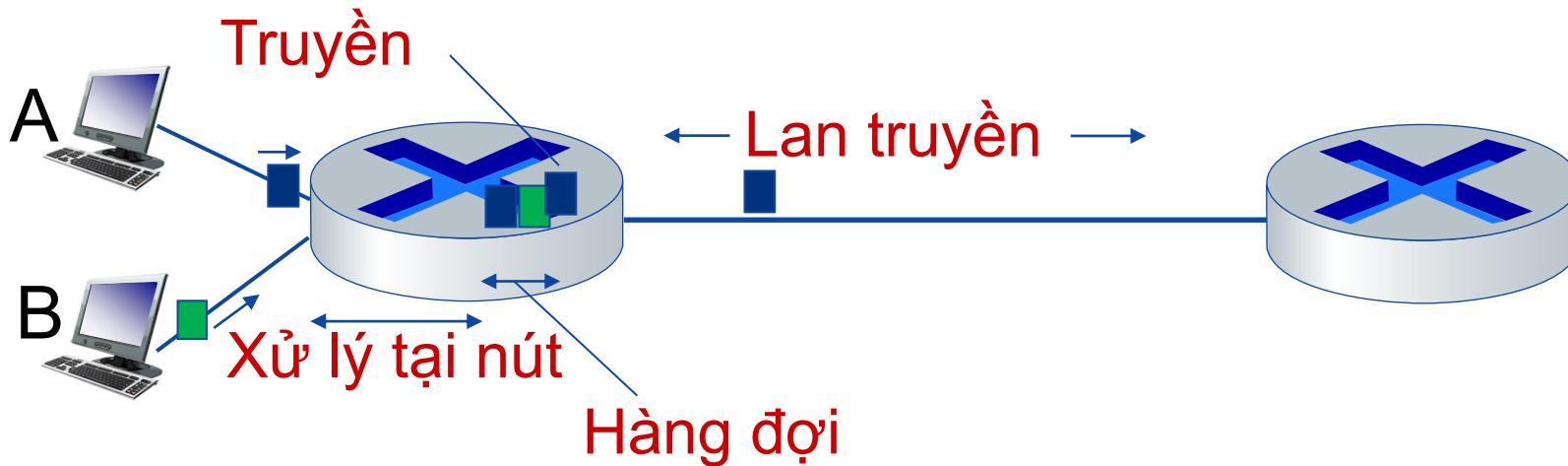
Nguyên nhân gói tin bị trễ và bị mất?

- Các gói tin *xếp hàng* trong bộ đệm của bộ định tuyến và đợi đến khi được truyền
 - Chiều dài hàng đợi tăng lên khi tốc độ gói tin đi đến vượt quá khả năng của liên kết đầu ra
 - **Mất gói** xảy ra khi bộ nhớ của hàng đợi bị đầy





Bốn nguyên nhân gây ra chậm trễ gói tin



$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

d_{trans} : trễ truyền:

- L : độ dài của gói tin (bit)
- R : tốc độ truyền của liên kết (bps)

$$d_{\text{trans}} = L/R$$

d_{prop} : lan truyền:

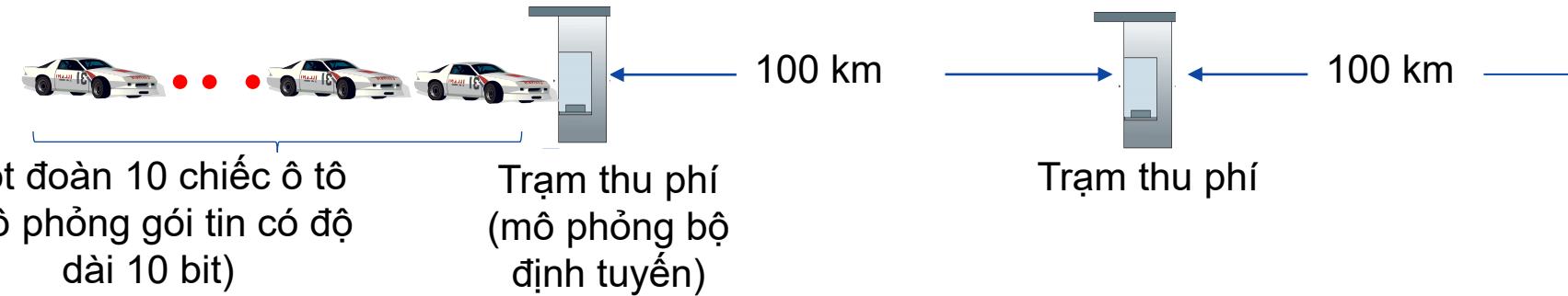
- d : độ dài của kết nối vật lý
- s : tốc độ lan truyền ($\sim 2 \times 10^8 \text{ m/giây}$)

$$d_{\text{prop}} = d/s$$

d_{trans} và d_{prop}
Rất khác biệt



Bốn nguyên nhân gây ra chậm trễ gói tin



- Giả sử ô tô di chuyển (lan truyền) với tốc độ 1000 km/giờ
- Và trạm thu phí mất một phút để phục vụ mỗi ô tô
- *Câu hỏi:* Liệu ô tô đầu tiên sẽ đến trạm thu phí thứ hai trước khi tất cả các ô tô trong đoàn qua khỏi trạm thu phí thứ nhất?

