

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI  
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



# MẠNG MÁY TÍNH

---

ThS. Đoàn Thị Quế  
Email: [dtque@tlu.edu.vn](mailto:dtque@tlu.edu.vn)



# Giới thiệu môn học

---

- **Số tín chỉ: 3 (LT: 2, BT: 1)**
- **Đánh giá:**
  - *Điểm quá trình: 40% (Chuyên cần 10%, kiểm tra thường xuyên (hoặc bài tập về nhà) 20%, kiểm tra giữa kỳ 10%)*
  - *Điểm thi kết thúc: 60%*
- **Hình thức thi: Thi viết, thời gian 60-90 phút**



# Giới thiệu môn học

---

## ■ Giáo trình:

- Bộ môn Kỹ thuật máy tính và Mạng, Đại học Thủy lợi, "*Truyền Dữ liệu và Mạng Máy tính*", 2012 (Tài liệu dịch)
- Hồ Đắc Phương, "*Nhập môn Mạng máy tính*", Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 2006.

## ■ Tài liệu tham khảo:

- Kurose, James F., and Keith W. Ross, "*Computer networking: A top-down approach*", Addison Wesley, 2017.



# Yêu cầu

---

- Đọc tài liệu trước khi lên lớp
- Tham gia đầy đủ các buổi học
- Làm bài tập về nhà theo quy định
- Chuẩn bị máy tính cài đặt một số phần mềm
- Không được sử dụng điện thoại khi không được phép.



# Nội dung

---

- Chương 1: Tổng quan về mạng máy tính
- Chương 2: Tầng ứng dụng
- Chương 3: Tầng giao vận
- Chương 4: Tầng mạng
- Chương 5: Tầng liên kết



# Chương 1: Tổng quan về mạng máy tính

---

- Giới thiệu mạng máy tính
- Internet là gì?
- Biên mạng (Network Edge)
- Lõi mạng (Network Core)
- Độ trễ, độ mất gói, thông lượng trong mạng chuyển mạch gói
- Kiến trúc phân tầng
- Mô hình OSI
- Mô hình TCP/IP
- Lịch sử Internet



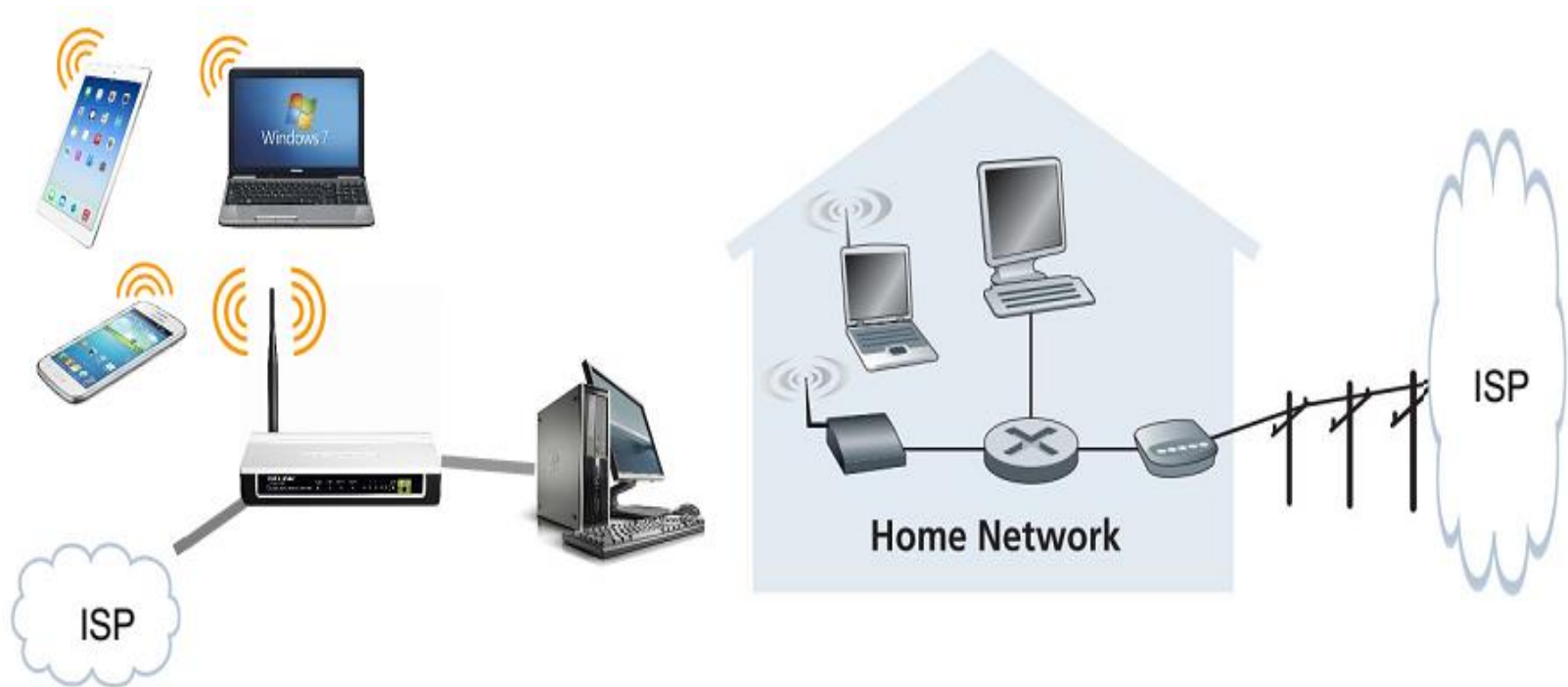
# Giới thiệu mạng máy tính

---

- Khái niệm mạng máy tính
- Các thành phần của mạng máy tính
- Kiến trúc mạng
- Giao thức mạng
- Phân loại mạng
- Các dịch vụ mạng máy tính

# Ví dụ mạng máy tính

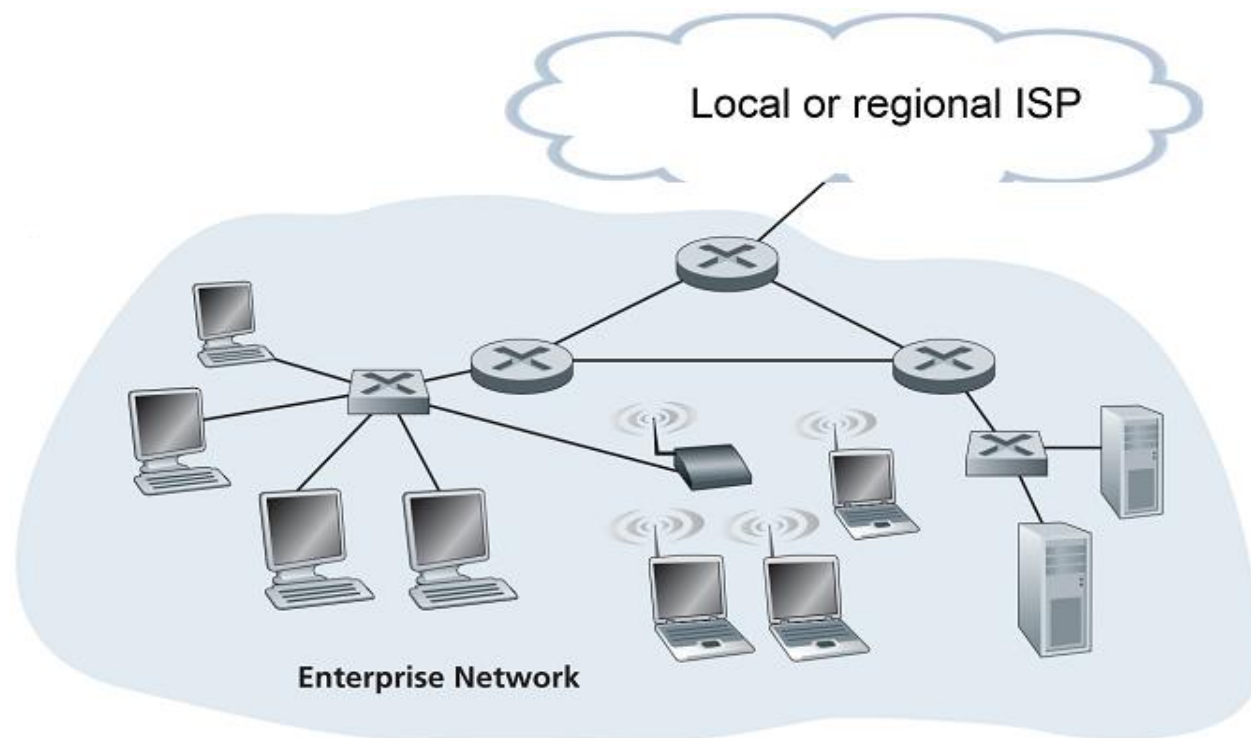
## ■ Mạng gia đình





# Ví dụ mạng máy tính

- Mạng của tổ chức doanh nghiệp



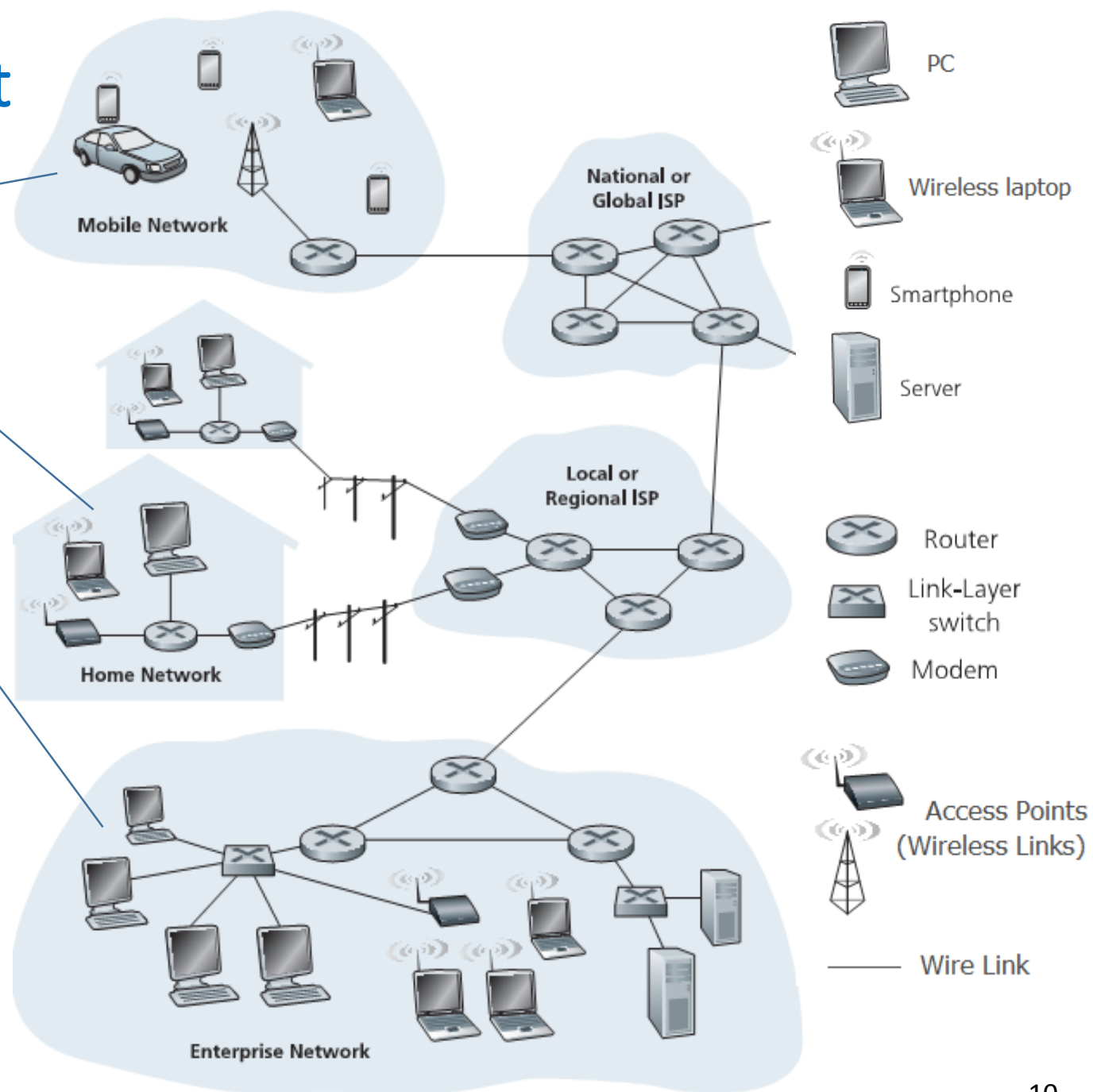
# Mạng Internet

Mạng di động

Mạng gia đình

Mạng tổ chức

ISP-Internet  
Service Provider:  
Nhà cung cấp  
dịch vụ Internet





# Khái niệm mạng máy tính

---

- Mạng máy tính là tập hợp các *máy tính* và *các thiết bị phụ trợ* được kết nối với nhau bởi các *đường truyền vật lý* theo một *kiến trúc* nào đó để có thể trao đổi dữ liệu.



# Các thành phần của mạng máy tính

---

- Máy tính và các thiết bị mạng
- Đường truyền vật lý
- Kiến trúc mạng



# Máy tính và các thiết bị mạng

---

- Hệ thống cuối (End System):
  - Nơi chạy các ứng dụng mạng
  - Ví dụ: máy khách (client), máy chủ (server)
- Thiết bị mạng (Network Devices)
  - Chuyển tiếp các gói dữ liệu
  - Ví dụ: Bộ chuyển mạch (Switch), Bộ định tuyến (Router)



# Đường truyền vật lý

---

- Liên kết có dây (Wire communication Links):
  - Cáp xoắn đôi (twisted pair cable), cáp đồng trục (coaxial cable), cáp quang (fiber cable)
- Liên kết không dây (Wireless communication Links):
  - Sóng vô tuyến (radio), sóng cực ngắn (microwave), tia hồng ngoại (infrared)

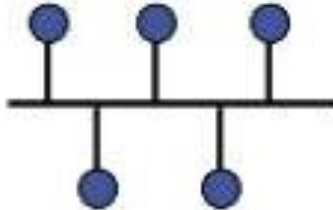


# Kiến trúc mạng (network architecture)

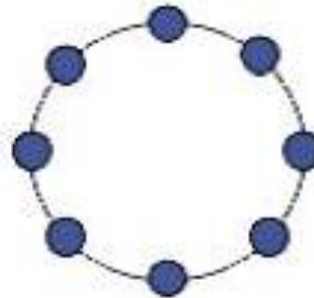
---

- Kiến trúc thể hiện cách kết nối các máy tính với nhau ra sao và tập hợp các qui tắc, qui ước mà tất cả các thực thể tham gia truyền thông trên mạng phải tuân theo.
  - Cách kết nối hình học của các thực thể mạng: hình trạng hay **Topology/Topo**
    - Trục (Bus), Vòng (Ring), Sao (Star), Sao mở rộng (Extended Star), Phân cấp (Hierarchy), Lưới (Mesh).
  - Các qui tắc, qui ước để thực hiện điều khiển việc truyền nhận các bản tin: Giao thức hay **Protocol**)<sup>15</sup>

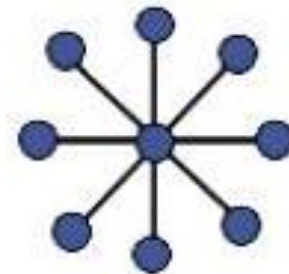
# Ví dụ một số Topo mạng



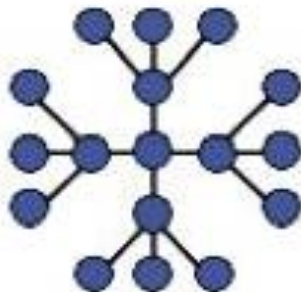
**Bus**



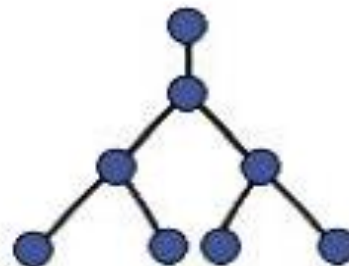
**Ring**



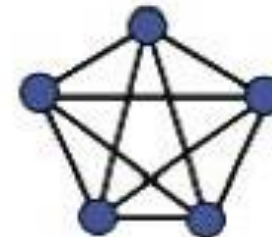
**Star**



**Extended Star**



**Hierarchical**



**Mesh**





# Giao thức mạng

---

- Giao thức (Protocol): Qui tắc để truyền thông
  - Khuôn dạng thông điệp
  - Thứ tự truyền/nhận các thông điệp giữa các thực thể
  - Các hành động được thực hiện đối với việc truyền/nhận thông điệp
- Ví dụ giao thức mạng: HTTP, TCP, UDP, IP, ...



