

# Mạng máy tính Chương 1: Tổng quan

## Về môn học này

- Mã HP: IT3080
- Tên học phần: Mạng máy tính
- Khối lượng: 3(3-0-1-6)
- Đánh giá:
  - Quá trình (50%):
    - Thực hành (30%)
    - Kiểm tra giữa kỳ (20%)
  - Cuối kỳ (50%): thi viết
- Website: <a href="http://study.soict.ai/courses/">http://study.soict.ai/courses/</a>...



## Quy định điểm chuyên cần

- Tham gia học online và làm bài tập trắc nghiệm
- Đạt điểm tuyệt đối tất cả các bài tập trắc nghiệm: +1
- Không hoàn thành 1-2 bài: 0
- Không hoàn thành 3-4 bài: -1
- Không hoàn thành ≥5 bài: -2



## Tài liệu tham khảo

- Computer Network, 5th Edition, Andrew Tannenbaum, Pearson Education 2011
- 2. Networking: a top-down approach featuring the Internet, 6th Edition, James F. Kurose, Keith W. Ross, Addison Wesley 2012
- 3. TCP/IP tutorial and technical overview, Lydia Parziale, David T.Britt, IBM Redbooks 2006
- **4. Data and Computer Communications**, 8th Edition *William Stallings*, Pearson Prentice Hall 2007



## Giảng viên

```
....., Viện CNTT&TT - BK HN
Email : .....@soict.hust.edu.vn
Phòng làm việc: phòng. .. – nhà B1 – BKHN
Website: <a href="https://users.soict.hust.edu.vn/">https://users.soict.hust.edu.vn/</a>. . . .
Group môn học: <a href="http://study.soict.ai/groups/">http://study.soict.ai/groups/</a>. . . .
```



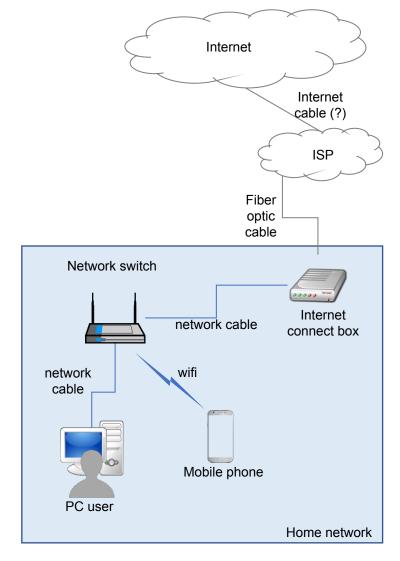
## 1. Cơ bản về mạng máy tính

- Internet & lịch sử phát triển
- Các khái niệm mạng máy tính
- ☐ Kiến trúc mạng



## Mạng Internet "đơn giản"

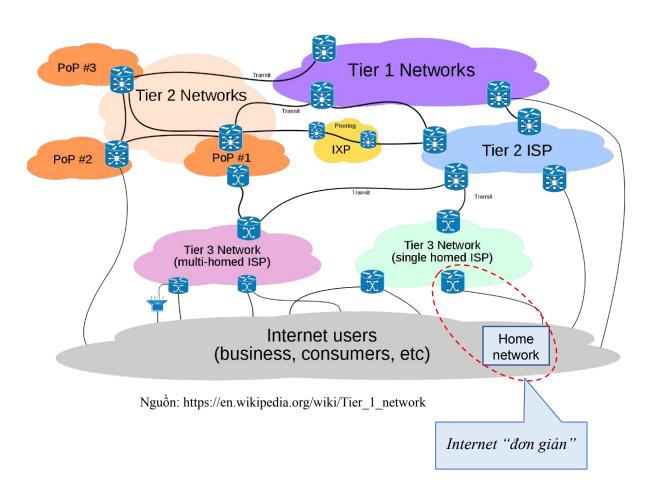
- Internet "đơn giản":
  - Kết nối Internet từ nhà
  - Duyệt web, gửi email
  - Gọi điện với bạn bè
- Các thành phần:
  - Trạm làm việc: PC, mobile phone
  - Đường truyền: có dây, không dây
  - Phần mềm sử dụng: PC web, phone voice chat, v.v...
  - Thiết bị kết nối mạng: switch, Internet connect box, v.v..
  - Đơn vị cung cấp kết nối Internet (ISP)
  - Đám mây Internet





## Mạng Internet đầy đủ

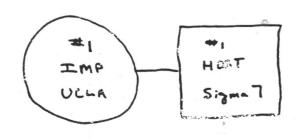
- Internet: hệ sinh thái toàn cầu, sản phẩm nhân tạo lớn nhất
- Mang xương sống (backbone)
- Mang ISP
- Mang home/office
- Trạm làm việc
- Phần mềm ứng dụng





## Nguồn gốc Internet: ARPANET

- Bắt đầu từ một thí nghiệm của dự án của Advanced Research Project Agency (ARPA)<sup>1</sup> – Bộ quốc phòng Mỹ
- Một liên kết giữa hai nút (IMP tại UCLA và IMP tại SRI) □ ARPANET
- Hợp tác giữa Bob Kahn² tại DARPA và Vint Cerf³ tại đại học Stanford



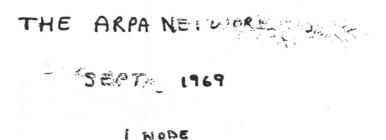


FIGURE 6.1 Drawing of September 1969 (Courtesy of Alex McKenzie)