Trả lời: Có! Sau 7 phút, ô tô đầu tiên trên trạm thu phí thứ hai, ba ô tô vẫn còn ở trạm thu phí thứ nhất



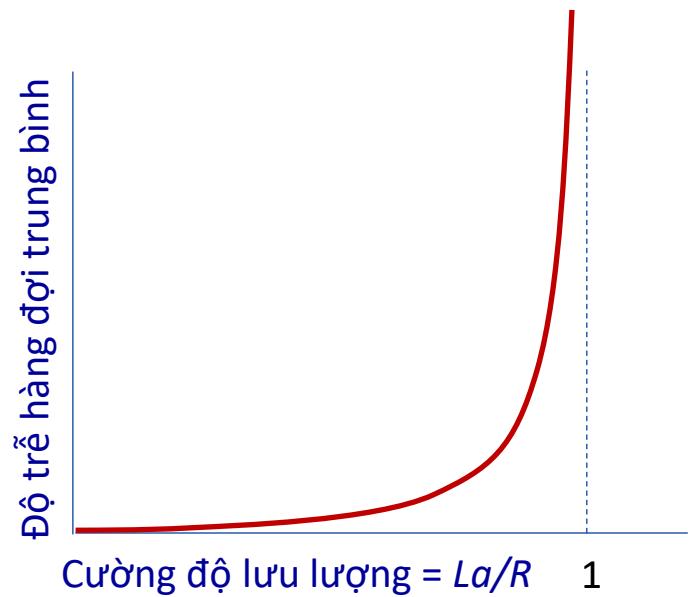
Trễ hàng đợi

- a : tốc độ trung bình của gói tin đến (gói tin/giây)
- L : độ dài gói tin (bit/gói tin)
- R : băng thông của liên kết (bit/giây)

$\frac{L \cdot a}{R}$: Tốc độ đến (tính bằng bit/giây)

$\frac{L \cdot a}{R}$: Tốc độ phục vụ (tính bằng bit/giây)

*Cường độ lưu lượng
“traffic intensity”*



- $La/R \sim 0$: độ trễ trung bình nhỏ
- $La/R \rightarrow 1$: độ trễ trung bình lớn
- $La/R > 1$: số lượng yêu cầu lớn hơn khả năng phục vụ - độ trễ trung bình vô hạn!



$La/R \sim 0$

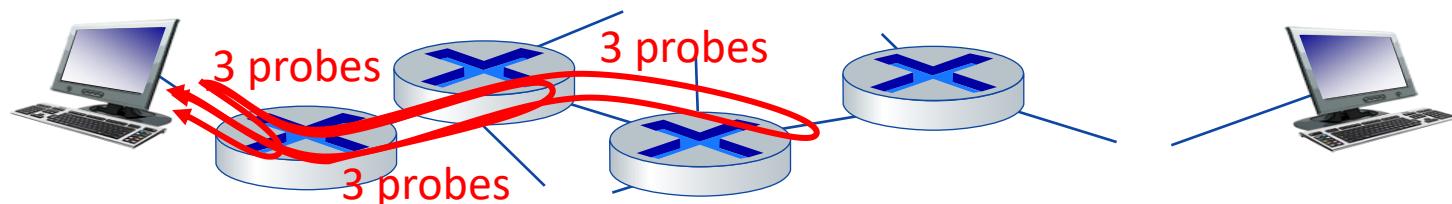


$La/R \rightarrow 1$

Độ trễ và tuyến đường của Internet trong thực tế



- Độ trễ và mất gói trên Internet thực tế sẽ như thế nào?
- Chương trình **traceroute**: hỗ trợ đo lường độ trễ từ nguồn đến từng bộ định tuyến theo lộ trình từ nguồn tới đích. Đối với mỗi bộ định tuyến thứ i :
 - Gửi 3 gói tin đến mỗi bộ định tuyến thứ i trên lộ trình từ nguồn tới đích (với giá trị trường **time-to-live** là i)
 - Bộ định tuyến thứ i sẽ phản hồi với bên gửi
 - Bên gửi đo đặc thời gian từ khi gửi gói tin đến khi nhận phản hồi để tính độ trễ



Độ trễ và tuyến đường của Internet trong thực tế



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

3 giá trị thời gian trễ từ gaia.cs.umass.edu đến cs-gw.cs.umass.edu

3 giá trị thời gian trễ đến border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu

trans-oceanic link

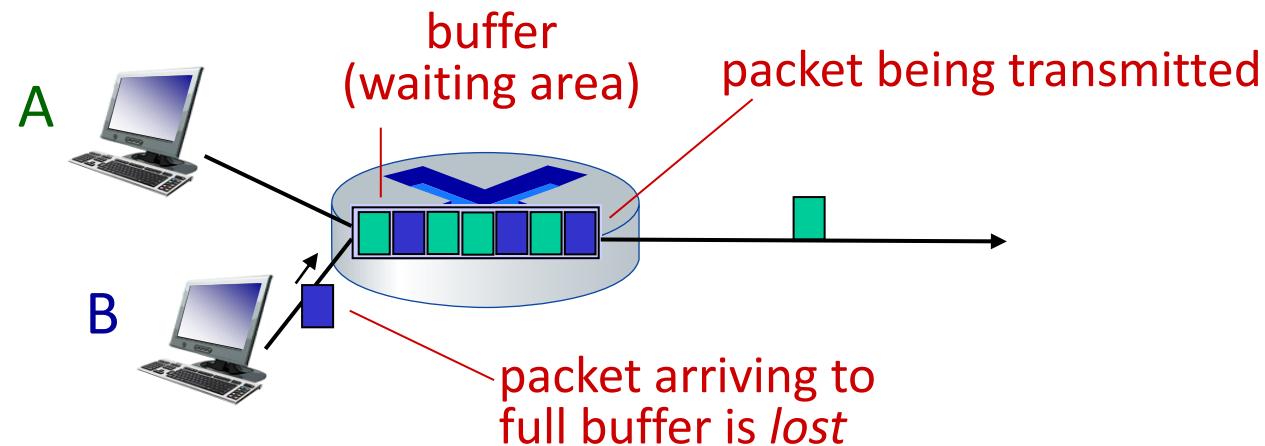
1	cs-gw (128.119.240.254)	1 ms	1 ms	2 ms
2	border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu (128.119.3.145)	1 ms	1 ms	2 ms
3	cht-vbns.gw.umass.edu (128.119.3.130)	6 ms	5 ms	5 ms
4	jn1-at1-0-0-19.wor.vbns.net (204.147.132.129)	16 ms	11 ms	13 ms
5	jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net (204.147.136.136)	21 ms	18 ms	18 ms
6	abilene-vbns.abilene.ucaid.edu (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	***			* Không phản hồi (mất gói, bộ định tuyến không phản hồi)
19	fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142)	132 ms	128 ms	136 ms

* Do some traceroutes from exotic countries at www.traceroute.org



Mất gói (Packet loss)

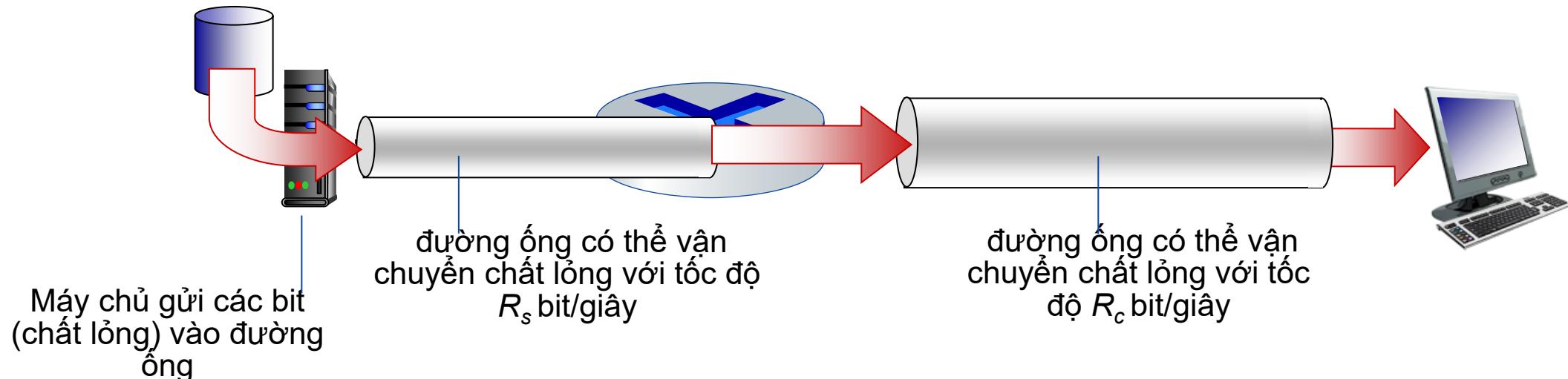
- Hàng đợi (bộ đệm) trước mỗi liên kết đầu ra có kích thước hữu hạn
- Nếu hàng đợi bị đầy do quá nhiều gói tin đến sẽ dẫn đến hiện tượng gói tin đi vào hàng đợi sẽ bị hủy (mất gói)
- Các gói tin bị mất có thể được truyền lại bởi nút trước đó, hoặc bởi nút nguồn, hoặc cũng có thể không được truyền lại





Thông lượng (Throughput)

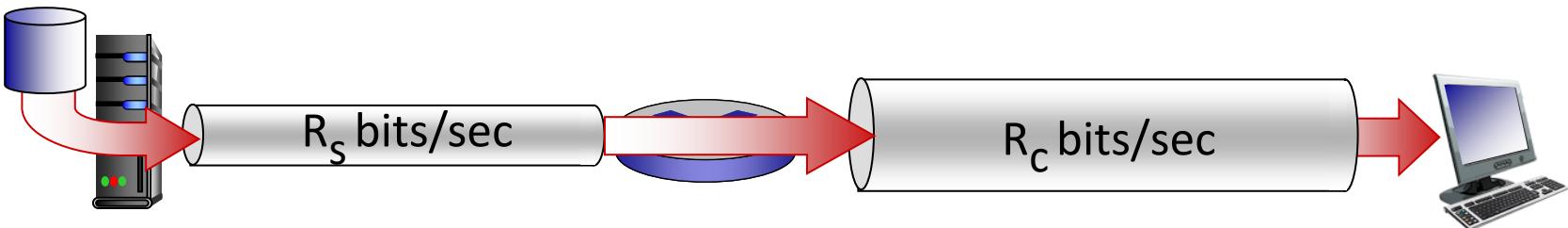
- **Thông lượng:** số bit được truyền từ nguồn đến đích trong một khoảng thời gian
 - **Tức thời:** tốc độ tại một thời điểm nhất định
 - **Trung bình:** tốc độ trong một khoảng thời gian