# Phân loại mạng

---

- Theo vùng phạm vi địa lý:
  - Mạng cục bộ (LAN), mạng đô thị (MAN), mạng diện rộng (WAN), mạng toàn cầu (GAN), ...
- Theo kỹ thuật chuyển mạch:
  - Mạng chuyển mạch kênh (circuit-switched network)
  - Mạng chuyển mạch gói (packet-switched network)
- Theo Topo mạng
  - Mạng bus, mạng Star, mạng Ring, ...
- Theo kiến trúc ứng dụng
  - Mạng ngang hàng, mạng khách chủ



# Các dịch vụ mạng

---

Mục tiêu của mạng máy tính:

- Dùng chung tài nguyên (máy in, máy fax, chương trình, ...)
- Chia sẻ dữ liệu
- Tăng độ tin cậy của hệ thống
- Tạo môi trường giao tiếp giữa người với người với khoảng cách hàng nghìn km



# Các dịch vụ mạng

---

## **DỊCH VỤ CHIA SẺ TÀI NGUYÊN (FILE, PRINT...)**

- *Print Services* một máy phục vụ in ấn cho phép nhiều người sử dụng mạng chia sẻ dùng chung các máy in và máy vẽ mà không cần kết nối trực tiếp.
- *File services* Dịch vụ tập tin. Nó cung cấp khả năng truy nhập đến các tài nguyên mạng nhưng đảm bảo chỉ những người sử dụng đã được kiểm soát mới được truy cập vào những tài nguyên này.
- ...



# Các dịch vụ mạng

---

## CÁC DỊCH VỤ INTERNET

### ❖ **WWW (World Wide Web)**

- Đây là trang thông tin toàn cầu, sử dụng đơn giản và hiệu quả nhất trên Internet.
- Để sử dụng dịch vụ này cần có một chương trình hỗ trợ gọi là WEB Browser.

### ❖ **FTP:** Đây là dịch vụ truyền nhận tập tin trên Internet, thông qua dịch vụ này Client có thể download các tập tin từ Server về máy cục bộ hay upload các tập tin vào Server.



# Các dịch vụ mạng

---

## CÁC DỊCH VỤ INTERNET

- ❖ **Email:** Đây là dịch vụ được sử dụng nhiều nhất trên Internet

Chương trình quản lý hộp thư trên máy Server là Mail Server. Máy Client cần có một chương trình Mail Client thích hợp để truyền nhận thư của mình từ hộp thư trên máy Server.

- ❖ Dịch vụ Internet Relay Chat (IRC - Nói chuyện qua Internet)

IRC là hình thức hội thoại trực tiếp trên Internet. Người sử dụng có thể chat bằng chữ (text), chat bằng âm thanh (voice) hoặc bằng hình ảnh (web-cam)

...



# Các dịch vụ mạng

---

## CÁC DỊCH VỤ QUẢN LÝ

- ❖ Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)
  - Trong một mạng máy tính, việc cấp các địa chỉ IP tĩnh cố định cho các host sẽ dẫn đến tình trạng lãng phí địa chỉ IP
  - Để khắc phục tình trạng đó, dịch vụ DHCP đưa ra để cấp phát các địa chỉ IP động trong mạng.
  - *Khi một máy phát ra yêu cầu về các thông tin của TCP/IP thì gọi là DHCP client, còn các máy cung cấp thông tin của TCP/IP gọi là DHCP server*



# Các dịch vụ mạng

---

## ❖ **Dịch vụ Domain Name Service (DNS)**

- Có quá nhiều địa chỉ IP và khó nhớ.
- Mỗi host ngoài địa chỉ IP còn có một cái tên phân biệt, DNS là 1 cơ sở dữ liệu phân tán cung cấp ánh xạ từ tên host đến địa chỉ IP.
- Khi đưa ra 1 tên host, DNS server sẽ trả về địa chỉ IP hay 1 số thông tin của host đó. Điều này cho phép người quản lý mạng dễ dàng trong việc chọn tên cho host của mình.

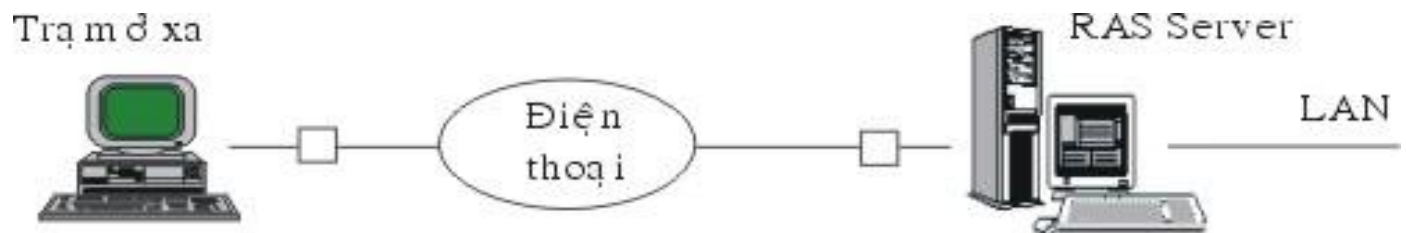


# Các dịch vụ mạng

## ❖ Remote Access Service (RAS)

### Ví dụ dịch vụ Telnet

- Telnet cho phép người sử dụng đăng nhập từ xa vào hệ thống từ một thiết bị đầu cuối nào đó trên mạng.
- Với Telnet người sử dụng hoàn toàn có thể làm việc với hệ thống từ xa như thể họ đang ngồi làm việc ngay trước màn hình của hệ thống.





# Chương 1: Tổng quan về mạng máy tính

---

- Giới thiệu mạng máy tính
- **Internet là gì?**
- Biên mạng (Network Edge)
- Lõi mạng (Network Core)
- Độ trễ, độ mất gói, thông lượng trong mạng chuyển mạch gói
- Kiến trúc phân tầng
- Mô hình OSI
- Mô hình TCP/IP
- Lịch sử Internet



# Internet là gì?

---

- Nhìn từ khía cạnh “Nuts and Bolts”
  - Internet được cấu thành từ các thành phần phần cứng và phần mềm
- Nhìn từ khía cạnh “Services”
  - Cơ sở hạ tầng cung cấp các dịch vụ cho các ứng dụng

# Internet là gì?

## “Nuts and Bolts” View



PC



Wireless laptop



Smartphone



Server



Access Points  
(Wireless Links)

— Wire Link



Router



Link-Layer  
switch

- Hệ thống đầu cuối (Hosts = End Systems)
  - Chạy các ứng dụng mạng
  - Ví dụ: desktop PC, Linux workstations – server, laptops, smartphones, tablets, TVs, environmental sensing devices, ...
- Kết nối hệ thống cuối?
  - Liên kết truyền thông (Communication Links): Coaxial cable, copper wire, optical fiber, and radio spectrum
  - Các chuyển mạch: Routers và Switches

# Internet là gì?

## “Nuts and Bolts” View

---

- Internet: Mạng của các mạng
  - Các nhà cung cấp dịch vụ mạng (ISPs) được kết nối với nhau
- Các giao thức điều khiển gửi và nhận thông tin
  - Ví dụ: TCP, IP, HTTP (cho Web) và SMTP (cho e-mail), ...., gọi chung là họ giao thức TCP/IP
- Các chuẩn Internet
  - Internet Engineering Task Force (IETF)
  - Request for Comment (RFC)

# Internet là gì?

## “Services” View

- Internet là cơ sở hạ tầng cung cấp các dịch vụ cho ứng dụng
- Các ứng dụng Internet chạy ở đâu? End Systems hay Packet Switches





# Chương 1: Khái quát về mạng máy tính

---

- Giới thiệu mạng máy tính
- Internet là gì?
- **Biên mạng (Network Edge)**
- Lõi mạng (Network Core)
- Độ trễ, độ mất gói, thông lượng trong mạng chuyển mạch gói
- Kiến trúc phân tầng
- Lịch sử Internet



# Cấu trúc mạng

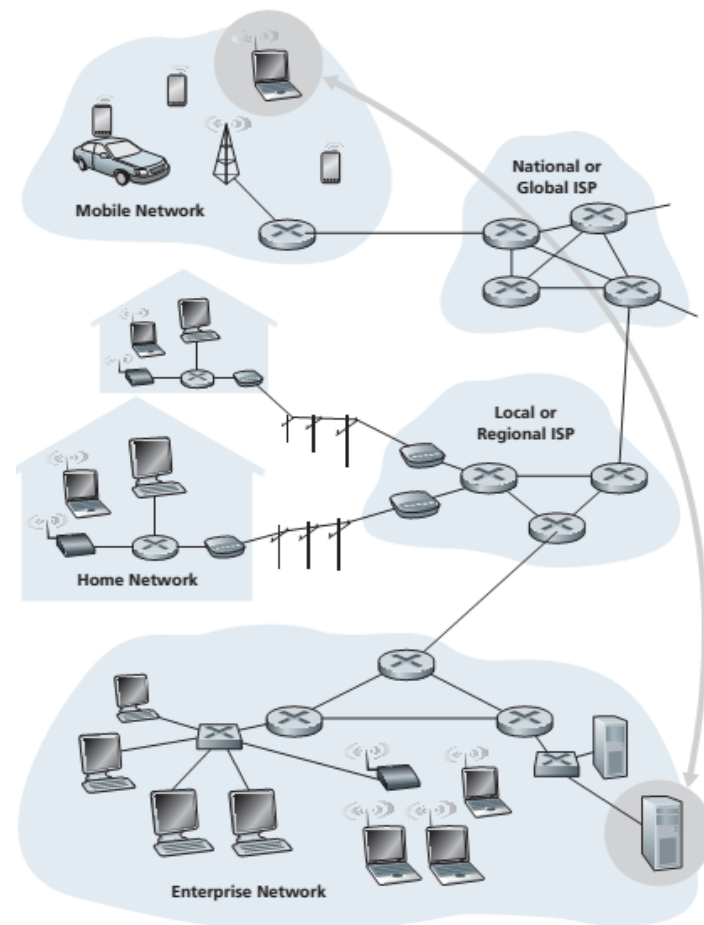
---

- Biên mạng (Network edge)
  - Hosts: Clients và Servers
- Mạng truy cập (Access Networks), phương tiện vật lý (Physical Media)
  - Home Access, Access in the Enterprise, Wide-Area Wireless Access
  - Guided media, unguided media
- Lõi mạng (Network Core)
  - Packet Switches và Links, kết nối End Systems với nhau



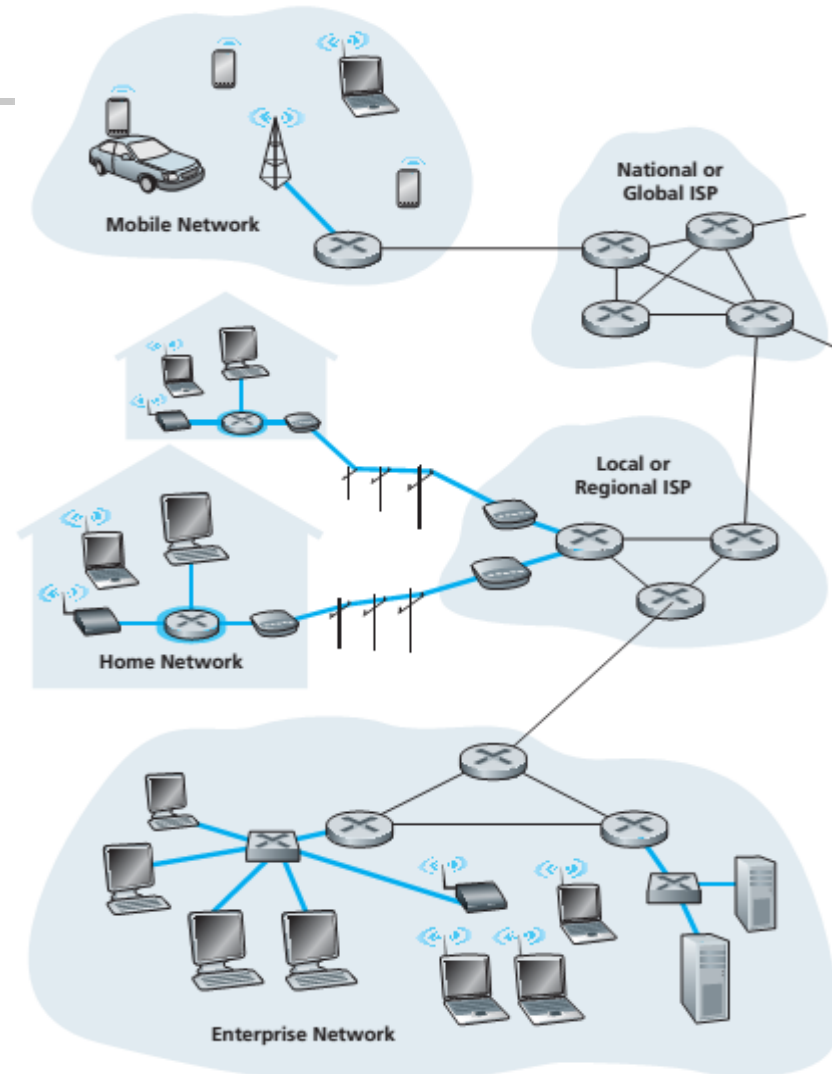
# Biên mạng (Network Edge)

- Biên mạng:
    - Hosts = End Systems
    - Host bao gồm:
      - Client
      - Server
- (Server thường đặt ở các trung tâm dữ liệu (Data Center))



# Mạng truy cập (Access Networks)

- Mạng truy cập:
  - Mạng kết nối End Systems với bộ định tuyến đầu tiên (bộ định tuyến biên)
  - Bộ định tuyến biên (Edge Router)