Source: http://www.cybergeography.org/atlas/historical.html

ARPA: Advanced Research Project Agency UCLA: University California Los Angeles

SRI: Stanford Research Institute IMP: Interface Message Processor

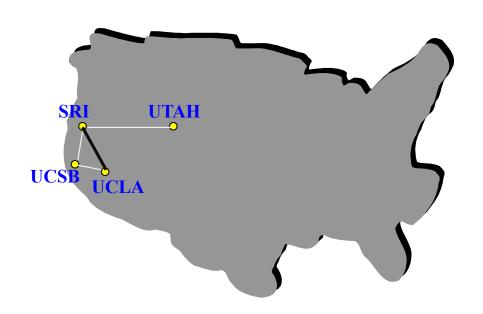
<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/Vint Cerf

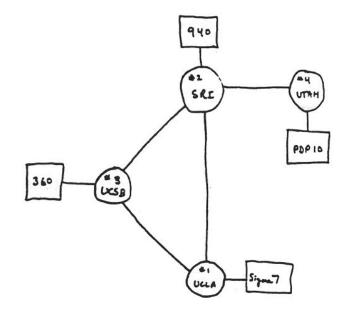


<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/DARPA

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/Bob\_Kahn

## 3 tháng sau, 12/1969





Một mạng hoàn chỉnh với 4 nút, 56kbps

THE ARPA NETWORK

UCSB: University of California, Santa Barbara

DEC 1969

UTAH: University of Utah

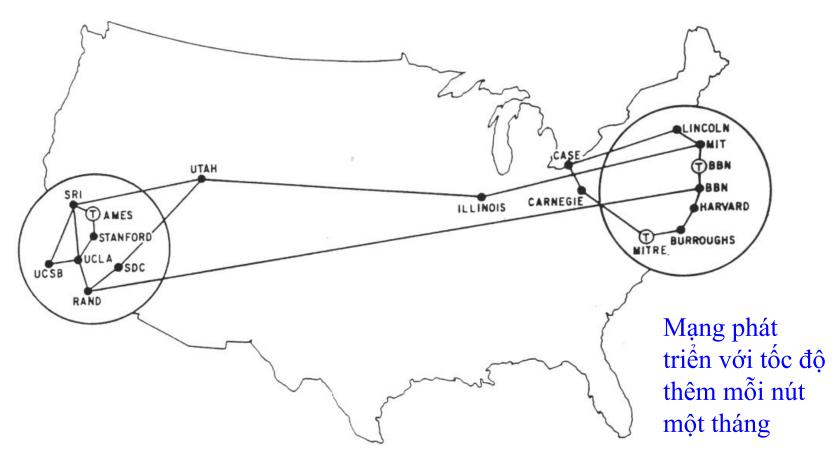
4 NODES

FIGURE 6.2 Drawing of 4 Node Network (Courtesy of Alex McKenzie)

source: http://www.cybergeography.org/atlas/historical.html



## ARPANET thời kỳ đầu, 1971



MAP 4 September 1971

Source: http://www.cybergeography.org/atlas/historical.html



## ARPANET thập niên 70

- Kết nối liên mạng
- Kiến trúc mạng mới
- Kết nối các mạng riêng



## Sự mở rộng của ARPANET, 1974

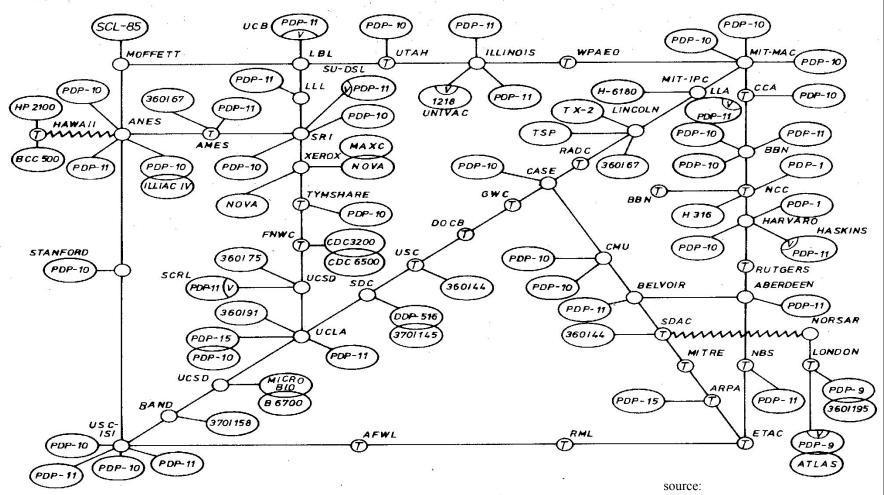


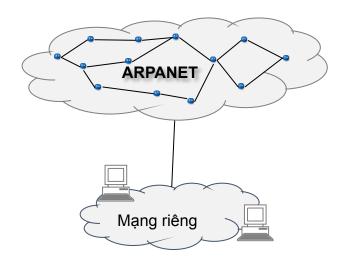
Abb. 4 ARPA NETwork, topologische Karte. Stand Juni 1974.

http://www.cybergeography.org/atlas/historical.html



# Kết nối liên mạng thập niên 70

- Đầu 1970 xuất hiện các mạng riêng:
  - ALOHAnet<sup>1</sup> tại Hawaii
  - □ DECnet<sup>2</sup>
  - IBM Systems Network Architecture (SNA)<sup>3</sup>
  - □ kết nối mạng riêng với ARPANET?
- 1974: Mô hình kết nối các hệ thống mở
  - Cerf & Kahn nghiên cứu sự khác nhau giữa các mạng riêng & phương pháp kết nối chúng vào mạng ARPANET
  - Giao thức IP & TCP ra đời
  - □ Turing Awards
- 1976: Ethernet<sup>4</sup> by Xerox PARC, tiền thân của mạng cục bộ (LAN) sau này
- Cuối 1970: ATM





<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/ALOHAnet

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>https://en.wikipedia.org/wiki/DECnet

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/Systems Network Architecture