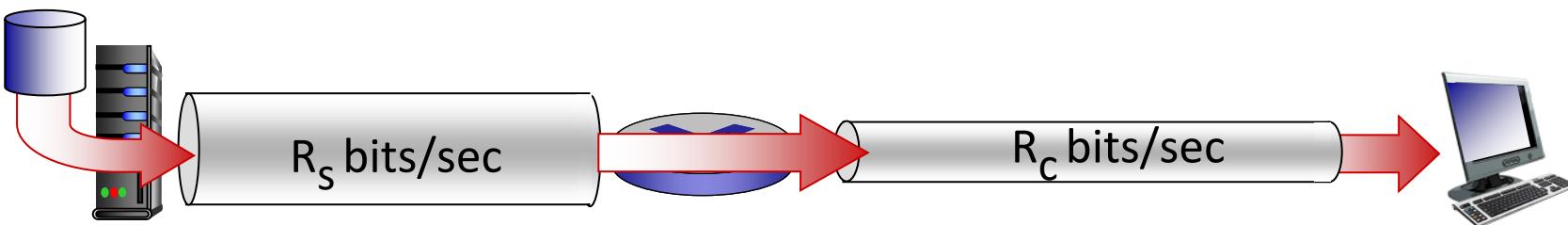


Thông lượng (Throughput)

$R_s < R_c$ Thông lượng trung bình giữa hai đầu cuối là gì?



$R_s > R_c$ Thông lượng trung bình giữa hai đầu cuối là gì?

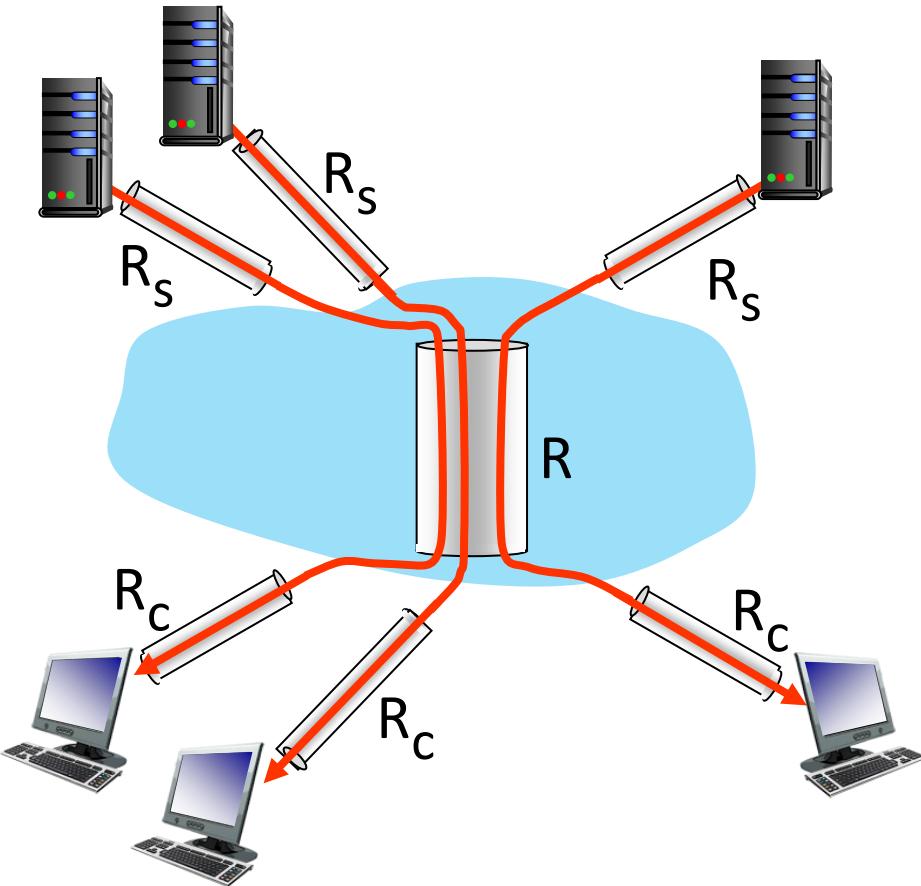


bottleneck link

Thông lượng giữa hai đầu cuối bị giới hạn bởi các kết nối trên lộ trình giữa hai đầu cuối, là tốc độ thấp nhất trong các tốc độ của các kết nối đó



Thông lượng: ngũ cǎnh mạng máy tính



10 kết nối (công bằng) chia sẻ đường trực
thắt cổ chai có tốc độ R bit/giây

- Thông lượng 2 đầu cuối trên từng kết nối: $\min(R_c, R_s, R/10)$
- Trong thực tế: R_c hoặc R_s thường bị nút thắt cổ chai

* Xem các bài tập tương tác (interactive) để biết thêm:
http://gaia.cs.umass.edu/kurose_ross/