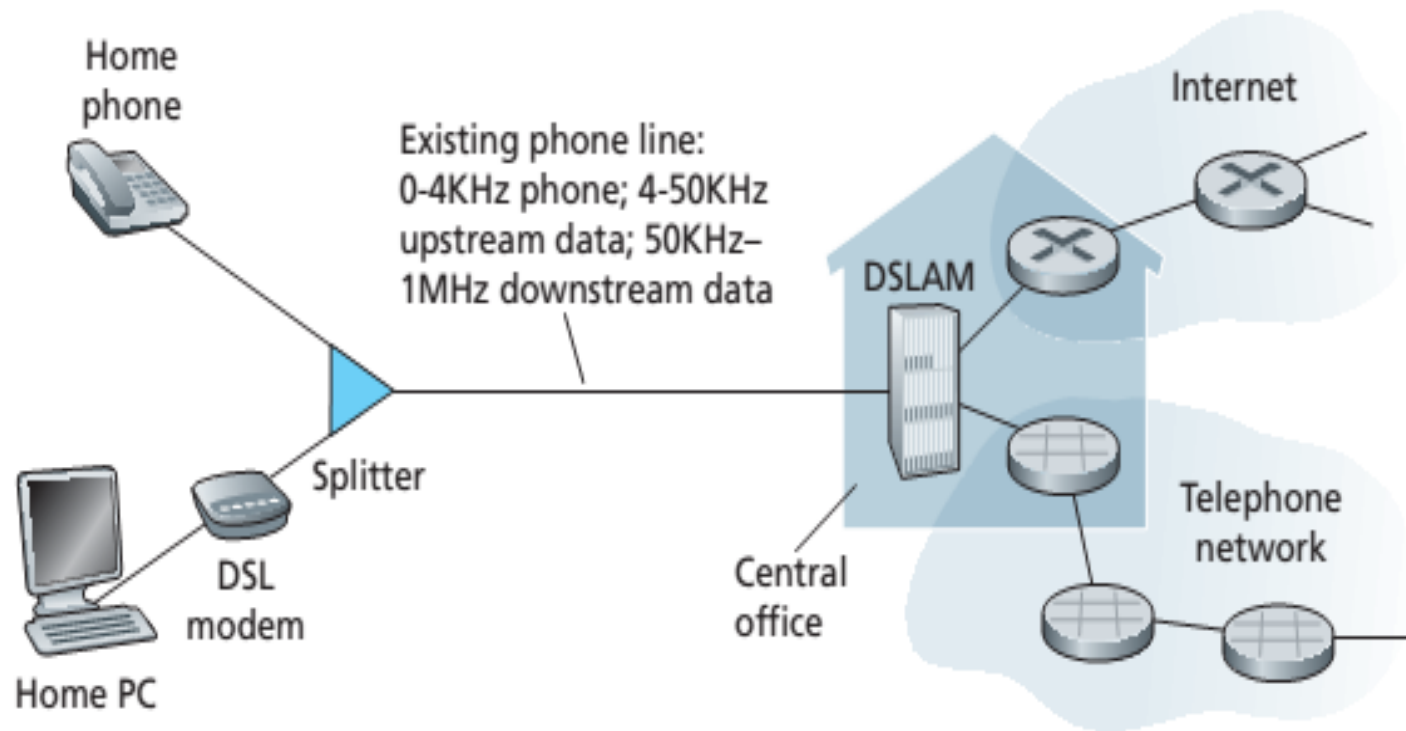


# Mạng truy cập (Access Networks)

---

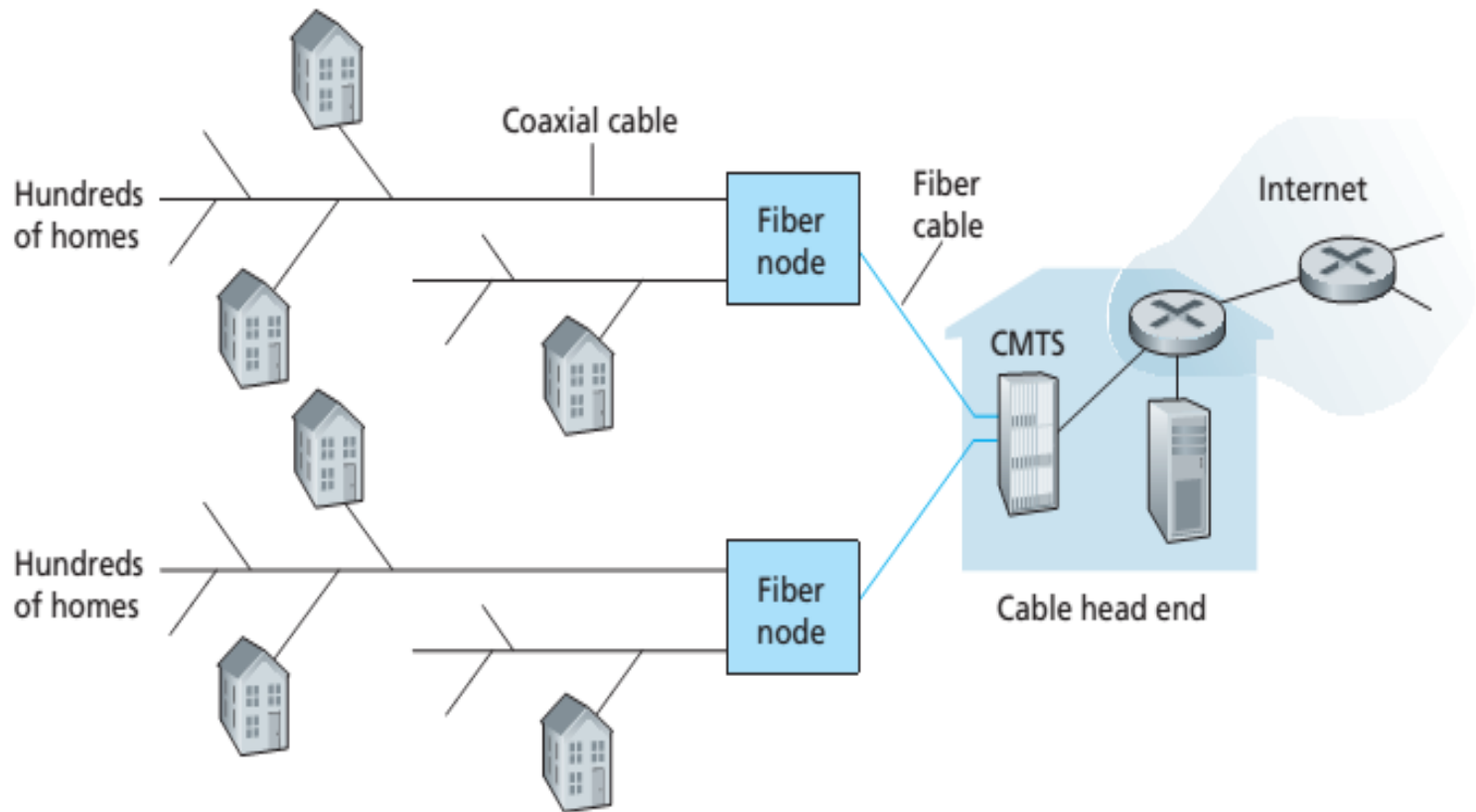
- Truy cập gia đình (Home Access)
  - DSL, Cable, FTTH, Dial-Up và Satellite
- Mạng truy cập trong các tổ chức (Enterprise Access) và gia đình
  - Ethernet và WiFi
- Truy cập không dây diện rộng (Wide-Area Wireless Access)
  - 3G và LTE

# Home Access: Truy cập Internet dùng DSL



- Dùng đường dây điện thoại
- Tốc độ truyền đường lên < 2.5 Mbps
- Tốc độ truyền đường xuống < 24 Mbps

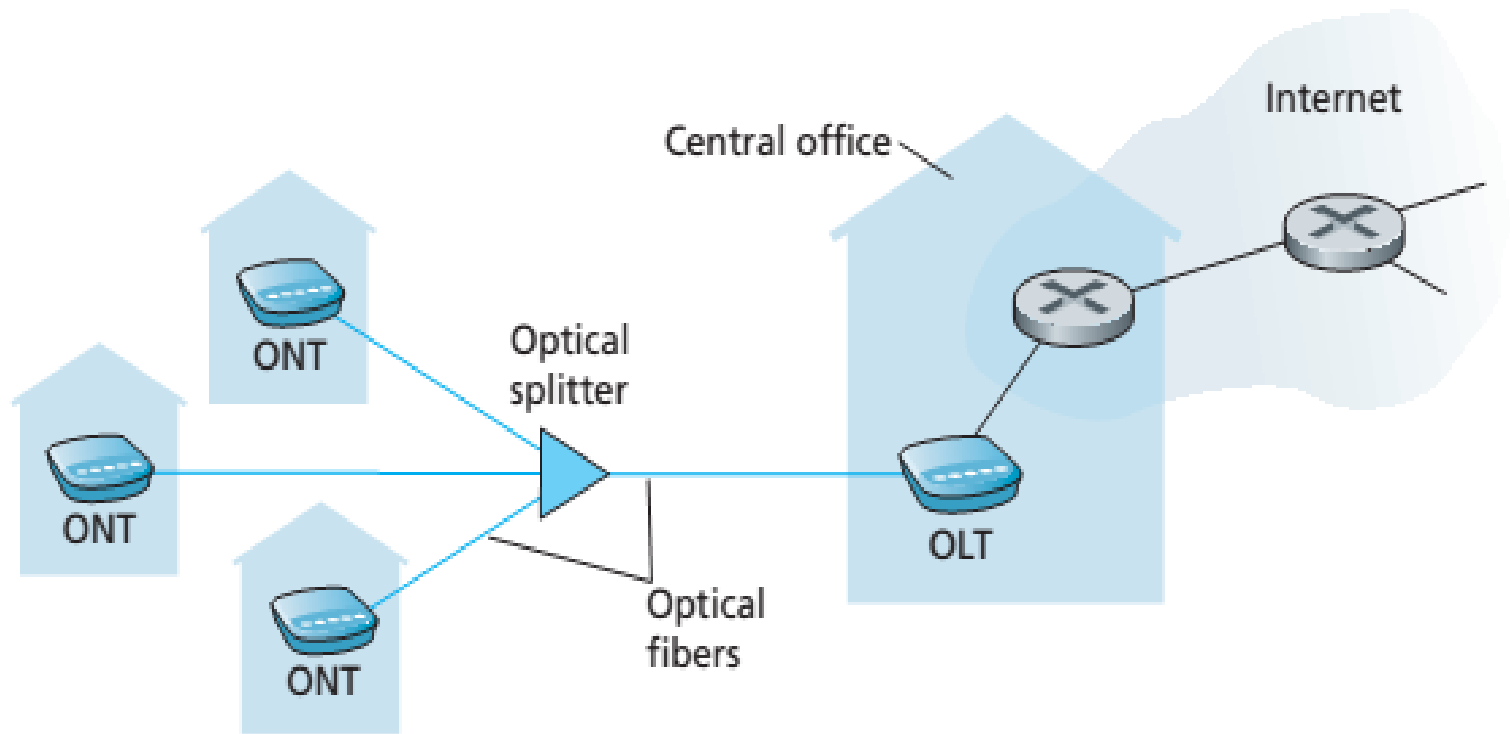
# Home Access: Truy cập Internet dùng Cable



- HFC-hybrid fiber coaxial

# Home Access: Truy cập Internet dùng FTTH

- FTTH (fiber to the home)



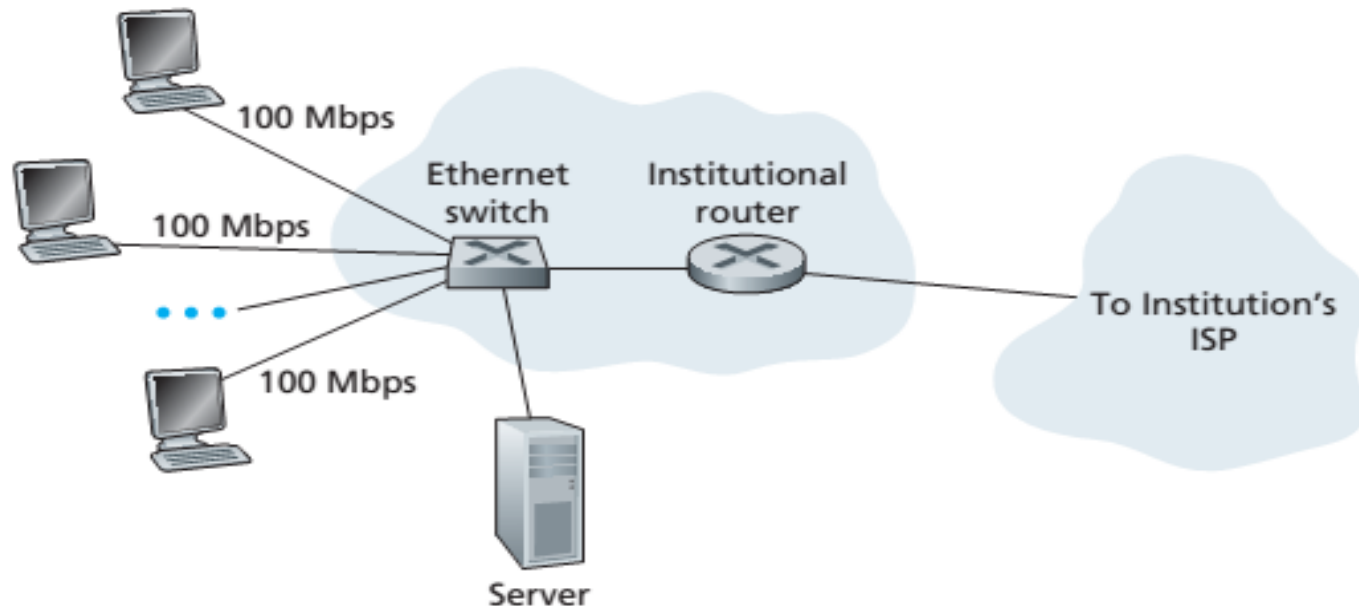


# Home Access

---

- Dial-Up
- Satellite

# Truy cập Internet dùng Ethernet

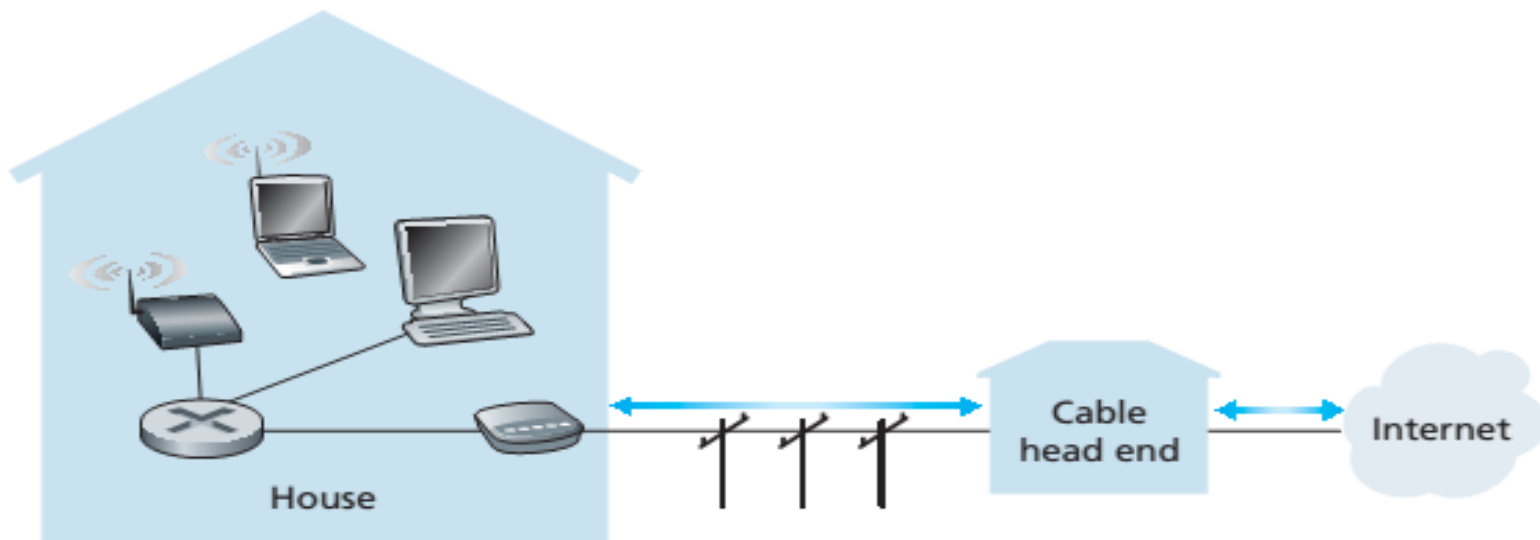


- Công nghệ LAN: phổ biến nhất là Ethernet
- Ethernet thường được dùng trong công ty, trường đại học, gia đình
- Tốc độ truy cập với người dùng lên tới 100 Mbps
- Tốc độ truy cập với Server lên tới 1 Gbps, thậm chí 10 Gbps



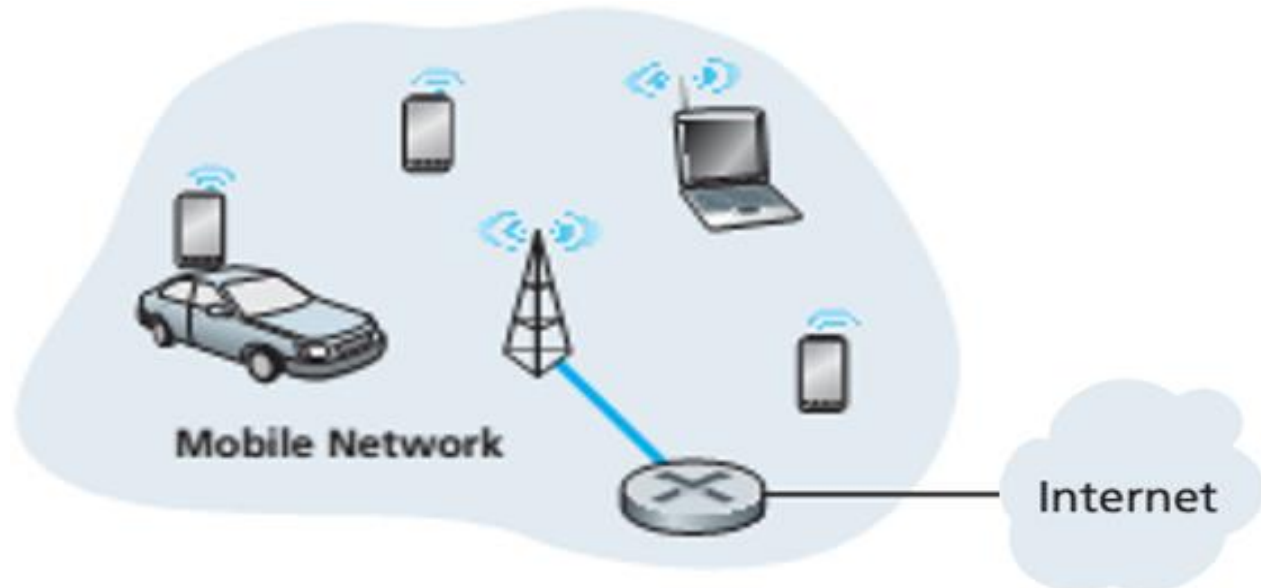
# Truy cập Internet dùng Wifi

- Wireless LAN: công nghệ 802.11, còn gọi là Wifi
- Kết nối các hệ thống cuối không dây với Router thông qua Base Station (còn được gọi là Access Point)
- Phạm vi: vài chục mét
- Tốc độ truy cập lên đến 54 Mbps
- Ví dụ mạng trong hộ gia đình



# Truy cập không dây diện rộng: 3G và LTE

- Sử dụng hạ tầng không dây của mạng điện thoại tế bào, gửi và nhận dữ liệu thông qua Base Station
- Phạm vi: vài chục km
- 3G: tốc độ trên 1 Mbps
- LTE: tốc độ trên 10 Mbps