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet

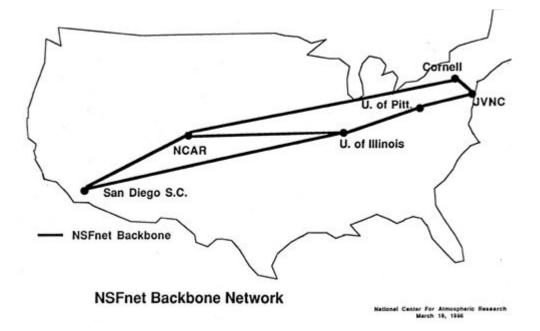
## Internet thập niên 80

- Mạng NSFNET & thay thế sử mệnh ARPANET
- Unix & mang USENET
- USENET chuyển từ ARPANET sang NSFNET
- Các giao thức mới & kết nối mạng mới
- NSFNET □ Internet backbone
- Chuẩn hóa Internet: IETF



## Mang NSFNET

- 1980: National Science Foundation<sup>1</sup> (NSF) thành lập các "supercomputing center" tại một số trường đại học
- 1986: NSF triển khai dự án kết nối các "supercomputing center"
   NSFNET²
- Họ giao thức TCP/IP được sử dụng cho NSFNET
- Các đường truyền backbone dần được hình thành và nâng cấp: 56Kbps ban đầu, T1: 1.5Mbps (1988), T3 – 45Mbps (1991)
- 1990: ARPANET (Bộ quốc phòng Mỹ) kết thúc xứ mệnh, chuyển vai trò kết nối các mạng riêng cho NSFNET



Các "supercomputing center" kết nối vào NSFNET:

- JVNC: John von Neumann Center at Princeton University
- Cornell Theory Center at Cornell University
- San Diego Supercomputer Center (SDSC) University of California
- National Center for Supercomputing Applications (NCSA), University of Illinois
- Pittsburgh Supercomputing Center (PSC), a joint effort of Carnegie Mellon University, the University of Pittsburgh, and Westinghouse



<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/National Science Foundation

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/National Science Foundation Network

## Unix & mang USENET

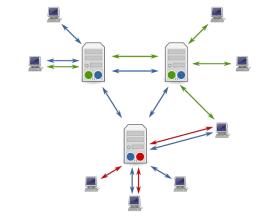
#### • Unix:

- Hệ điều hành máy tính lâu đời nhất vẫn phát triển đến nay
- Ra đời năm 1970 tại phòng thí nghiệm Bell<sup>1</sup>
- Phát triển theo rất nhiều dòng sản phẩm, cài đặt trên các loại máy tính lớn mainframe, mini và cả các dòng máy cá nhân
- Linux: hệ điều hành "clone" từ Unix

#### USENET:

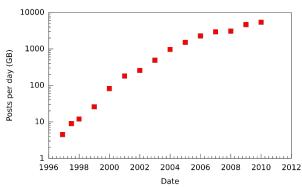
- Ra đời năm 1980 và vẫn được sử dụng đến gần đây
- Kết nối các máy tính chạy hệ điều hành Unix
- Sử dụng ARPANET làm đường truyền (sau này dùng Internet)
- Unix-to-Unix Copy (UUCP) network architecture
- Hướng đến unix users với các dịch vụ unix như email, file transfer, telnet
- Newsgroup: dịch vụ cung cấp thông tin rất phổ biết (trước khi có Web)

#### **Usenet servers and clients:**



Source: Wikipedia

#### **Usenet Traffic Per Day:**



Source: Wikipedia

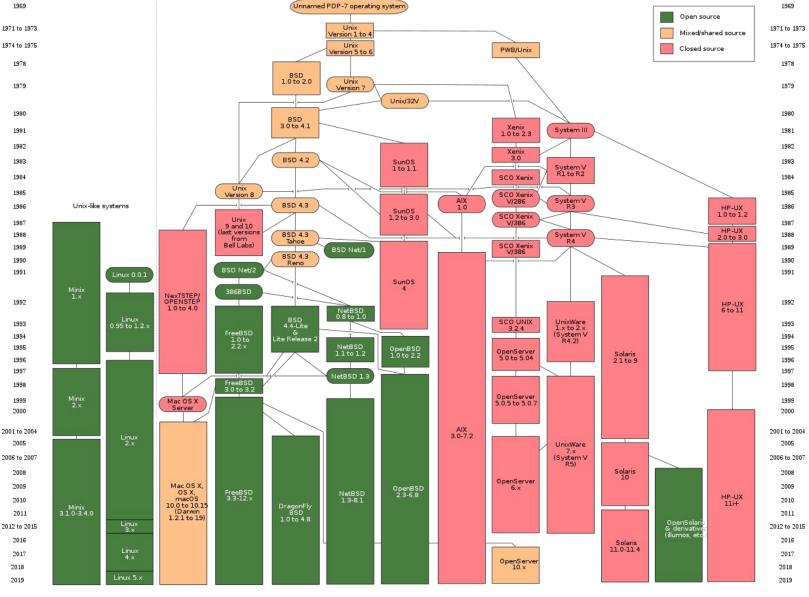


<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/Bell Labs

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> https://en.wikipedia.org/wiki/National Science Foundation Network

# Phả hệ Unix

Source: Wikipedia (https://en.wikipedia. org/wiki/Unix)