Nội dung chương 1

- 1.1 Internet là gì? Giao thức là gì?
- 1.2 Mạng biên: hosts, mạng truy cập, đường truyền vật lý
- 1.3 Mạng lõi: chuyển mạch gói, chuyển mạch kênh, cấu trúc của internet
- 1.4 Hiệu suất: mất mát, chậm trễ, thông lượng
- 1.5 Các lớp giao thức, các mô hình dịch vụ**



Giao thức ở các “Lớp” và mô hình tham chiếu

Mạng phức tạp với nhiều thành phần:

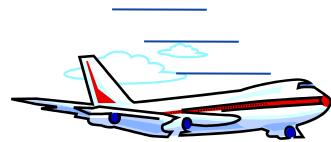
- hosts
- Bộ định tuyến
- Liên kết với nhiều loại đường dẫn khác nhau
- Ứng dụng
- Giao thức
- Phần cứng, phần mềm

Câu hỏi: có giải pháp nào để tổ chức cấu trúc của mạng không?

- Và/hoặc các *thảo luận* của chúng ta về mạng?



Ví dụ: Hoạt động vận tải hàng không



— Vận chuyển hành khách và hàng hóa từ nơi này đến nơi khác

Đặt vé

Khiếu nại với đại lý vé (nếu có)

Kiểm tra và gửi hành lý

Nhận hành lý

Vào cổng an ninh

Ra cổng an ninh

Cất cánh

Hạ cánh

Bay theo lộ trình

Bay theo lộ trình

Lộ trình bay

Hãy xây dựng/thảo luận về hệ thống vận tải hàng không!

- Một chuỗi các bước, liên quan đến nhiều dịch vụ



Ví dụ: Hoạt động vận tải hàng không

Đặt vé	<i>Dịch vụ bán vé</i>	Khiếu nại với đại lý vé (nếu có)
Kiểm tra hành lý	<i>Dịch vụ hành lý</i>	Nhận hành lý
Vào cổng an ninh	<i>Dịch vụ an ninh</i>	Ra cổng an ninh
Cất cánh	<i>Dịch vụ đường băng</i>	Hạ cánh
Bay theo lộ trình	<i>Dịch vụ bay</i>	Bay theo lộ trình

Các tầng: mỗi tầng sẽ triển khai một dịch vụ

- Thông qua các hoạt động bên trong mỗi tầng
- Dựa vào các dịch vụ được cung cấp bởi tầng bên dưới



Tại sao lại phân chia các tầng?

Hướng tiếp cận để thiết kế/bàn luận cho một hệ thống phức tạp:

- Cấu trúc rõ ràng cho phép xác định và liên kết các thành phần trong hệ thống
 - Thảo luận *mô hình tham chiếu* phân tầng
- Mô-đun hóa giúp dễ dàng trong việc vận hành và cập nhật hệ thống
 - Các thay đổi trong *triển khai* các dịch vụ bên trong mỗi tầng: trong suốt với toàn bộ hệ thống
 - Ví dụ: thay đổi trong quy trình tại cổng an ninh không ảnh hưởng đến các thành phần khác trong hệ thống