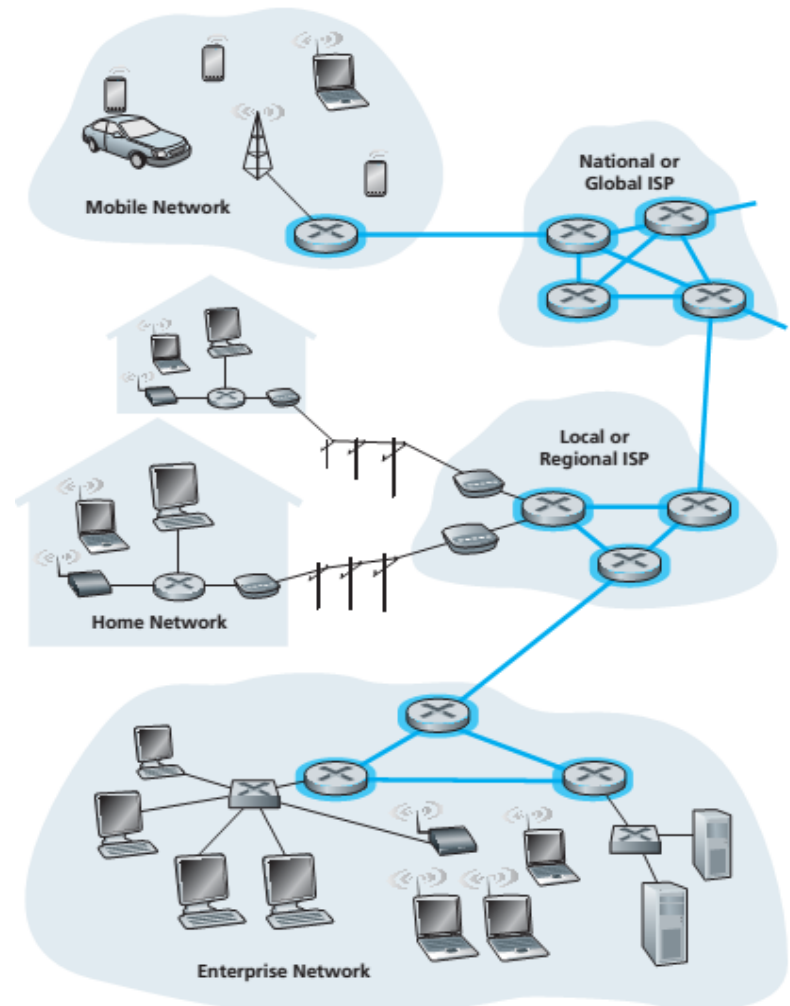
# Chương 1: Tổng quan về mạng máy tính

---

- Giới thiệu mạng máy tính
- Internet là gì?
- Biên mạng (Network Edge)
- **Lõi mạng (Network Core)**
- Độ trễ, độ mất gói, thông lượng trong mạng chuyển mạch gói
- Kiến trúc phân tầng
- Mô hình OSI
- Mô hình TCP/IP
- Lịch sử Internet

# Lõi mạng (Network Core)

- Network Core:
  - Thành phần: packet switches và links
  - Chức năng: chuyển tiếp các gói tin (packets) từ bộ chuyển mạch này đến bộ chuyển mạch khác theo các link trên đường dẫn (path, route)





# Lõi mạng (Network Core)

---

- Các khái niệm:
  - Message, packet
  - Liên kết (Communication link/link)
  - Đường đi (Path, Route)



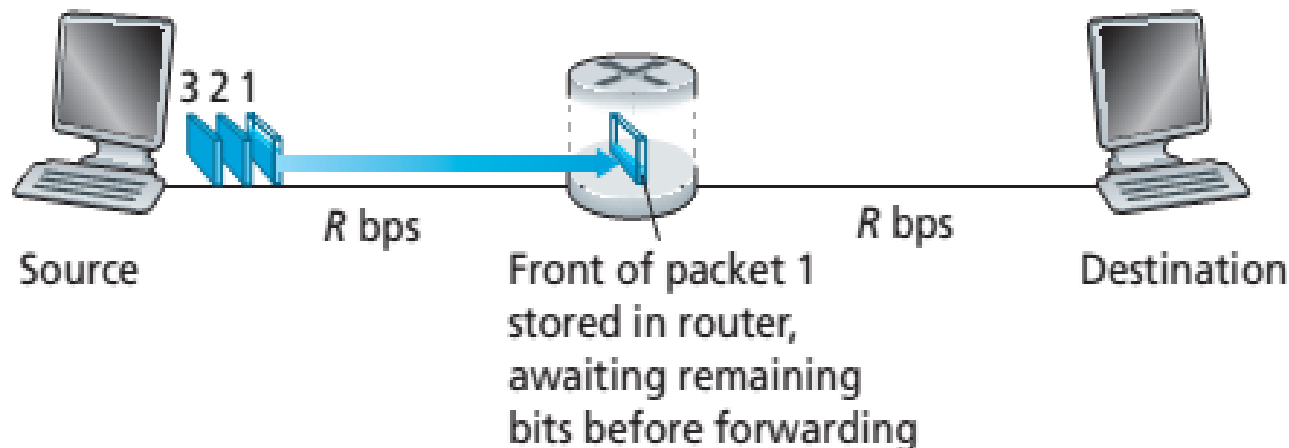
# Chuyển mạch gói

---

- Chuyển mạch gói (Packet Switching)
  - Host chia nhỏ Messages ở tầng ứng dụng thành Packets
  - Mỗi Packet được truyền với tốc độ bằng tốc độ lớn nhất của Link
  - Bộ chuyển mạch gói chuyển tiếp Packets tới bộ chuyển mạch gói tiếp theo trên tuyến đường từ nguồn tới đích

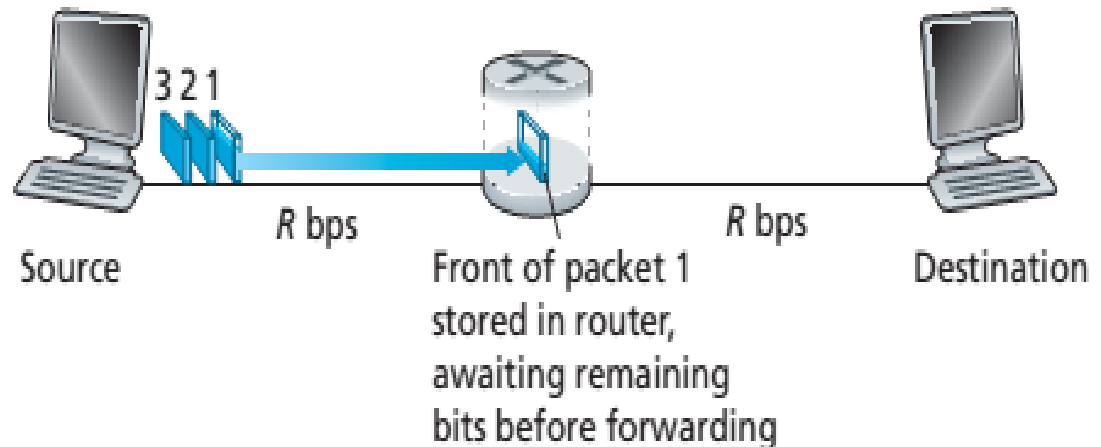
# Chuyển mạch gói

- Store-and-Forward Transmission
  - Chuyển mạch phải nhận toàn bộ gói trước khi nó có thể bắt đầu truyền bit đầu tiên của gói đó vào liên kết ra
- Ví dụ: Tính thời gian để nút nguồn gửi gói đầu tiên tới khi nút đích nhận được 3 gói tin? (Bỏ qua trễ lan truyền (Propagation delay))



# Chuyển mạch gói

- Ví dụ (tiếp):

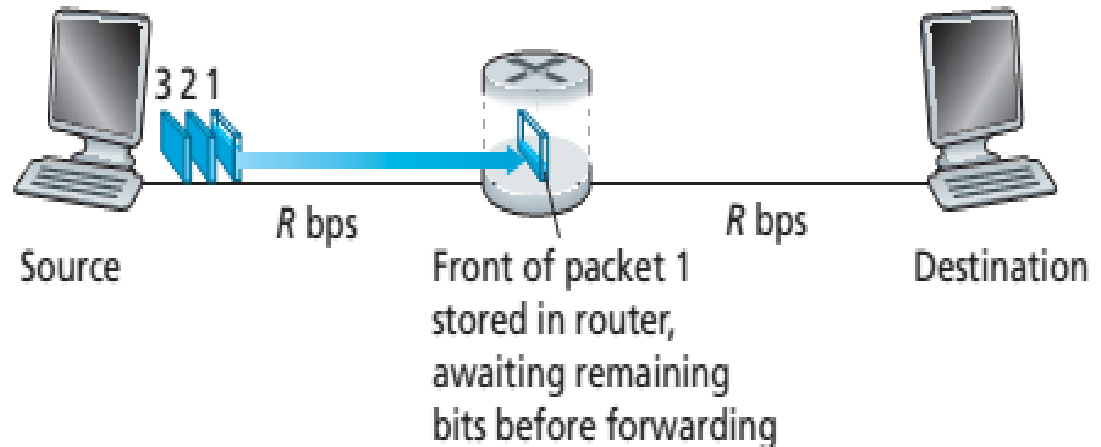


- Kích thước 1 gói:  $L$  bits
- Tốc độ truyền của 1 Link:  $R$  bps
- Bỏ qua trễ lan truyền (Propagation delay)
- Thời gian để truyền 1 gói qua 1 Link:  $L/R$  (s)



# Chuyển mạch gói

- Ví dụ (tiếp):



- Tại thời điểm  $L/R$ : Bộ định tuyến nhận toàn bộ gói tin 1 và bắt đầu truyền vào liên kết
- Tại thời điểm  $2L/R$ : Bộ định tuyến nhận toàn bộ gói tin 2, Đích nhận toàn bộ gói tin 1
- Tại thời điểm  $3L/R$ : Bộ định tuyến nhận toàn bộ gói tin 3, Đích nhận toàn bộ gói tin 2
- Tại thời điểm  $4L/R$ : Đích nhận toàn bộ gói tin 3



# Chuyển mạch gói

---

## ■ Store-and-Forward Transmission

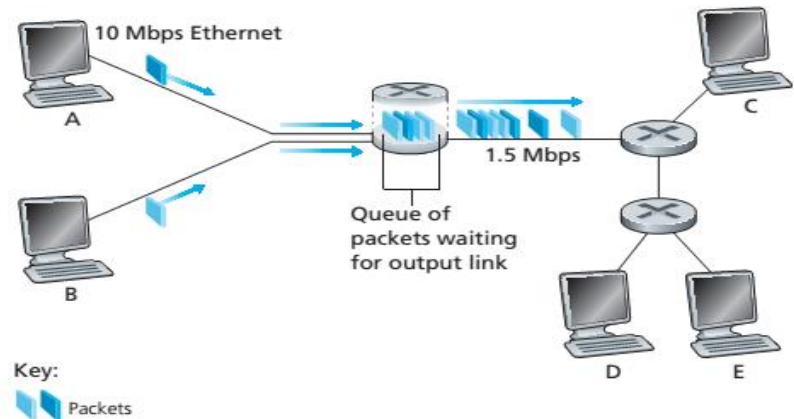
### ■ Tổng quát:

- Path: có  $N$  Links
- Link:  $R$  bps
- Bỏ qua trễ lan truyền (Propagation delay), thời gian để 1 gói tin đi từ nút nguồn tới nút đích qua đường đi có  $N$  liên kết là:

$$d_{end-to-end} = N \frac{L}{R} \quad (\text{s})$$

# Chuyển mạch gói

- Trễ hàng đợi (Queuing Delay) và độ mất gói (Packet Loss)



- Xếp hàng và sự mất mát:
  - Nếu tốc độ đến của gói tin vượt quá tốc độ truyền của link:
    - Gói tin phải xếp hàng trong hàng đợi (Queue) nếu hàng đợi chưa đầy  
⇒ Trễ hàng đợi
    - Nếu hàng đợi bị đầy thì gói tin có thể bị bỏ



# Chuyển mạch gói

---

- Bảng chuyển tiếp (Forwarding Table) và giao thức định tuyến (Routing Protocol)
  - Bảng chuyển tiếp (Forwarding Table): ánh xạ địa chỉ đích (hoặc các phần của địa chỉ đích) tới các liên kết đi của bộ định tuyến
  - Bộ định tuyến căn cứ vào thông tin trong bảng chuyển tiếp để xác định liên kết đi thích hợp



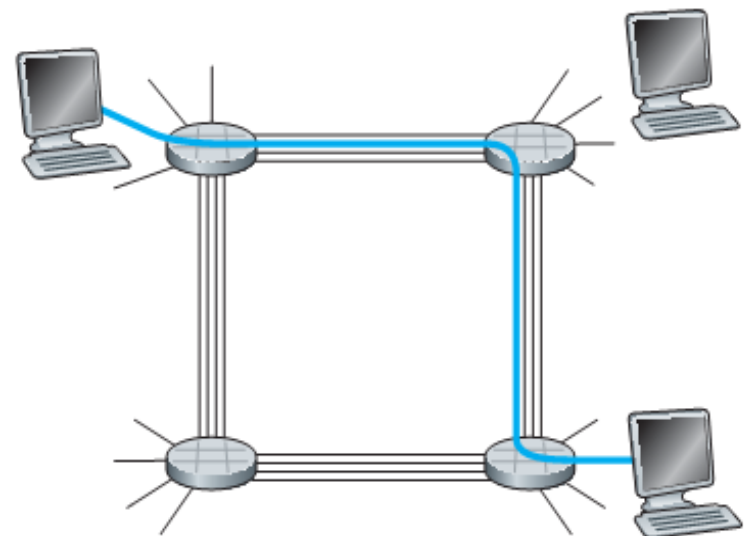
# Chuyển mạch gói

---

- Bảng chuyển tiếp (Forwarding Table) và giao thức định tuyến (Routing Protocol)
  - Cách xây dựng Forwarding Table? Cấu hình thủ công cho từng Router hay có một cách thực hiện tự động ?
  - **Routing protocol:** được sử dụng để thiết lập tự động các bảng chuyển tiếp

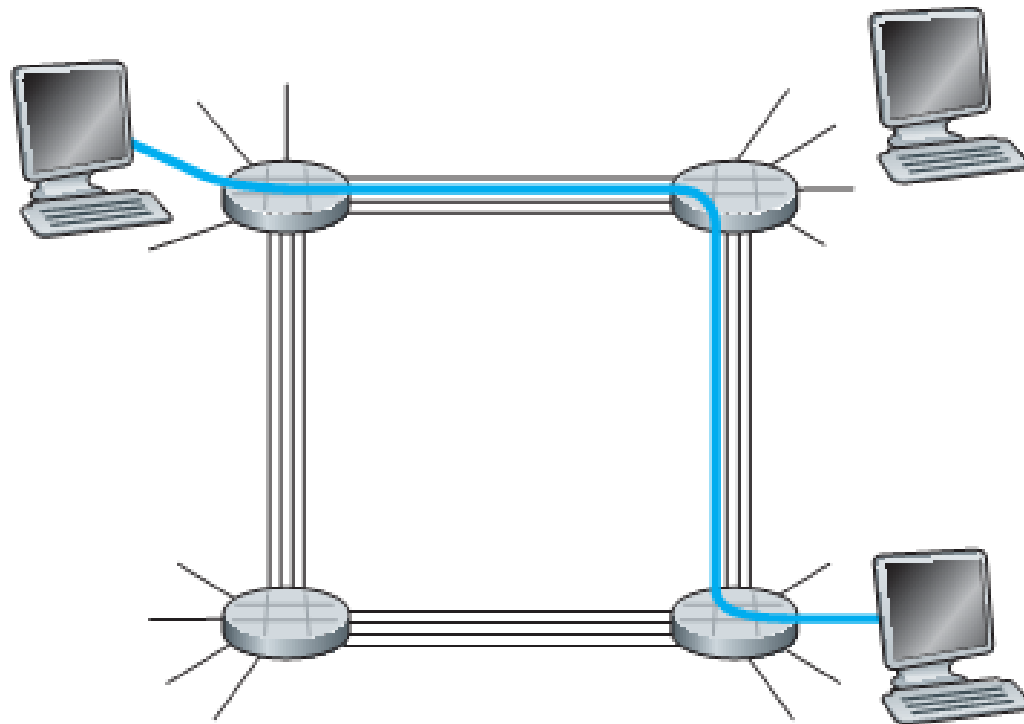
# Chuyển mạch kênh

- Một kênh (circuit) được dành riêng cho trao đổi dữ liệu giữa hai hệ thống đầu cuối trong suốt thời gian của phiên trao đổi
- Ví dụ: mạng điện thoại truyền thống, đảm bảo tốc độ ổn định



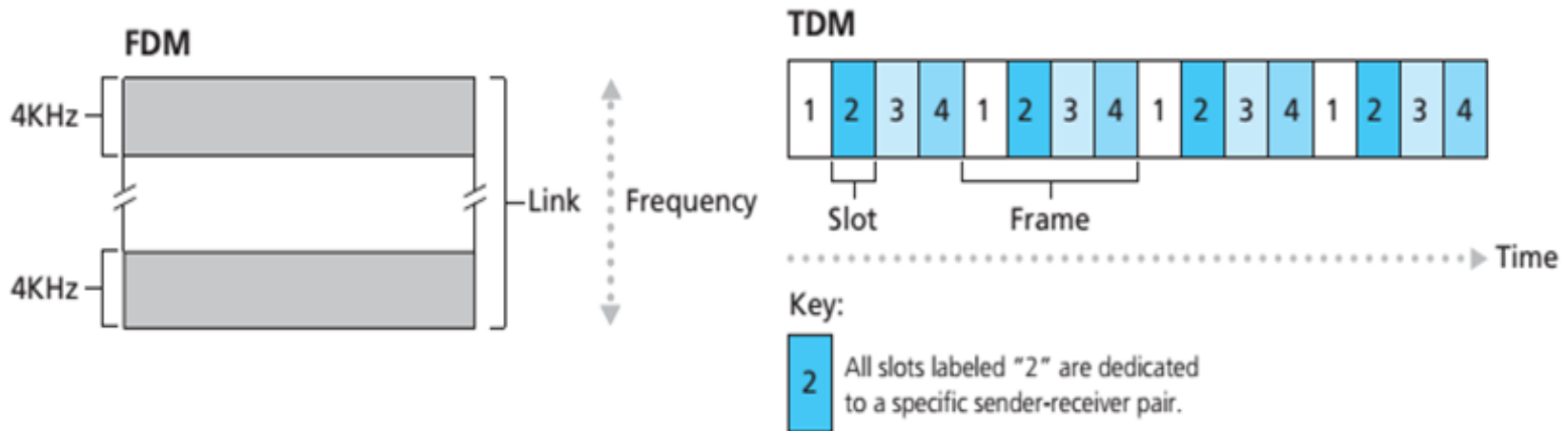
# Chuyển mạch kênh

- Mạng điện thoại truyền thống



# Chuyển mạch kênh

- Ghép kênh (Multiplexing) trong mạng chuyển mạch kênh



- Ghép kênh phân chia theo tần số (frequency-division multiplexing - FDM)
- Ghép kênh phân chia theo thời gian (time-division multiplexing - TDM)