#### 1986: Nối kết USENET & NSFNET

Source: http://www.cybergeography.org/atlas/historical.html



## Giao thức mới, mạng mới & chuẩn hóa

- Bộ giao thức mạng TCP/IP:
  - "Ngôn ngữ" của ARPANET & NFSNET
  - 1985: tích hợp vào Unix của IBM, AT&T
  - 1989: Berkeley tích hợp TCP/IP vào FreeBSD Unix
  - Dịch vụ trên TCP/IP xuất hiện bên cạnh Unix Newsgroups: FTP, DNS, Mail, v.v..
  - 1995: Microsoft tích hợp TCP/IP vào hệ điều hành Windows
- Internet Engineering Task Force (IETF) & Internet:
  - 1986 1988: các mạng riêng mới kết vối vào NSFNET (MFENET, HEPNET Dept. Energy, SPAN - NASA, BITnet, CSnet, NSFnet, Minitel, v.v..)
  - NSFNET trở thành mạng backbone kết nối các mạng khác với nhau □ thuật ngữ Internet được hình thành
  - 1986: cuộc họp đầu tiên theo hình thức mở cửa công cộng (public open) với các thành viên tham gia tự nguyện, tự đặt sứ mệnh chuẩn hóa TCP/IP
  - 1987: Ed Krol, giám đốc trung tâm kết nối mạng trường đại học Illinois, mệt mỏi vì phải lặp lại việc trả lời các câu hỏi liên quan đến Internet, đã cho xuất bản tài liệu text online có tên "Hitchhiker's Guide to the Internet" (hitchhiker nghĩa là người đi nhờ xe). Hai năm sau, tài liệu được IETF xuất bản với mã số RFC1118, trở thành bản hướng dẫn "Internet manual" đầu tiên.

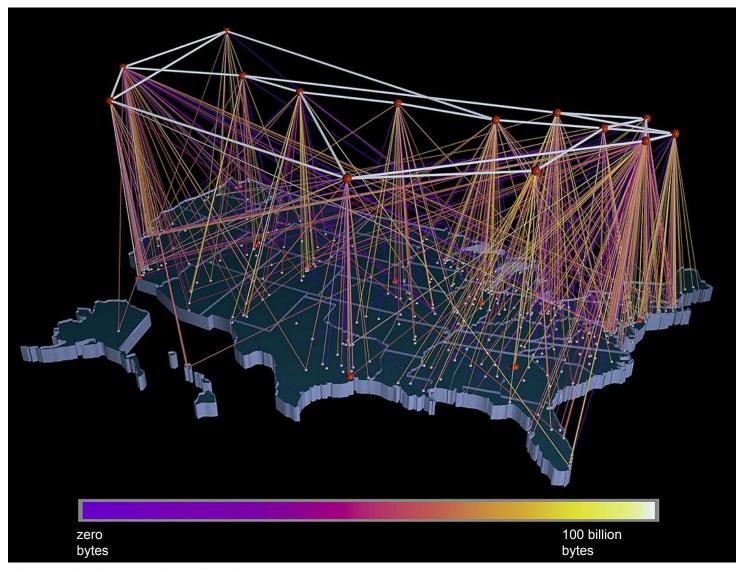


### Internet thập niên 90

- Thương mại hóa Internet
- Web & Web & Web



# Kết nối Internet năm 1991



Phổ lưu lượng giao thông trên mạng backbone NSFNET năm 1991 (nguồn: wikipedia)



## Internet thập niên 90

- Đầu 90: ARPAnet chỉ là một phần của Internet
- Đầu 90: Web
  - HTML, HTTP: Berners-Lee
  - 1994: Mosaic,
     Netscape
- Cuối 90: Thương mại hóa Internet

#### Cuối 1990's - 2000's:

- Nhiều ứng dụng mới: chat, chia sẻ file P2P...
- E-commerce, Yahoo, Amazon, Google...
- > 50 triệu máy trạm, > 100 triệu NSD
- Vấn đề an toàn an ninh thông tin!
  - Internet dành cho tất cả mọi người
  - Tất cả các dịch vụ phải quan tâm tới vấn đề này



## Internet Việt Nam

- 1991: Kết nối đầu tiên<sup>1</sup>
- 1996: Chuẩn bị hạ tầng kết nối Internet
  - ISP: VNPT
  - 64kbps, 1 đường kết nối quốc tế
- 1997: Việt Nam chính thức kết nối Internet
  - □ 1 IXP: VNPT
  - 4 ISP: VNPT, Netnam (IoIT), FPT, SPT
- Quản lý Internet tại Việt Nam:
  - Bộ Thông tin & Truyền thông với Trung tam Internet VN<sup>2</sup> (VNNIC)
  - Các ISP: VNPT, FPT, Viettel, CMC, VDC, Netnam, v.v..



<sup>1</sup> https://vi.wikipedia.org/wiki/Internet\_t%E1%BA%A1i\_Vi%E1%BB%87t\_Nam

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> https://vi.wikipedia.org/wiki/Trung\_t%C3%A2m\_Internet\_Vi%E1%BB%87t\_Nam\_

## 1. Cơ bản về mạng máy tính

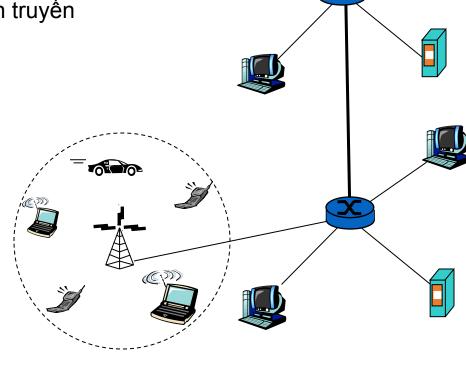
- ☐ Internet & lịch sử phát triển
- Các khái niệm mạng máy tính
- ☐ Kiến trúc mạng



## Mạng máy tính là gì?

- Tập hợp các máy tính kết nối với nhau dựa trên một kiến trúc nào đó để có thể trao đổi dữ liệu
  - Máy tính: máy trạm, máy chủ, bộ định tuyến
  - Kết nối bằng một phương tiện truyền
  - Theo một kiến trúc mạng
- Các dạng "máy tính" (trạm làm việc):