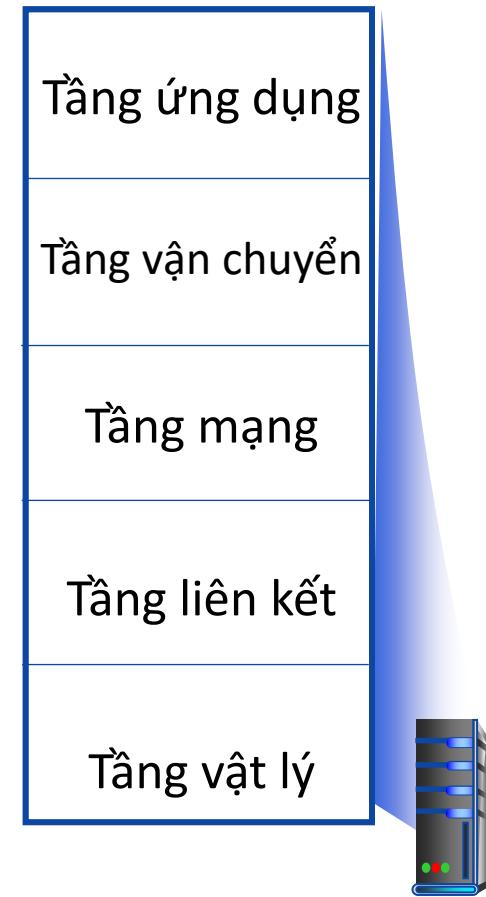
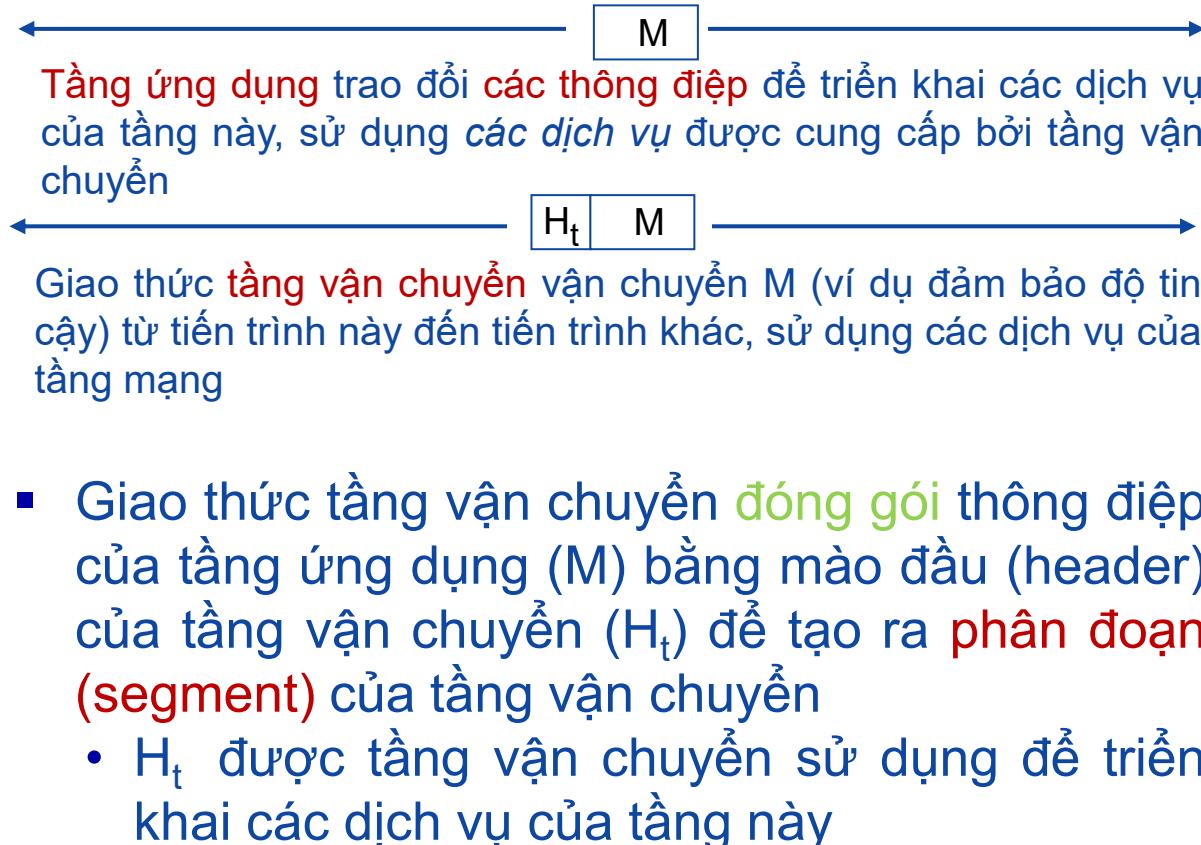
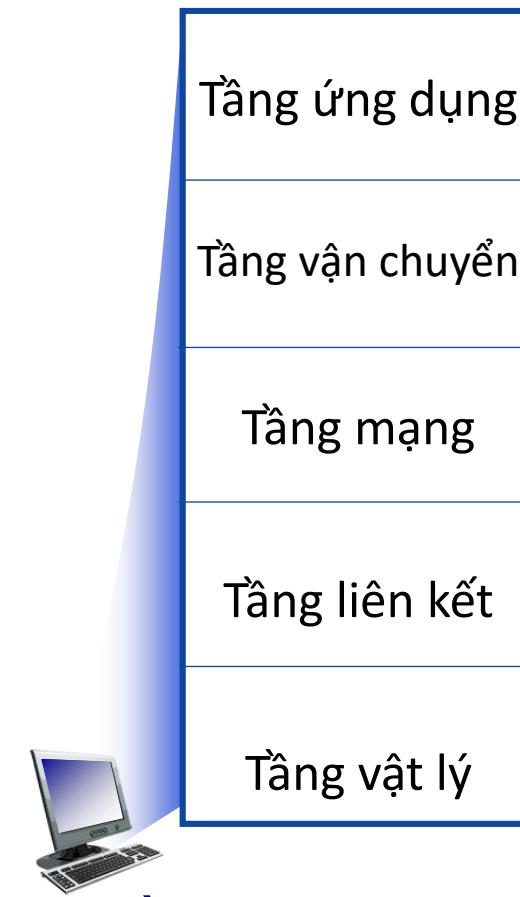
Chồng giao thức Internet phân tầng

- **Tầng ứng dụng:** hỗ trợ các ứng dụng mạng
 - HTTP, IMAP, SMTP, DNS
- **Tầng vận chuyển:** chuyển tiếp dữ liệu giữa các tiến trình
 - TCP, UDP
- **Tầng mạng:** định tuyến các gói dữ liệu (datagrams) từ nguồn đến đích
 - IP, các giao thức định tuyến
- **Tầng liên kết:** chuyển tiếp dữ liệu giữa các phần tử lân cận trong mạng
 - Ethernet, 802.11 (WiFi), PPP
- **Tầng vật lý:** chuyển các bit trên đường truyền