# Chuyển mạch kênh so với chuyển mạch gói

---

- Chuyển mạch kênh:
  - Lãng phí nếu kênh rỗi
  - Truyền dẫn tin cậy hơn
  - Phù hợp cho ứng dụng thời gian thực
- Chuyển mạch gói:
  - Chia sẻ dung lượng truyền dẫn tốt hơn
  - Tốt cho các dạng dữ liệu đến ngẫu nhiên
  - Tắc nghẽn làm trễ và mất gói tin  $\Rightarrow$  giảm độ tin cậy
  - Internet sử dụng chuyển mạch gói



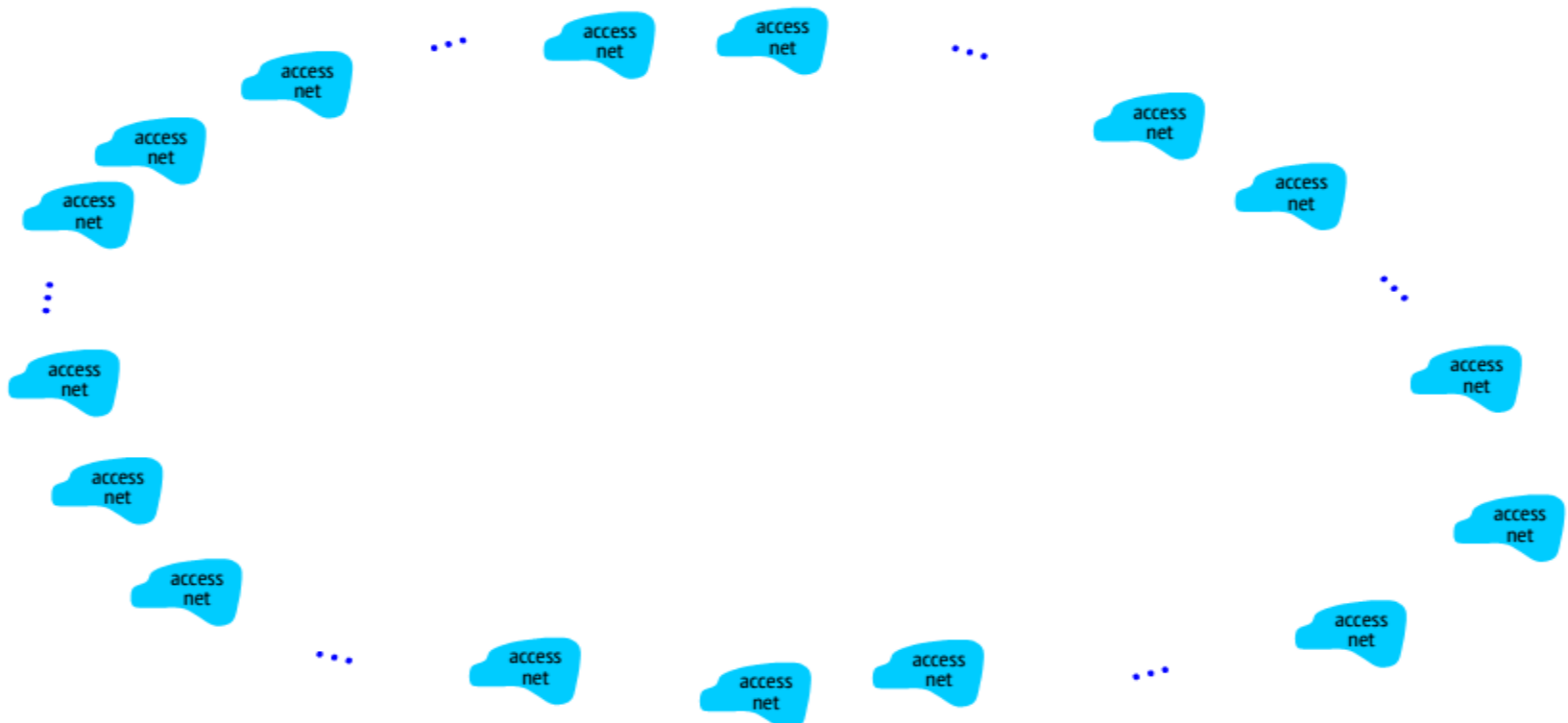
# Cấu trúc Internet: Mạng của các mạng

---

- Các hệ thống đầu cuối kết nối đến Internet thông qua các Access ISPs
- Các Access ISPs phải được kết nối với nhau để tất cả các hệ thống đầu cuối có thể gửi các gói tin cho nhau

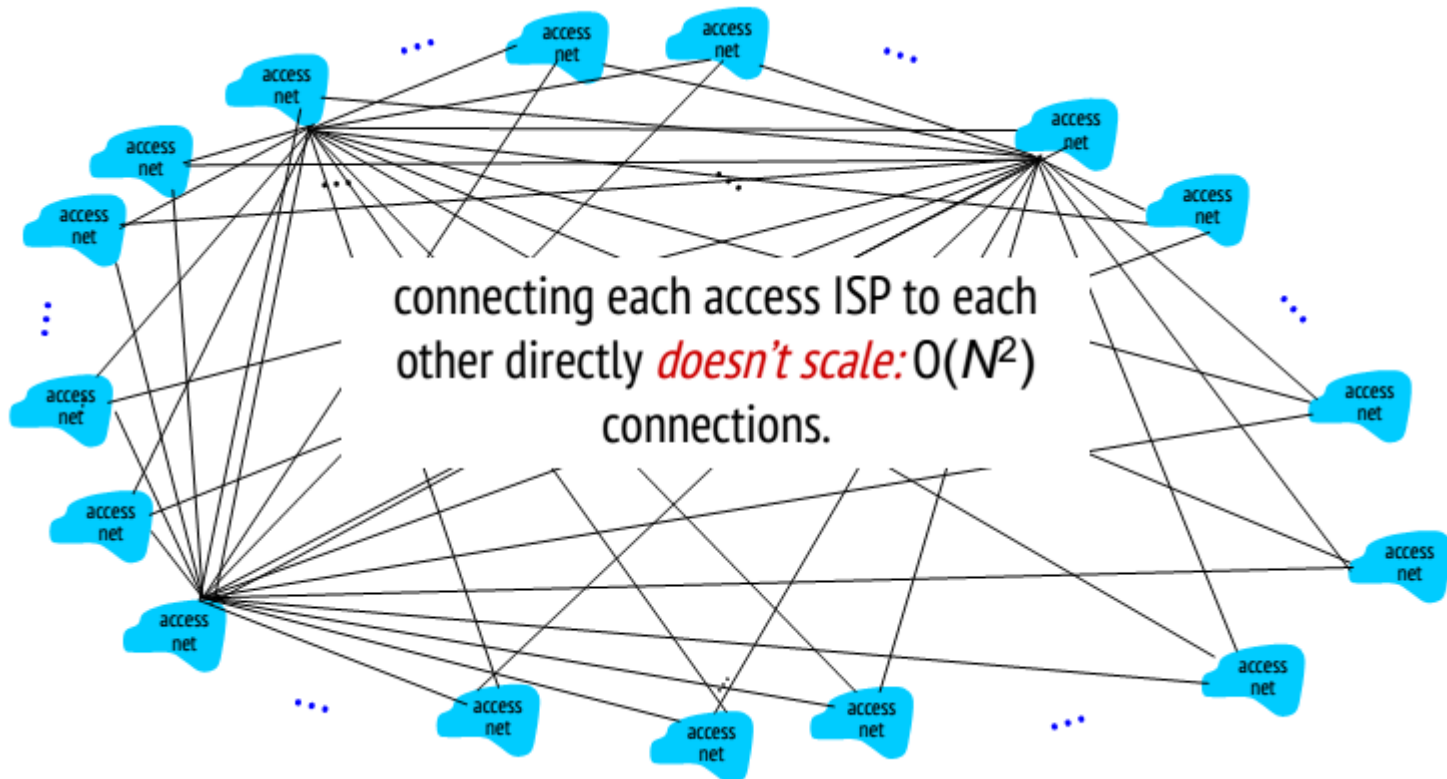
# Cấu trúc Internet: Mạng của các mạng

- Có hàng triệu Access ISPs, kết nối chúng như thế nào?



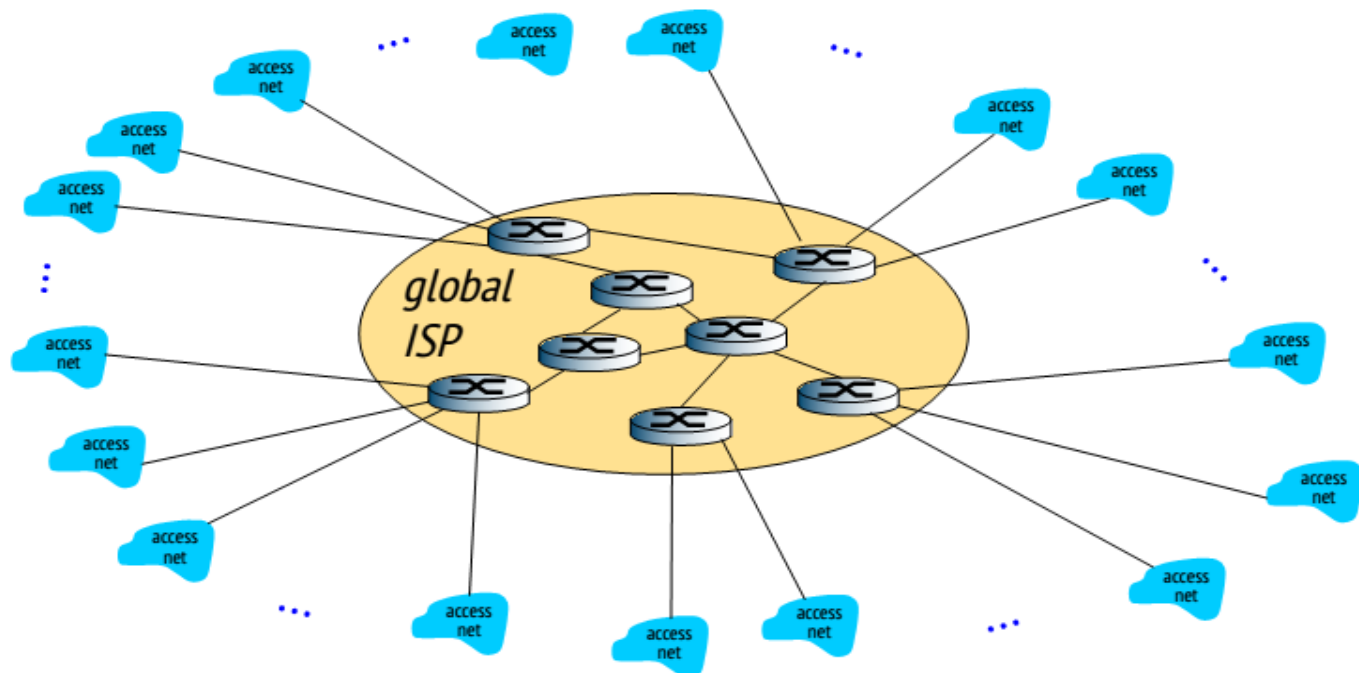
# Cấu trúc Internet: Mạng của các mạng

- Kết nối từng Access ISP đến các Access ISPs khác?



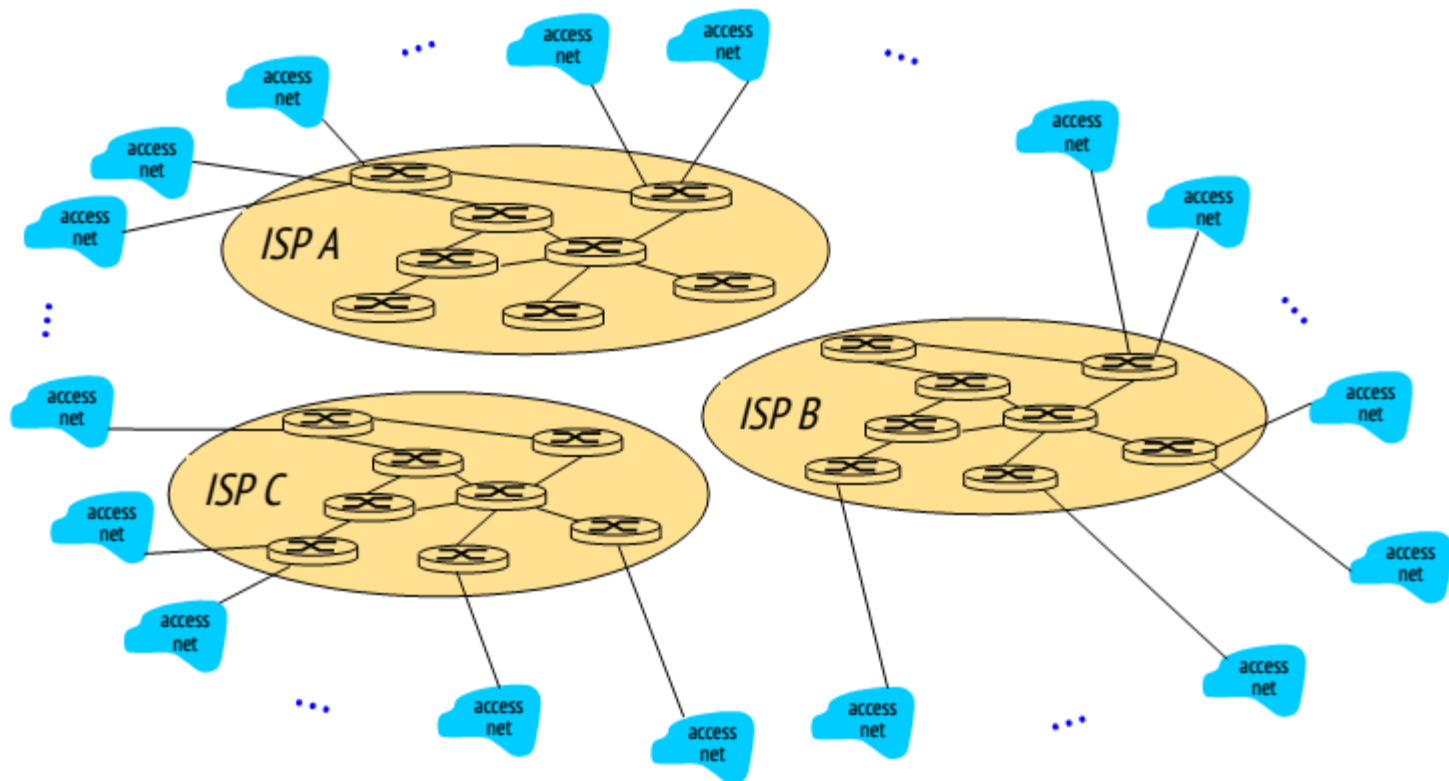
# Cấu trúc Internet: Mạng của các mạng

- Kết nối từng Access ISP đến một ISP toàn cầu? Customer ISP và Provider ISP phải thỏa thuận kinh tế