## Giao thức là gì?

Giao thức người-người Giao thức máy-máy yêu cầu Ηi trả lời Ηi Anh cho hỏi request mấy giờ rồi ạ? 👈 responee 2:00 Thời gian



## Giao thức mạng

- Protocol: Quy tắc để truyền thông
  - Gửi một yêu cầu hoặc thông tin
  - Nhận một thông tin hoặc yêu cầu hành động
  - Các yêu cầu, thông tin được gửi dưới dạng các thông điệp
- Định nghĩa
  - Khuôn dạng dữ liệu, thông điệp
  - Thứ tự truyền, nhận thông điệp giữa các thực thế trên mạng
  - Các hành động tương ứng khi nhận được thông điệp
- Ví dụ về giao thức mạng: TCP, UDP, IP, HTTP, Telnet, SSH, Ethernet, ...



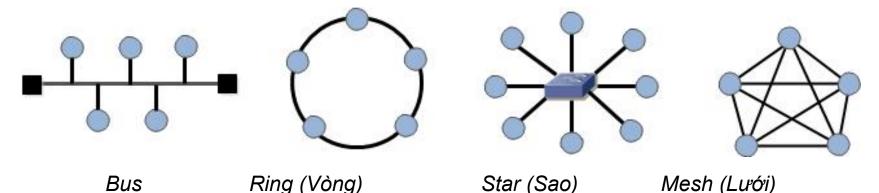
## Đường truyền vật lý

- Là các phương tiện vật lý có khả năng truyền dẫn tín hiệu
- Phân loại:
  - Hữu tuyến: cáp xoắn, cáp đồng trục, cáp quang,...
  - Vô tuyến: sóng radio, viba, sóng hồng ngoại,...
- Một số thông số đặc trưng:
  - Băng tần: Độ rộng tần số tín hiệu có thể truyền đi
    - f<sub>min</sub>: tần số nhỏ nhất, f<sub>max</sub>: tần số lớn nhất
    - ⇒ Băng tần = f<sub>max</sub> f<sub>min</sub>
  - Tỉ lệ lỗi bit khi truyền (BER Bit Error Rate/Ratio)
  - Độ suy hao: mức suy giảm tín hiệu khi truyền



## Kiến trúc mạng

- Các nút mạng kết nối với nhau như thế nào? (Hình trạng Topology)
  - Topology vật lý: hình trạng dựa trên cáp kết nối



- Topology logic: hình trạng dựa trên cách thức truyền tín hiệu: điểm điểm, điểm-đa điểm (quảng bá)
- ...và trao đổi dữ liệu với nhau như thế nào? (Giao thức Protocol)



## Một vài ví dụ

- Mang Internet
- Mạng nội bộ cơ quan, trường học
- Mang gia đình
- Hệ thống ATM của ngân hàng
- Mang điện thoại

•



## Phân loại mạng máy tính

- Mang cá nhân (PAN Personal Area Network)
  - Phạm vi kết nối: vài chục mét
  - Số lượng người dùng: một vài người dùng
  - Thường phục vụ cho cá nhân
- Mang cục bộ (LAN Local Area Network):
  - Phạm vi kết nối: vài ki-lô-mét
  - Số lượng người dùng: một vài đến hàng trăm nghìn
  - Thường phục vụ cho cá nhân, hộ gia đình, tổ chức



## Phân loại mạng máy tính

- Mang đô thị (MAN Metropolitian Area Network)
  - Phạm vi kết nối: hàng trăm ki-lô-mét
  - Số lượng người dùng: hàng triệu
  - Phục vụ cho thành phố, khu vực
- Mang diện rộng (WAN Wide Area Network)
  - Phạm vi kết nối: vài nghìn ki-lô-mét
  - Số lượng người dùng: hàng tỉ
  - GAN Global Area Network: phạm vi toàn cầu (Ví dụ: Internet)



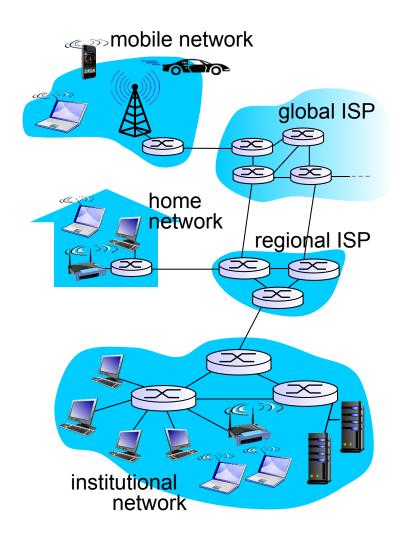
## 1. Cơ bản về mạng máy tính

- ☐ Internet & lịch sử phát triển
- Các khái niệm mạng máy tính
- ☐ Kiến trúc mạng



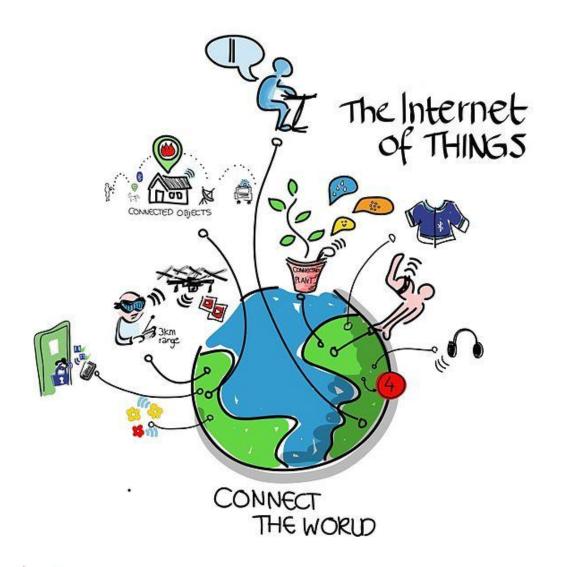
## Mang Internet

- Trên 5 tỉ thiết bị kết nối
- 3.2 tỉ người dùng(40%)
- Đường truyền: cáp quang, cáp đồng, Wimax, 3G...
- Truyền tải ~3x109 GB mỗi ngày
- Dịch vụ: Web, email, mạng xã hội, Skype...