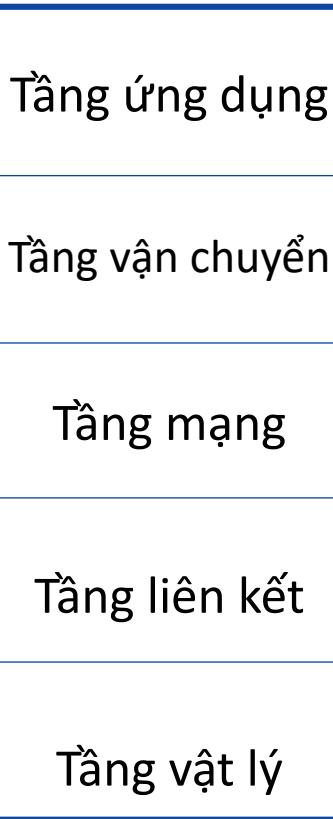


Các dịch vụ, phân tầng, và quá trình đóng gói





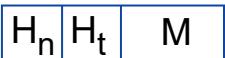
Các dịch vụ, phân tầng, và quá trình đóng gói



Nguồn

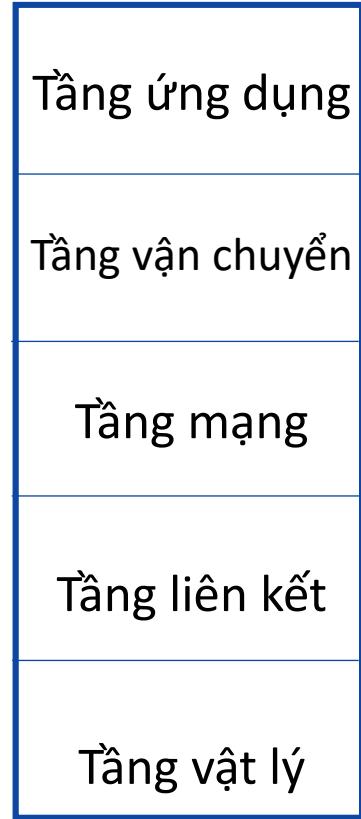


Giao thức **tầng vận chuyển** vận chuyển M (ví dụ đảm bảo độ tin cậy) từ tiền trình này đến tiền trình khác, sử dụng các dịch vụ của tầng mạng



Giao thức **tầng mạng** vận chuyển phân đoạn của tầng vận chuyển [H_t | M] từ host này đến host khác, sử dụng các dịch vụ của tầng liên kết

- Giao thức **tầng mạng đóng gói** phân đoạn của tầng vận chuyển [H_t | M] bằng mào đầu của tầng mạng(H_n) để tạo ra **gói dữ liệu (datagram)** của tầng mạng
 - H_n được tầng mạng sử dụng để triển khai các dịch vụ của tầng này