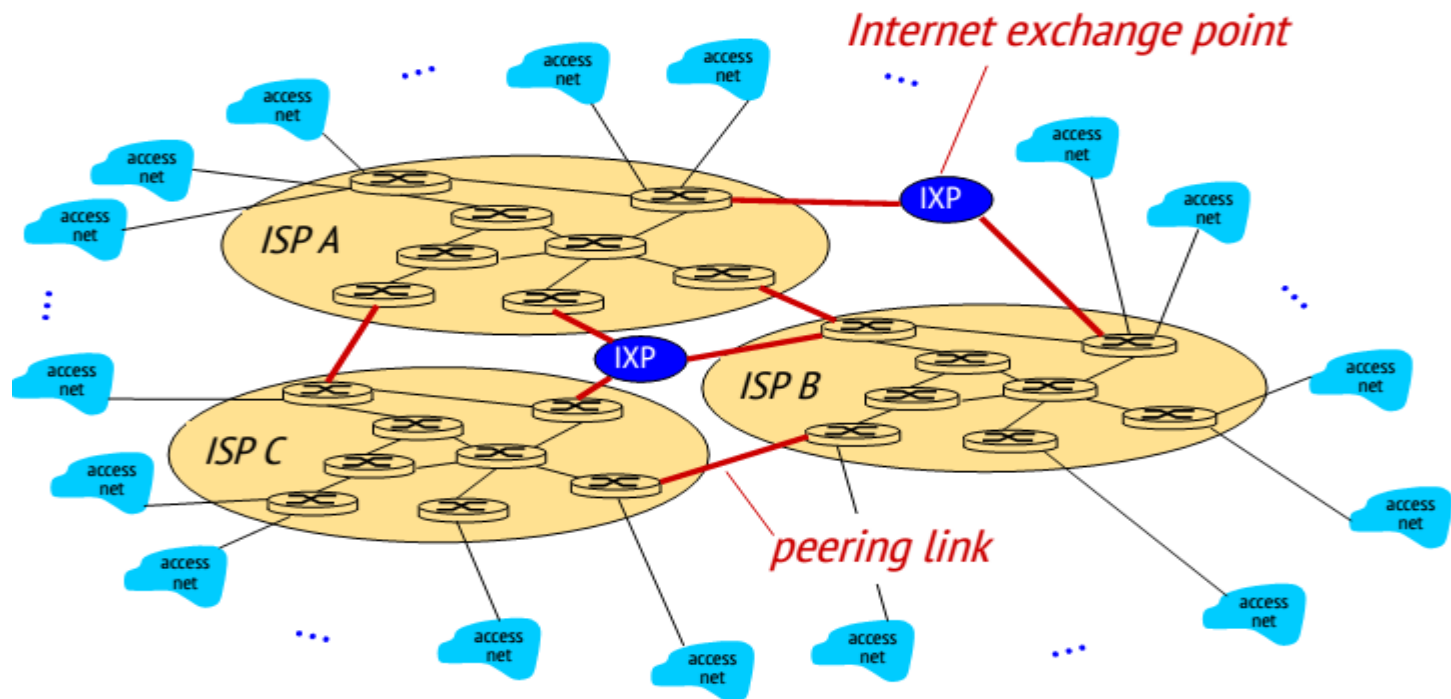
# Cấu trúc Internet: Mạng của các mạng

- Nếu ISP toàn cầu khả thi, thì sẽ có nhiều đối ISPs trung chuyển toàn cầu cạnh tranh



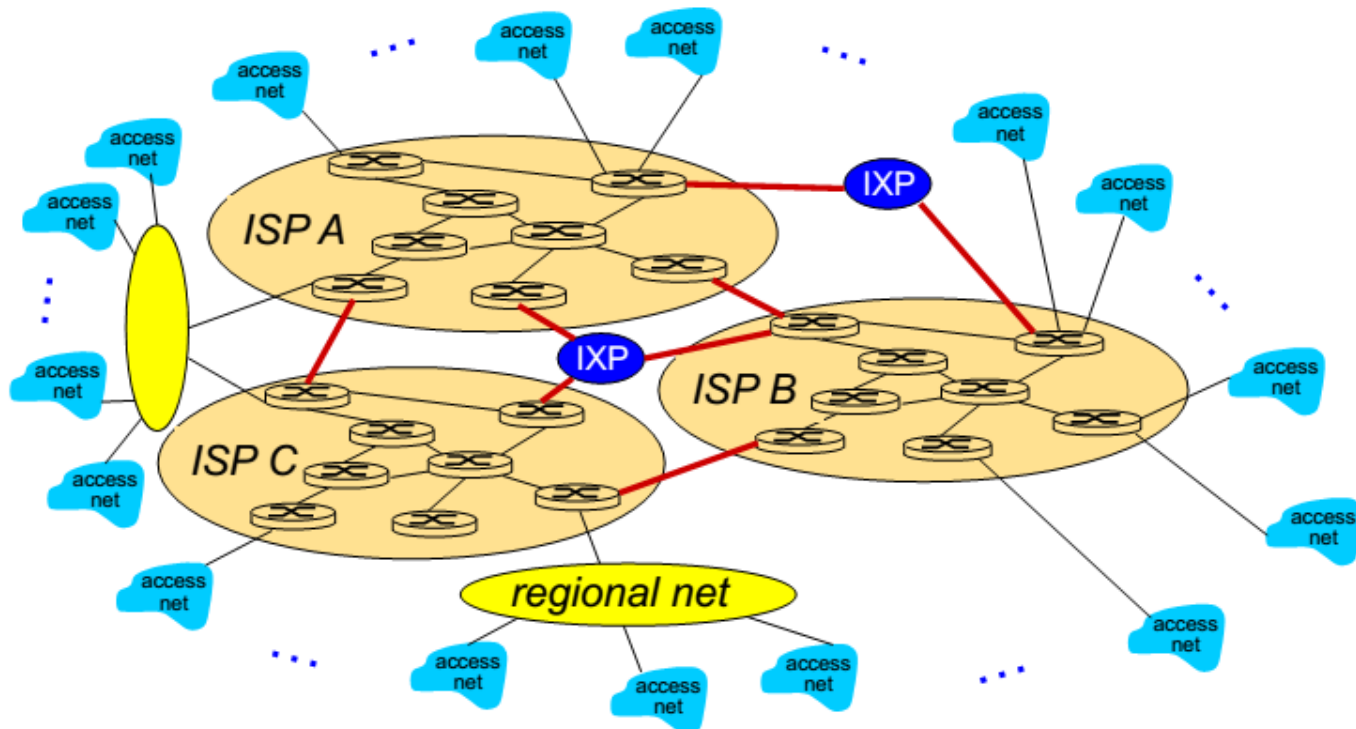
# Cấu trúc Internet: Mạng của các mạng

- Các ISPs trung chuyển toàn cầu phải được kết nối với nhau để tất cả các hệ thống đầu cuối có thể trao đổi dữ liệu được với nhau



# Cấu trúc Internet: Mạng của các mạng

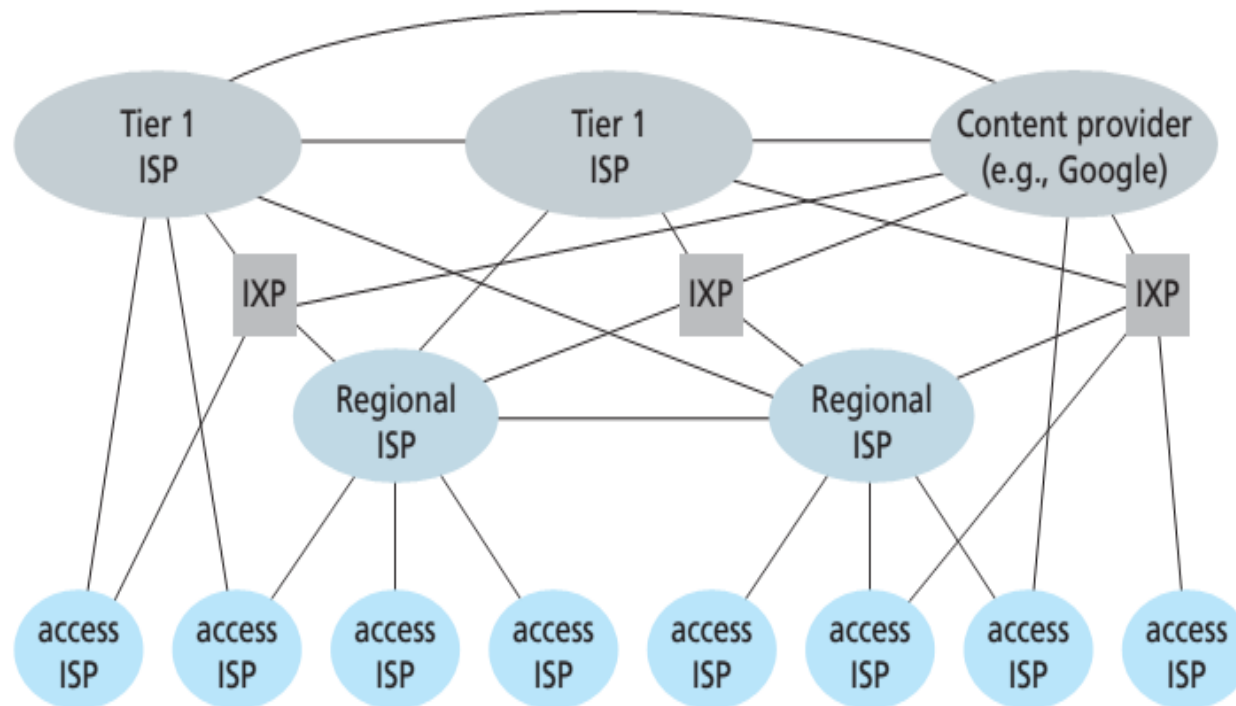
- Các mạng khu vực có thể hình thành để kết nối mạng truy nhập đến các ISPs trung chuyển toàn cầu





# Cấu trúc Internet: Mạng của các mạng

- Content provider network (như là Google) được thêm vào, mạng này kết nối trung tâm dữ liệu của nó với Internet





# Chương 1: Tổng quan về mạng máy tính

---

- Giới thiệu mạng máy tính
- Internet là gì?
- Biên mạng (Network Edge)
- Lõi mạng (Network Core)
- **Độ trễ, độ mất gói, thông lượng trong mạng chuyển mạch gói**
- Kiến trúc phân tầng
- Mô hình OSI
- Mô hình TCP/IP
- Lịch sử Internet



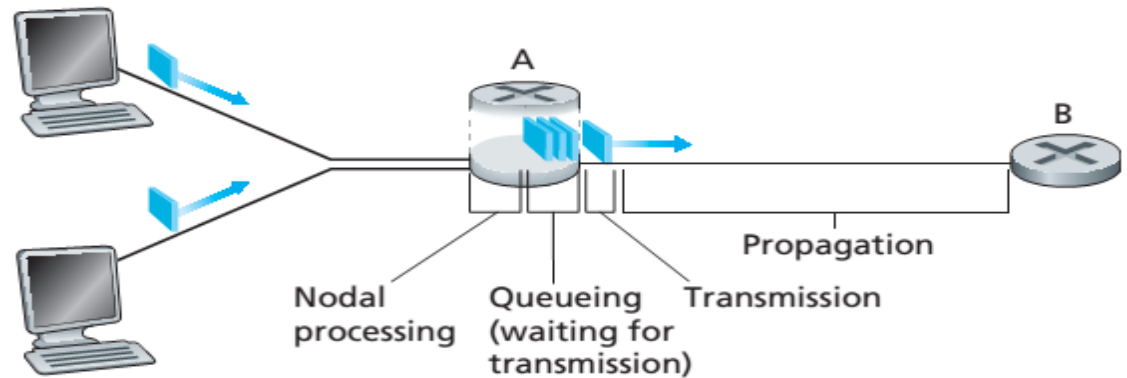
# Độ trễ, độ mất gói, thông lượng trong mạng chuyển mạch gói

---

- Độ trễ (Delay)
- Độ mất gói (Packet Loss)
- Thông lượng (throughput)

# Độ trễ (Delay)

- 4 loại trễ



- Trễ xử lý (Processing Delay):  $d_{proc}$
- Trễ xếp hàng còn gọi là Trễ hàng đợi (Queue Delay):  $d_{queue}$
- Trễ truyền tin còn gọi là trễ tuyến (Transmission Delay):  $d_{trans}$
- Trễ lan truyền (Propagation Delay):  $d_{prop}$

# Độ trễ (Delay)

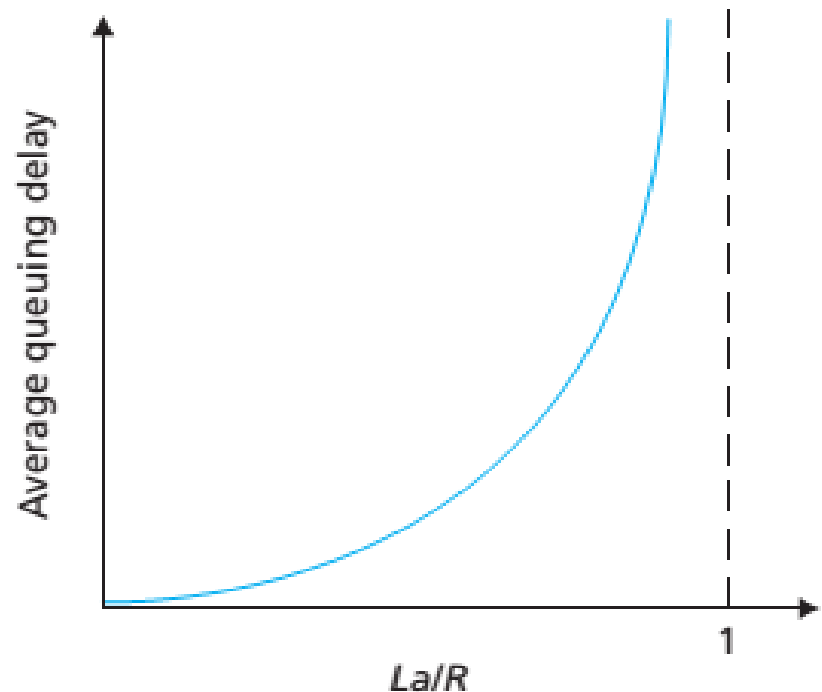
Tổng độ trễ từ Router A đến Router B là:

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

- Trễ truyền tin:
  - $L$ : kích thước gói (bits)
  - $R$ : tốc độ truyền (bits/s)
  - $d_{trans} = L/R$  (s)
- Trễ lan truyền
  - $d$ : độ dài đường link vật lý (m)
  - $s$ : Tốc độ lan truyền của tín hiệu trong môi trường truyền (m/s) (từ  $2 \cdot 10^8$  m/s đến  $3 \cdot 10^8$  m/s)
  - $d_{prop} = d/s$  (s)

# Trễ hàng đợi và độ mất gói

- $a$  là tốc độ trung bình mà các gói đến hàng đợi (tính bằng đơn vị (packets/s))
- $R$  là tốc độ truyền của link (bps)
- $L$  là chiều dài gói tin (bits)
- Tỷ lệ:  $La/R$  được gọi là traffic intensity (lưu lượng đến)



Thiết kế hệ thống sao cho traffic intensity không lớn hơn 1



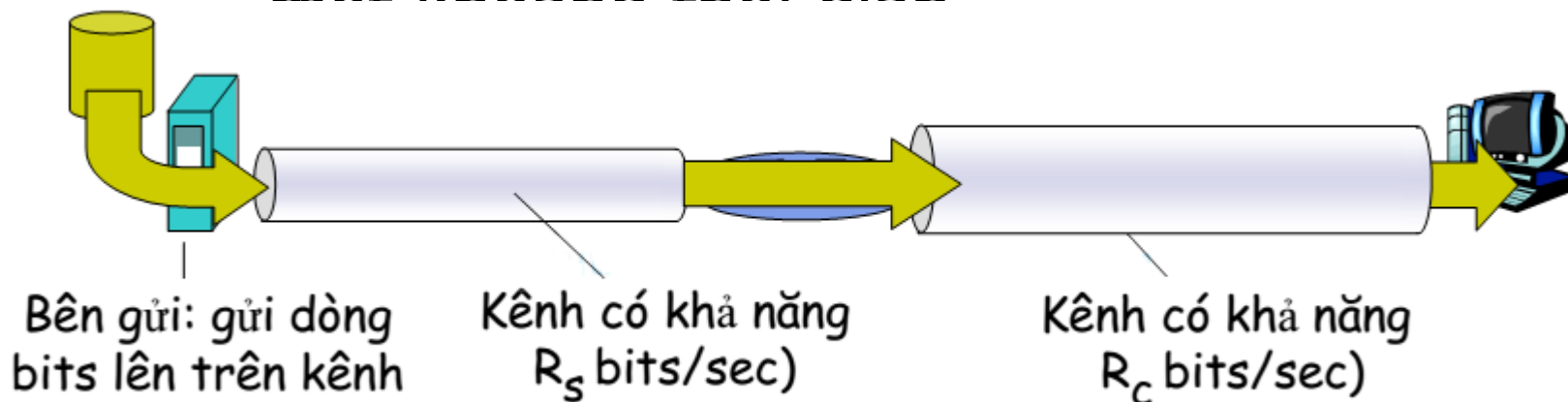
# Trễ đầu cuối tới đầu cuối

---

- End-to-End delay: Là tổng độ trễ từ nút nguồn đến nút đích
- Giả sử mạng không tắc nghẽn (vì vậy queuing delay là không đáng kể), có  $N - 1$  router giữa nút nguồn và nút đích
  - $d_{end-end} = N(d_{proc} + d_{trans} + d_{prop})$

# Thông lượng

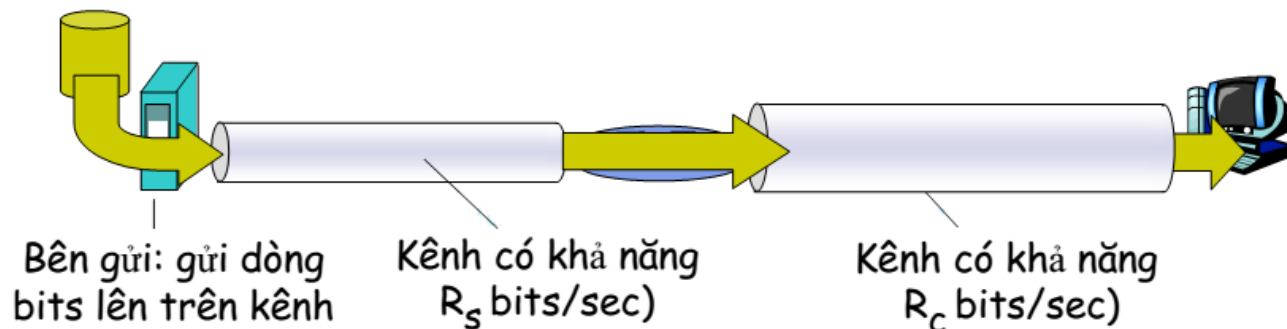
- Thông lượng (Throughout) là tốc độ mà các bits được truyền giữa bên gửi và bên nhận
  - Thông lượng tức thời: tốc độ tại một thời điểm
  - Thông lượng trung bình: tốc độ tính trong một khoảng thời gian



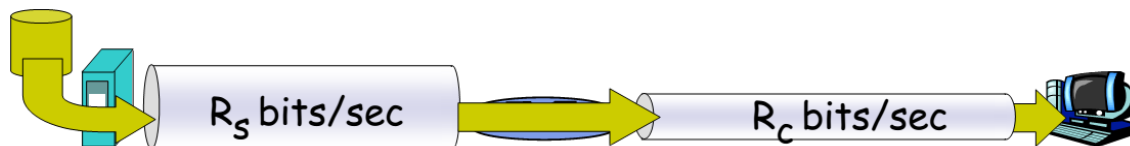


# Thông lượng

- $R_s < R_c$ : Thông lượng trung bình?