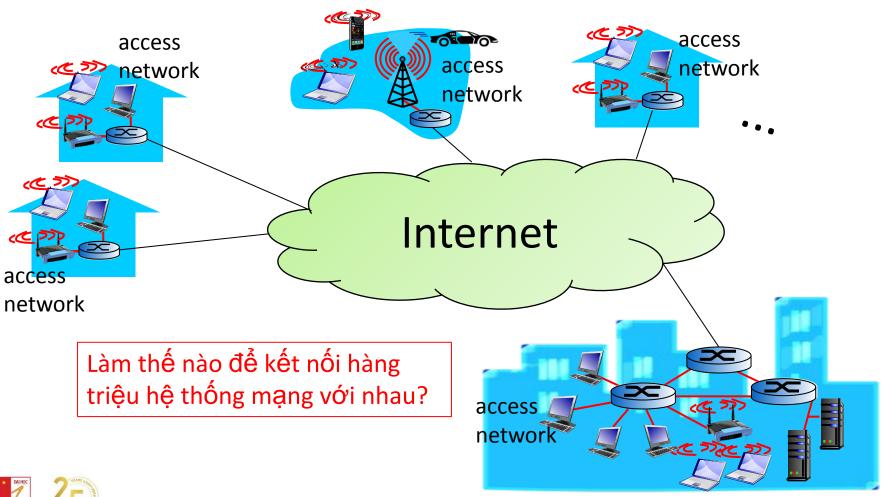
## Internet of things





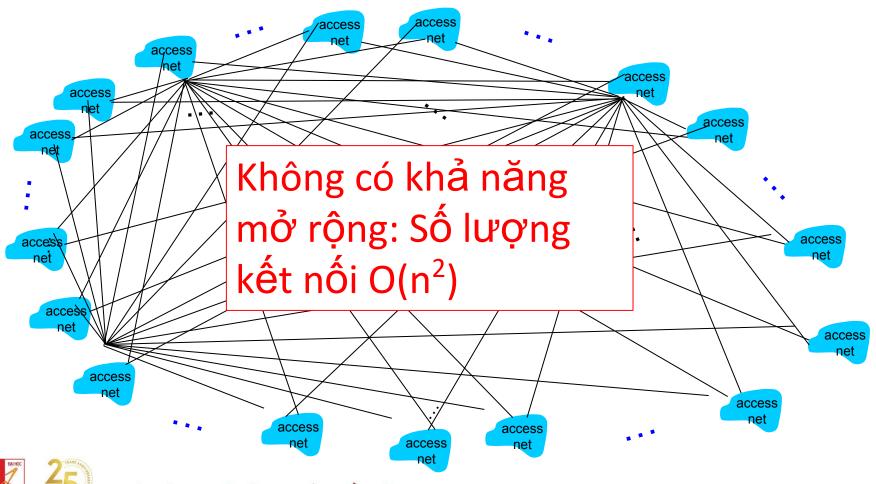
#### Kiến trúc Internet

Mang của các mạng (Network of networks)



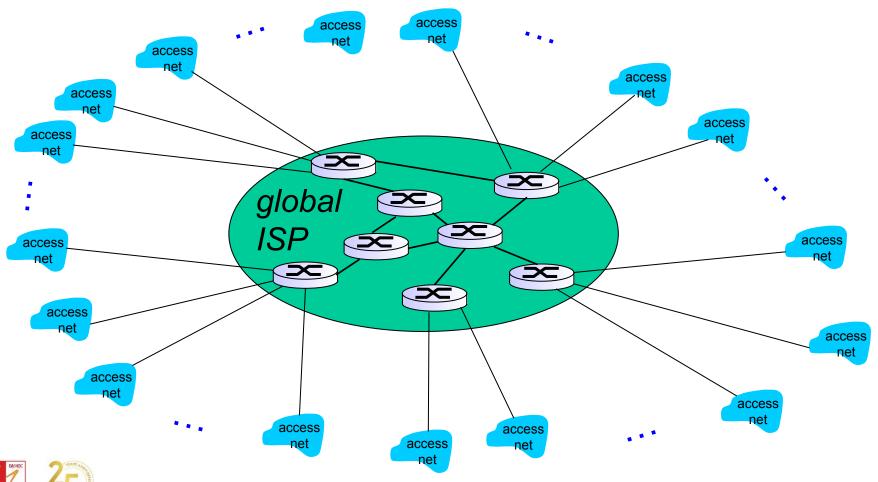
# Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng

Kết nối một mạng với tất cả các mạng khác?