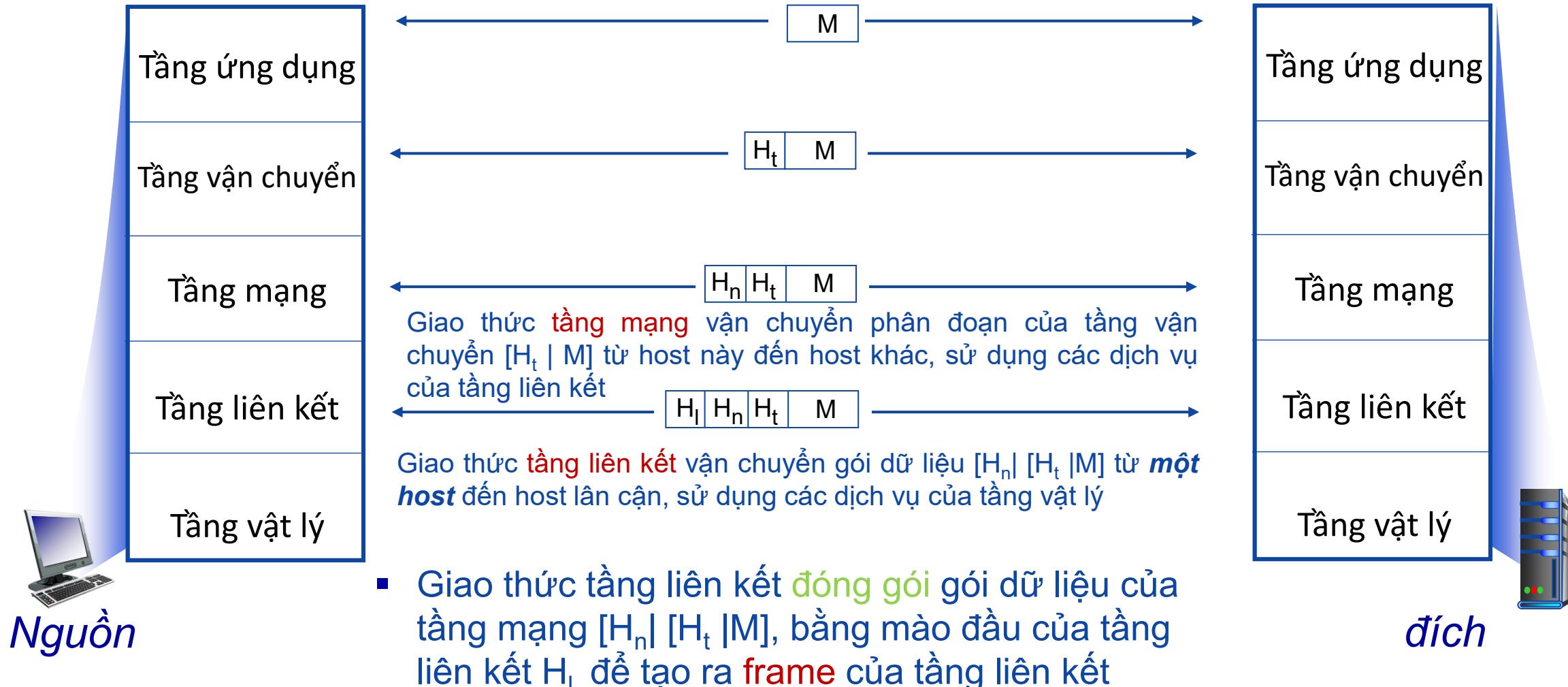


đích



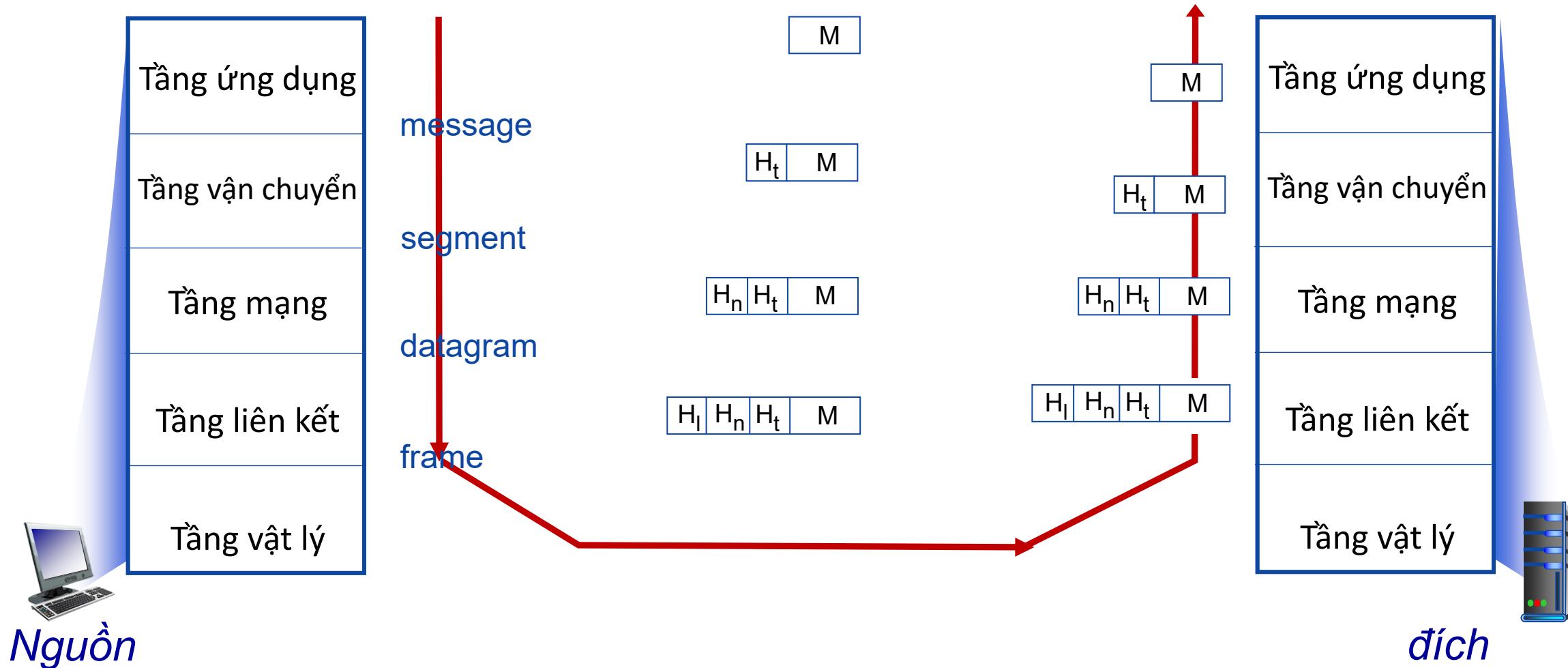


Các dịch vụ, phân tầng, và quá trình đóng gói





Các dịch vụ, phân tầng, và quá trình đóng gói



Nguồn

đích



Quá trình đóng gói: góc nhìn từ đầu đến cuối

Nguồn

Thông điệp (message) M

Phân đoạn (segment) $H_t M$

Gói dữ liệu (datagram) $H_n H_t M$

frame $H_l H_n H_t M$

Tầng ứng dụng

Tầng vận chuyển

Tầng mạng

Tầng liên kết

Tầng vật lý



Tầng liên kết

Tầng vật lý

Bộ chuyển mạch

đích

Tầng ứng dụng

Tầng vận chuyển

Tầng mạng

Tầng liên kết

Tầng vật lý

$H_n H_t M$

$H_l H_n H_t M$

Tầng mạng

Tầng liên kết

Tầng vật lý

$H_n H_t M$

Bộ định tuyến



Chương 1: Tổng kết

Các nội dung đã được đề cập:

- Tổng quan về Internet
- Giao thức là gì?
- Mạng biên, mạng truy cập, mạng lõi
 - Chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói
 - Cấu trúc của Internet
- Hiệu suất: mất mát, trễ, thông lượng
- Phân tầng, các mô hình dịch vụ