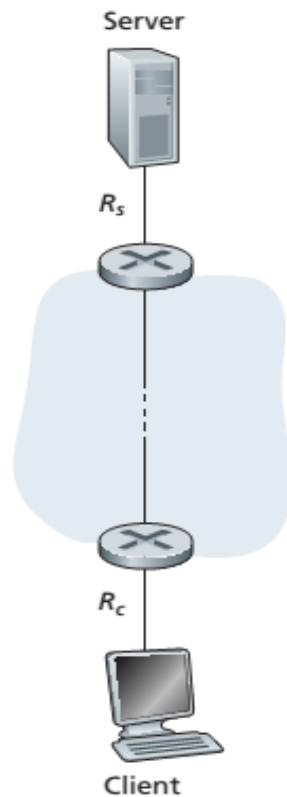


- $R_s > R_c$ : Thông lượng trung bình?

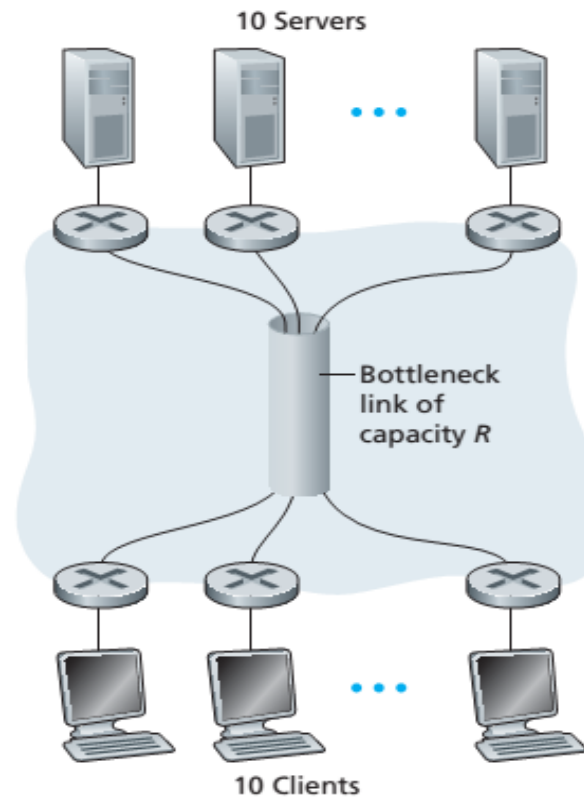


# Thông lượng

- Liên kết tắc nghẽn (bottleneck link)



a.



b.

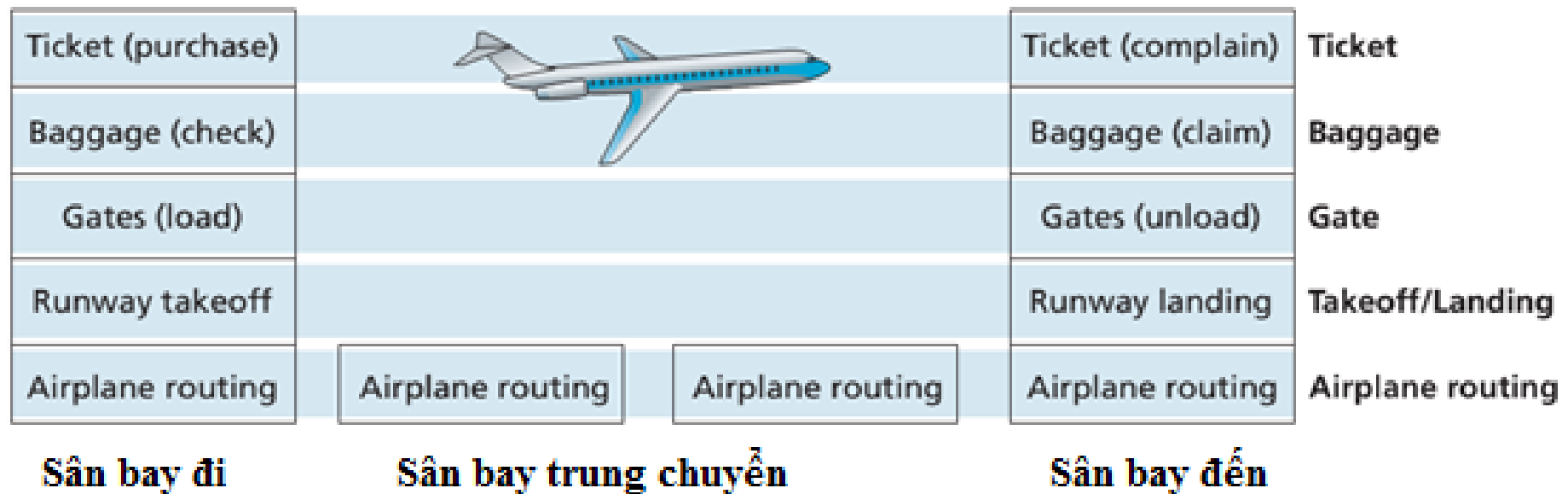


# Chương 1: Tổng quan về mạng máy tính

---

- Giới thiệu mạng máy tính
- Internet là gì?
- Biên mạng (Network Edge)
- Lõi mạng (Network Core)
- Độ trễ, độ mất gói, thông lượng trong mạng chuyển mạch gói
- **Kiến trúc phân tầng**
- Mô hình OSI
- Mô hình TCP/IP
- Lịch sử Internet

# Phân tầng các chức năng hàng không



- Các tầng: mỗi tầng có nhiệm vụ cung cấp 1 dịch vụ
  - Xử lý các công việc của tầng này
  - Sử dụng các dịch vụ của tầng phía dưới



# Tại sao phải phân tầng?

---

- Nhằm xử lý các hệ thống phức tạp:
  - Cho phép xác định rõ nhiệm vụ của mỗi thành phần và quan hệ giữa chúng
  - Mô-đun hóa giúp việc bảo trì và nâng cấp hệ thống dễ dàng
    - Thay đổi việc thực hiện dịch vụ ở tầng nào không ảnh hưởng tới tầng khác



# Chương 1: Tổng quan về mạng máy tính

---

- Giới thiệu mạng máy tính
- Internet là gì?
- Biên mạng (Network Edge)
- Lõi mạng (Network Core)
- Độ trễ, độ mất gói, thông lượng trong mạng chuyển mạch gói
- Kiến trúc phân tầng
- **Mô hình OSI**
- Mô hình TCP/IP
- Lịch sử Internet



# Mô hình OSI

---

- Mô hình kết nối các hệ thống mở OSI (Open System Interconnection) được tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế ISO đưa ra năm 1970.
- Mô hình OSI tổ chức các giao thức truyền thông thành 7 tầng, mỗi một tầng giải quyết một phần hẹp của tiến trình truyền thông.
- Chia tiến trình truyền thông thành nhiều tầng và trong mỗi tầng có thể có nhiều giao thức khác nhau thực hiện các nhu cầu truyền thông cụ thể.



# Mô hình OSI

---

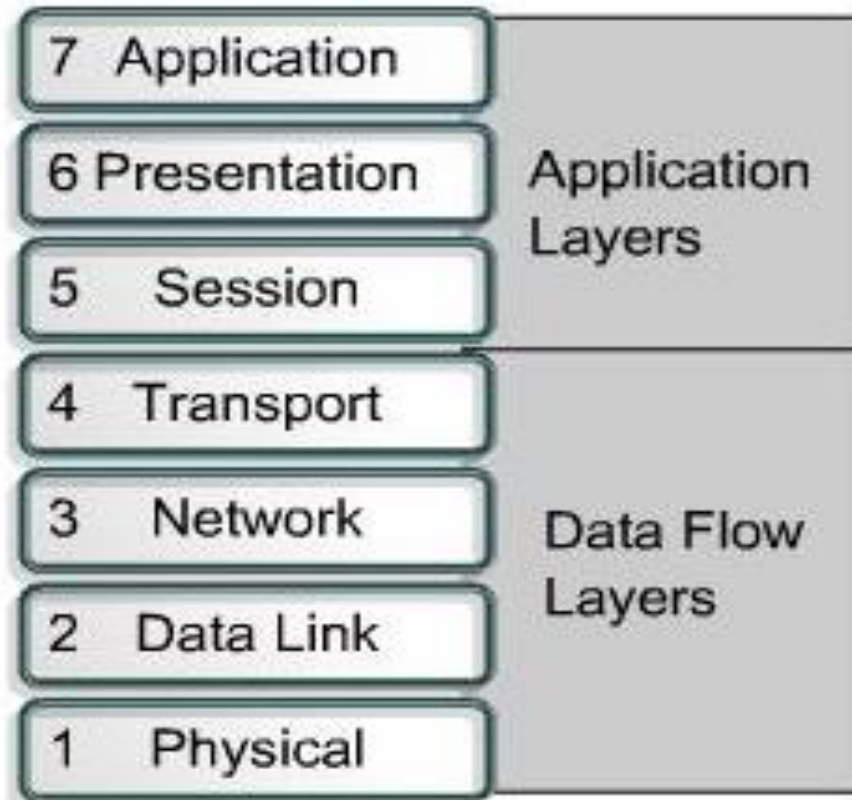
## Các nguyên tắc phân tầng:

- Đơn giản hóa (hạn chế số lượng các tầng).
- Các tầng tách biệt bởi các chức năng độc lập.
- Các chức năng giống nhau được đặt cùng một tầng.
- Các chức năng được định vị sao cho có thể thiết kế lại tầng mà không ảnh hưởng tới các tầng khác.
- Tạo ranh giới giữa các tầng sao cho có thể chuẩn hóa giao diện tương ứng.
- Mỗi tầng sử dụng dịch vụ của tầng dưới nó, cung cấp dịch vụ cho các tầng trên.