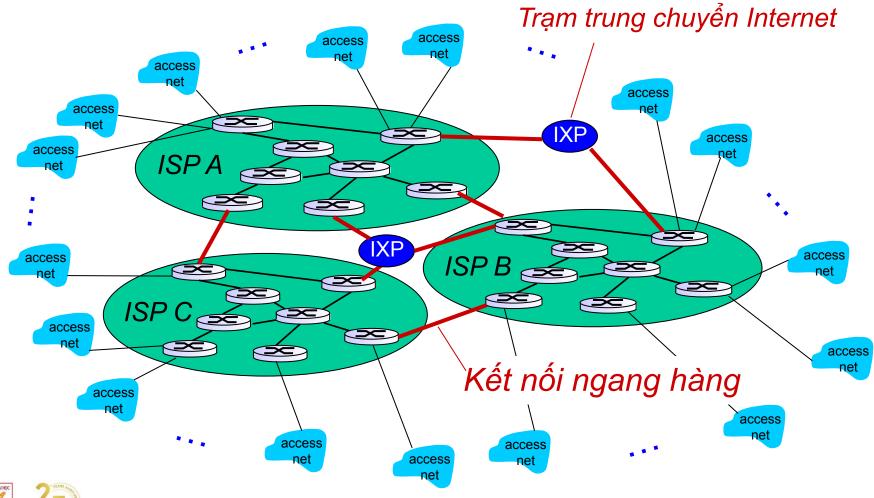
## Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng (2)

 Kết nối mỗi mạng vào một trạm chuyển tiếp của một nhà cung cấp toàn cầu (global ISP)



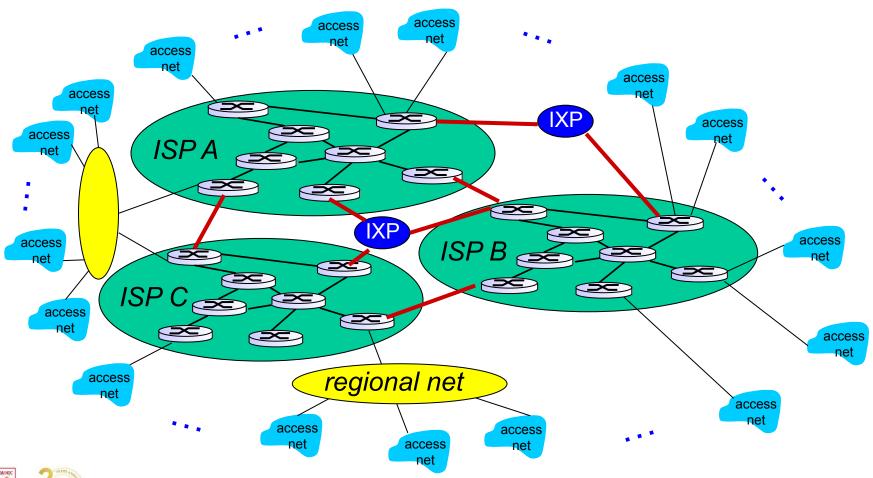
### Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng (3)

• Thêm nhiều ISP...



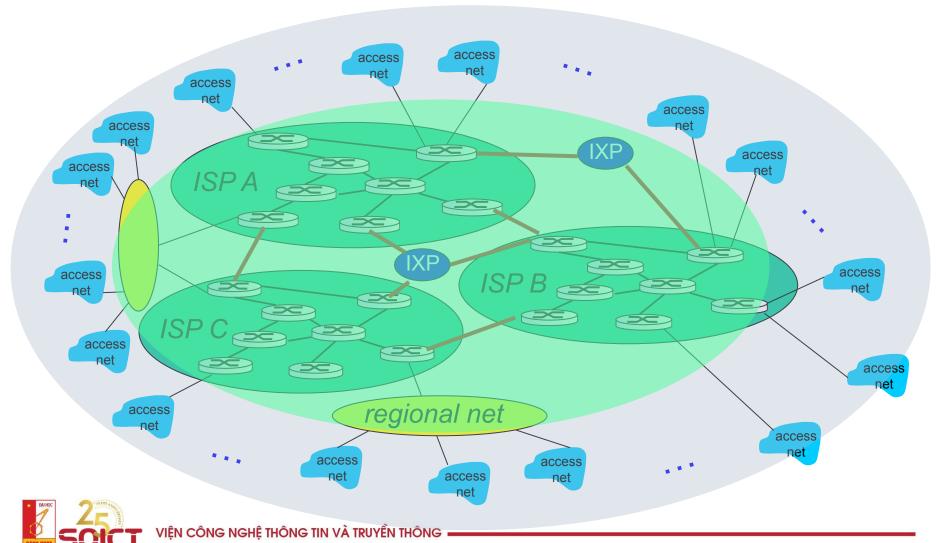
#### Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng (4)

• Thêm các mạng khu vực (regional network)...



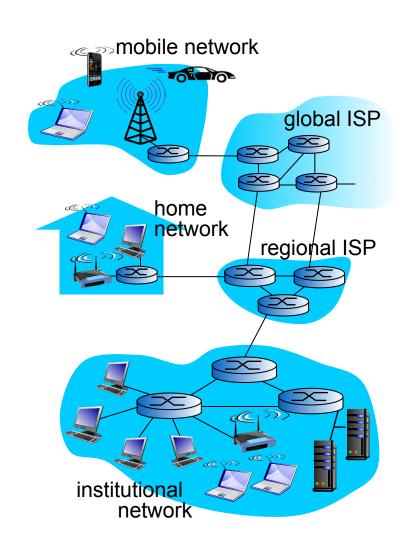
### Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng (5)

Mạng lõi và mạng biên



# Kiến trúc mạng

- Mang bien (network edge):
  - Nút mạng đầu cuối (end-system, host): PC, điện thoại, máy chủ, máy tính nhúng...
  - Mạng truy nhập (access network): đường truyền, thiết bị kết nối (router, switch, hub, tổng đài...)
- Mạng lõi (network core):
   đường truyền, thiết bị kết nối
  - Mạng của các mạng
- Mới chỉ đề cập đến khía canh "Kết nối như thế nào?"





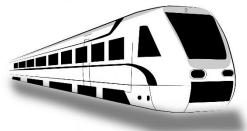
#### 2. Chuyển mạch gói & chuyển mạch kênh

Chuyển tiếp dữ liệu qua các kết nối mạng như thế nào?