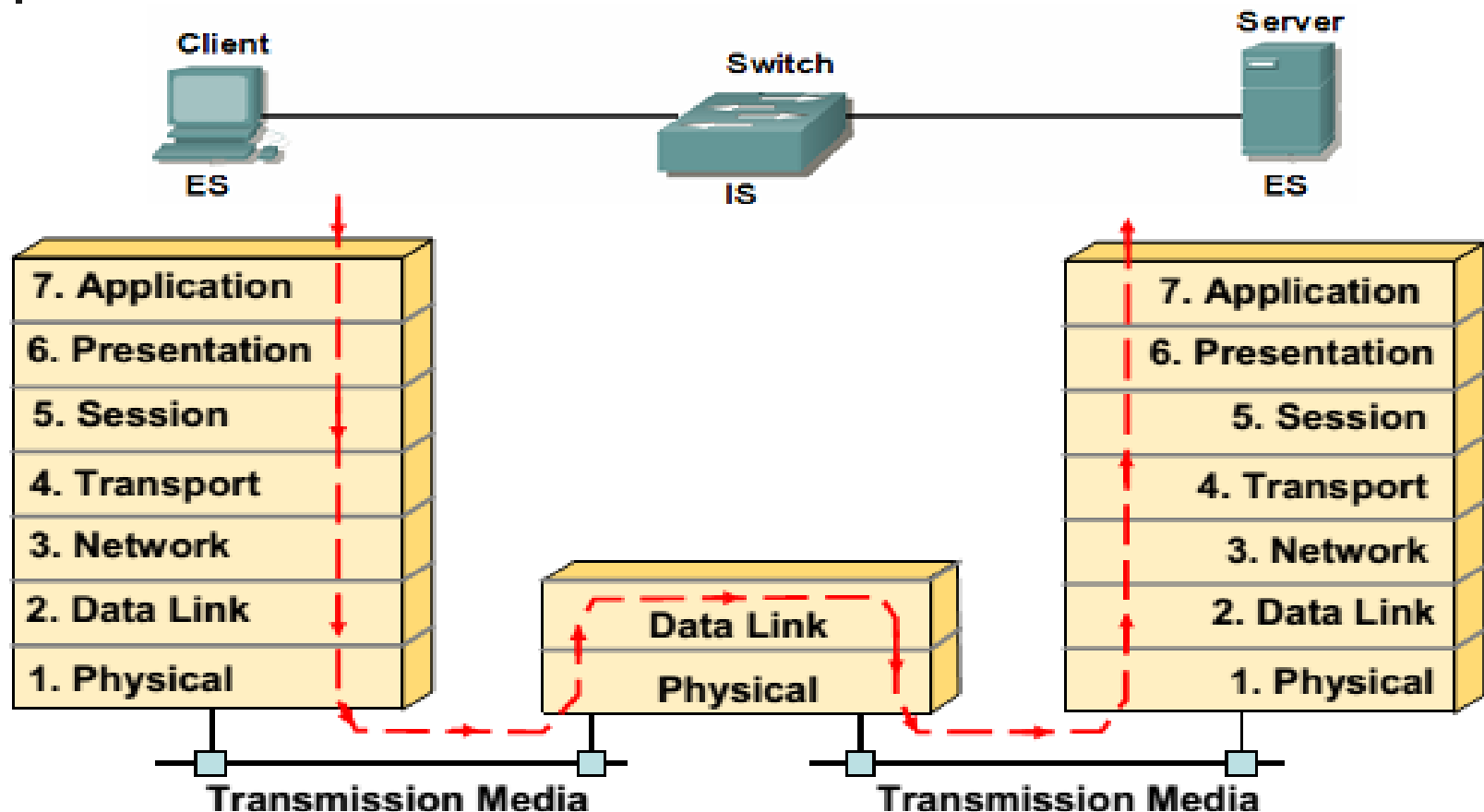


# Mô hình OSI

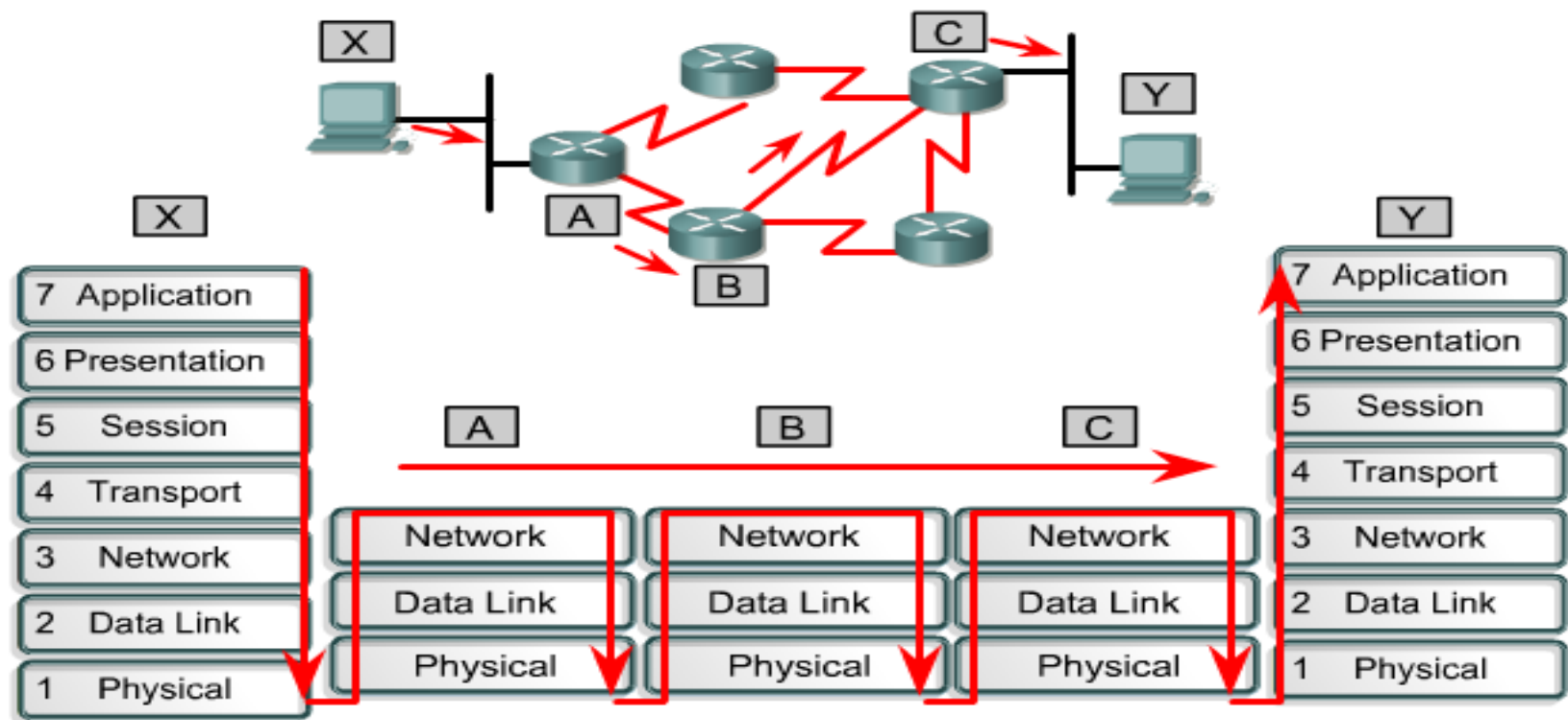
## OSI Model



# Dòng dữ liệu trên mạng

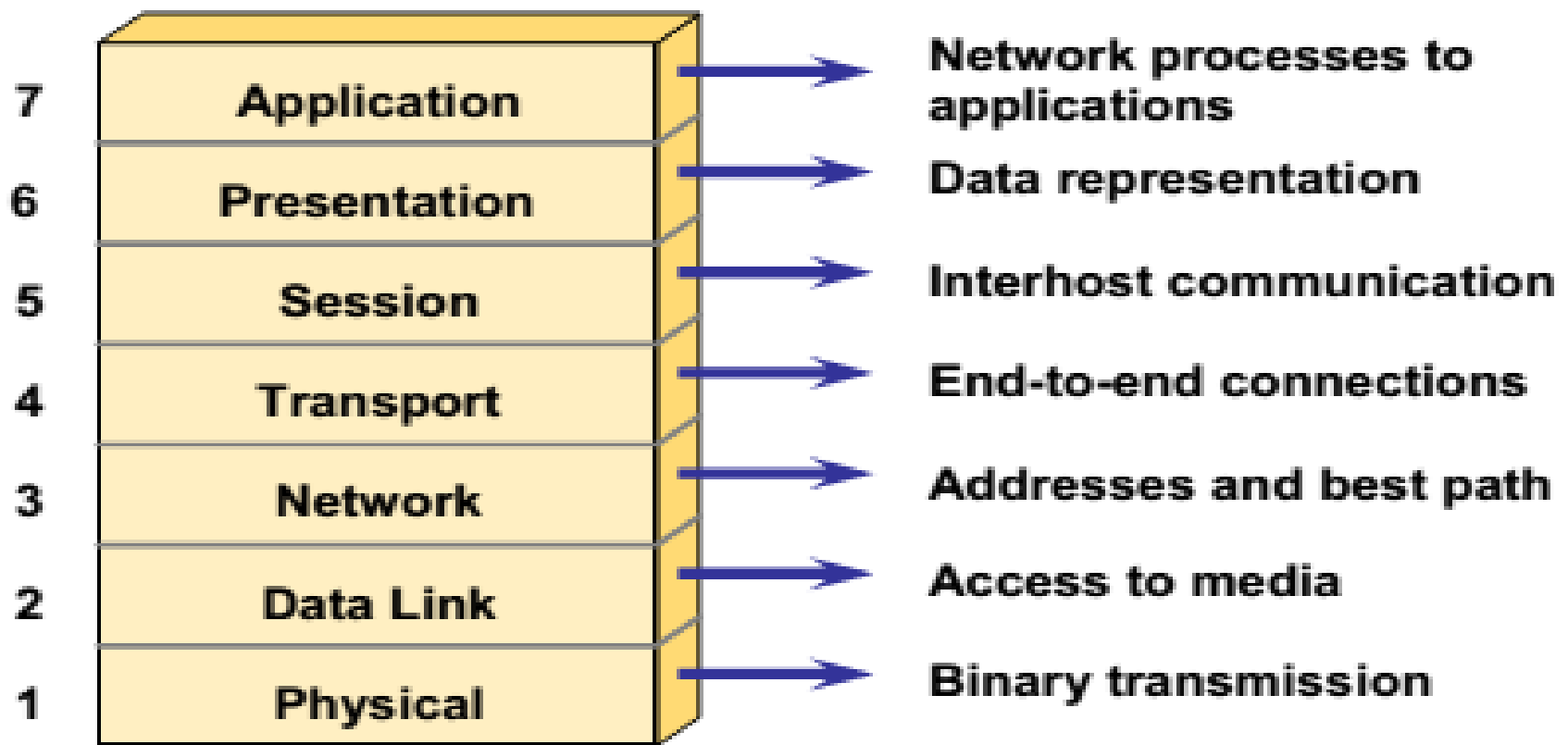


# Dòng dữ liệu trên mạng



Data flow in a network focuses on layers one, two and three of the OSI model. This is after being transmitted by the sending host and before arriving at the receiving host.

# Chức năng các tầng





# Chức năng các tầng

---

- Vật lý: truyền các bit qua đường truyền
- Liên kết dữ liệu:
  - Thu thập một dòng bit thành một tập hợp lớn hơn được gọi là **frame**
  - Gửi các frame với các cơ chế đồng bộ hóa, kiểm soát lỗi
- Mạng: Chọn đường, chuyển tiếp các gói tin từ nguồn tới đích



# Chức năng các tầng

---

- Giao vận: chuyển dữ liệu từ tiến trình này đến tiến trình kia
- Phiên: đồng bộ hóa, khôi phục quá trình trao đổi
- Trình diễn: Định dạng dữ liệu
- Ứng dụng: Hỗ trợ các ứng dụng trên mạng



# Kiến trúc TCP/IP

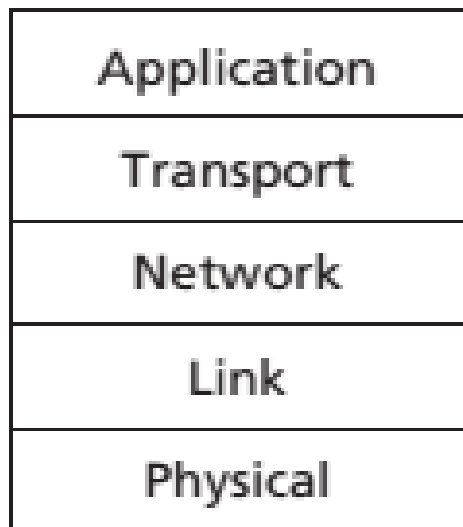
---

- Kiến trúc TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) được phát triển bởi Bộ quốc phòng Mỹ.
- Đây là họ các giao thức mạng tính mở và được sử dụng phổ biến trên mạng Internet.



# Kiến trúc TCP/IP

---



**a. Five-layer  
Internet  
protocol stack**



**b. Seven-layer  
ISO OSI  
reference model**





# Kiến trúc TCP/IP

---

- Tầng ứng dụng:
  - Tại tầng ứng dụng là nơi các ứng dụng mạng và giao thức tầng ứng dụng thực hiện
  - Ví dụ: HTTP protocol, SMTP, FTP, DNS
  - Đơn vị dữ liệu trao đổi trong lớp này được gọi là bản tin/thông điệp (**message**)



# Kiến trúc TCP/IP

---

- Tầng giao vận:

- Tầng giao vận của Internet chuyển message của tầng ứng dụng giữa các ứng dụng đầu cuối
- Trong Internet có hai giao thức tầng giao vận: TCP, UDP
- TCP cung cấp dịch vụ hướng kết nối (connection-oriented service) cho ứng dụng
  - dịch vụ truyền đảm bảo của message tầng ứng dụng tới đích
  - điều khiển luồng (flow control)
  - điều khiển tắc nghẽn (congestion-control)



# Kiến trúc TCP/IP

---

- Tầng giao vận (tiếp):
  - UDP cung cấp dịch vụ không hướng kết nối (connectionless service) cho ứng dụng
    - không tin cậy
    - không điều khiển luồng
    - không điều khiển tắc nghẽn
  - Đơn vị dữ liệu trao đổi trong lớp này được gọi là đoạn (**segment**)



# Kiến trúc TCP/IP

---

- Tầng mạng:

- Tầng mạng của Internet có nhiệm vụ chuyển gói tin của tầng mạng từ host này tới host khác
- Đơn vị dữ liệu trao đổi trong lớp này được gọi là **datagram**
- Giao thức tầng giao vận của Internet trong nút nguồn chuyển segment và địa chỉ đích tới tầng mạng
- Tầng mạng cung cấp dịch vụ chuyển segment tới tầng giao vận của nút đích
- Một giao thức IP và nhiều giao thức định tuyến
- Tầng mạng thường gọi là tầng IP



# Kiến trúc TCP/IP

---

- Tầng liên kết:

- Chuyển gói tin từ một nút (host or router) tới nút tiếp theo trên đường đi
- Ví dụ các giao thức của tầng liên kết: Ethernet, WiFi, DOCSIS protocol của cable access network, ...
- Datagram có thể được xử lý bởi các giao thức tầng liên kết khác nhau do datagram thường đi qua nhiều liên kết khi đi từ nút nguồn tới nút đích
- Tầng mạng sẽ nhận dịch vụ khác nhau của các tầng liên kết khác nhau. Ví dụ, một số tầng liên kết cung cấp dịch vụ truyền tin cậy từ nút gửi qua 1 liên kết tới nút nhận.
- Đơn vị dữ liệu trao đổi trong lớp này được gọi là **frame**



# Kiến trúc TCP/IP

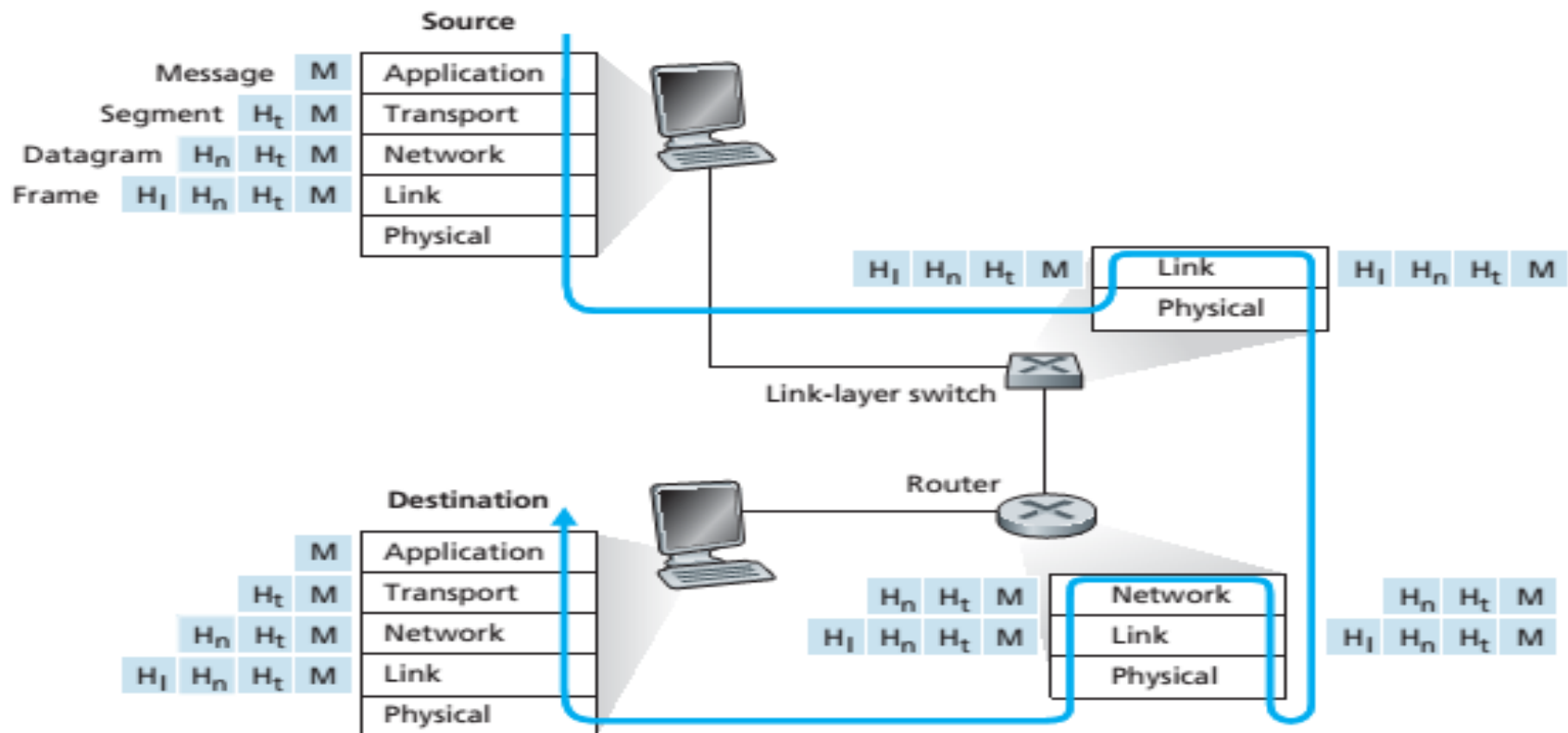
---

- Tầng vật lý:

- Công việc của tầng vật lý là chuyển từng **bit** trong frame từ một nút tới nút liền kề.
- Các giao thức trong tầng vật lý phụ thuộc vào phương tiện truyền của liên kết.
- Ví dụ, Ethernet có nhiều giao thức tầng vật lý: giao thức cho twisted-pair copper wire, giao thức cho coaxial cable, giao thức cho fiber... Trong trường hợp khác nhau, một bit truyền trên liên kết theo các cách khác nhau.

# Đóng gói

- Đóng gói (Encapsulation): Host, router, và link-layer switch chứa các tầng khác nhau, do có nhiệm vụ khác nhau





# Chương 1: Khái quát về mạng máy tính

---

- Giới thiệu mạng máy tính
- Internet là gì?
- Biên mạng (Network Edge)
- Lõi mạng (Network Core)
- Độ trễ, độ mất gói, thông lượng trong mạng chuyển mạch gói
- Kiến trúc phân tầng
- **Lịch sử Internet**





# Lịch sử Internet

---

## *1961-1972: nguyên tắc chuyển mạch gói*

- 1961: Kleinrock - queueing theory chứng minh hiệu quả của chuyển mạch gói
- 1964: Baran - chuyển mạch gói trong mạng quân sự
- 1967: ARPAnet của Advanced Research Projects Agency
- 1969: nút ARPAnet đầu tiên hoạt động
- 1972:
  - công bố thử nghiệm ARPAnet
  - NCP (Network Control Protocol) host-host protocol đầu tiên
  - chương trình e-mail đầu tiên
  - ARPAnet có 15 nút



# Lịch sử Internet

---

*1972-1980: liên mạng, các mạng thương mại*

- 1970: ALOHAnet satellite network ở Hawaii
- 1974: Cerf và Kahn - kiến trúc để kết nối các mạng
- 1976: Ethernet của Xerox PARC
- late 70's: kiến trúc thương mạng: DECnet, SNA, XNA
- late 70's: switching fixed length packets (tiền thân của ATM)
- 1979: ARPAnet có 200 nút



# Lịch sử Internet

---

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

- 1983: triển khai TCP/IP
- 1982: smtp e-mail protocol
- 1983: DNS
- 1985: ftp protocol
- 1988: TCP congestion control
- các mạng quốc gia: Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100,000 nút kết nối với nhau



# Lịch sử Internet

---

*1990, 2000's: thương mại hóa, Web, ứng dụng mới*

- đầu 1990s: Web
  - hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
  - HTML, HTTP: Berners-Lee
  - 1994: Mosaic, sau đó thành Netscape
  - cuối 1990's: thương mại hóa của Web
- cuối 1990's – 2000's:
  - ứng dụng mới: instant messaging, P2P file sharing
  - network security
  - khoảng 50 triệu nút, hơn 100 triệu người dùng
  - backbone link đạt Gbps

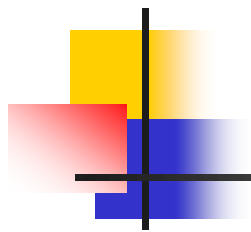


# Lịch sử Internet

---

## *2005-nay*

- ~750 triệu nút
  - Smartphones và tablet
- triển khai nhanh các truy cập băng thông rộng
- tăng sự tồn tại khắp nơi các truy cập không dây tốc độ cao
- nổi lên các mạng xã hội trực tuyến:
  - Facebook: hàng tỉ người dùng
- các nhà cung cấp dịch vụ (Google, Microsoft) xây dựng mạng riêng
- các dịch vụ trên cloud computing (ví dụ: Amazon EC2)



Hết chương 1