#### 2. Chuyển mạch gói & chuyển mạch kênh

- □ Đặt vấn đề
- ☐ Chuyển mạch kênh
- ☐ Chuyển mạch gói



## 2.1. Đặt vấn đề

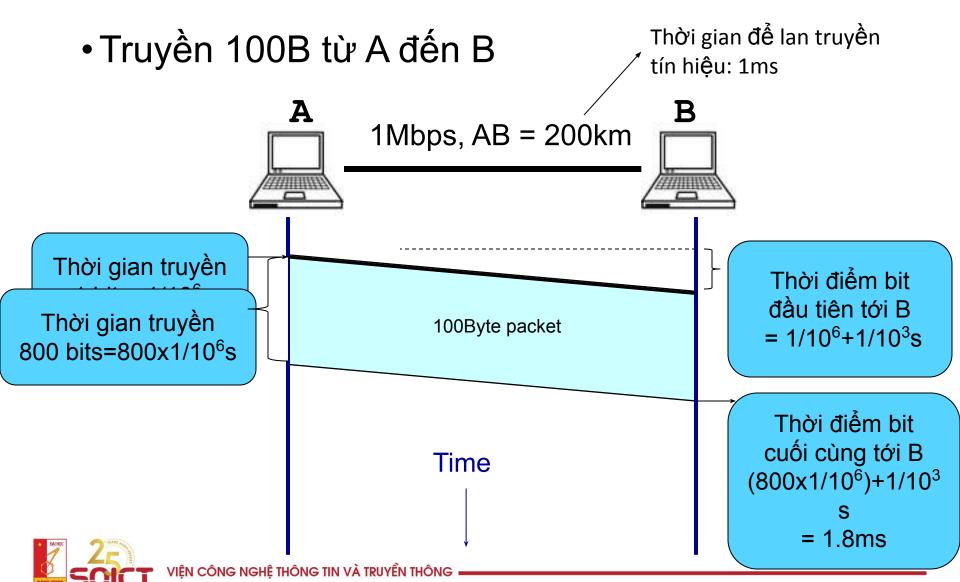
Kết nối điểm-điểm giữa 2 host



- Thông số của kết nối:
  - Băng thông (bandwith R): lượng dữ liệu truyền tối đa trong một đơn vị thời gian (bps – bit per second). Ví dụ: đường cáp quang băng thông (tốc độ truyền) 100Mbps.
  - Trễ (Latency): thời gian truyền liệu từ A đến B
    - Trễ truyền dẫn (transmission delay): Độ dài liên kết / tốc độ tín hiệu. Ví dụ cáp quang dài 10km, truyền tốc độ gần ánh sáng  $(3 \times 10^8 \text{m/s})$  □  $10 \times 10^3/(3 \times 10^8) \sim 3.333 \times 10^{-5} = 0.03333 \text{ ms}$
    - Trễ truyền tin: Kích thước dữ liệu / Băng thông



## Kết nối điểm-điểm giữa 2 host



#### Bài tập tại lớp

Câu 3. Các gói dữ liệu có độ dài 1000 bytes được truyền qua đường dây cáp quang với tốc độ 100Mbps. Độ dài của đường dây là 100km.

a. Tính thời gian phát hết một gói.

Trả lời: (0.25 điểm)

$$t_g = \frac{8.1000}{100.10^6} s = 80\mu s$$

b. Tính thời gian để truyền 1 bit từ nguồn đến đích (tốc độ lan truyền là 200000km/s).

Trả lời: (0.25 điểm)

$$t_p = \frac{100}{200000} s = 5.10^{-4} s = 500 \mu s$$

c. Tính số gói dữ liệu cùng xuất hiện trên đường truyền.

Trả lời: (0.25 điểm)

$$a = \frac{t_p}{t_g} = 6.25$$
 (chấp nhận đáp án là 6 sau khi làm tròn)

d. Xác định tốc độ truyền thực tế, để mỗi bit của một gói phát ra phía bên phát cần được báo nhận bởi một bit phía bên thu.

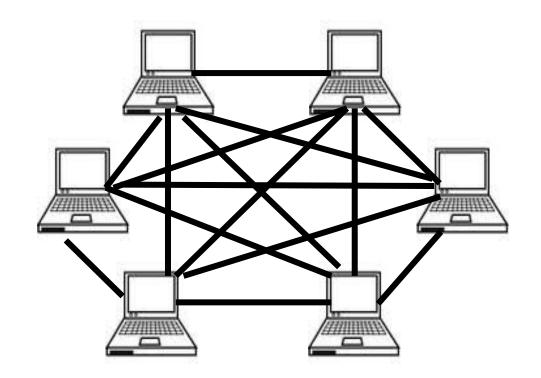
Trả lời: (0.25 điểm)

$$t_{ges}=t_g+t_p+t_{p(ACK)}+t_{g(ACK)}=1160\mu s$$
 là cần thiết cho 8000 bit.



# Kết nối giữa nhiều host

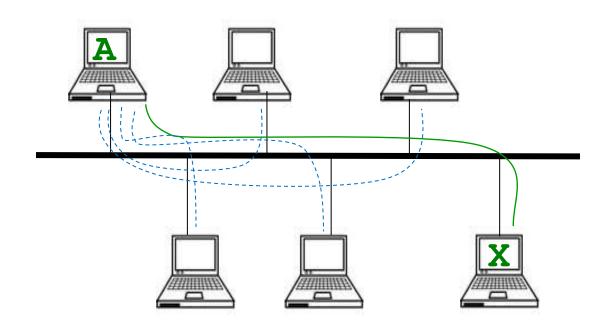
- Điểm-điểm giữa mọi cặp
- Hạn chế?





# Kết nối giữa nhiều nút mạng

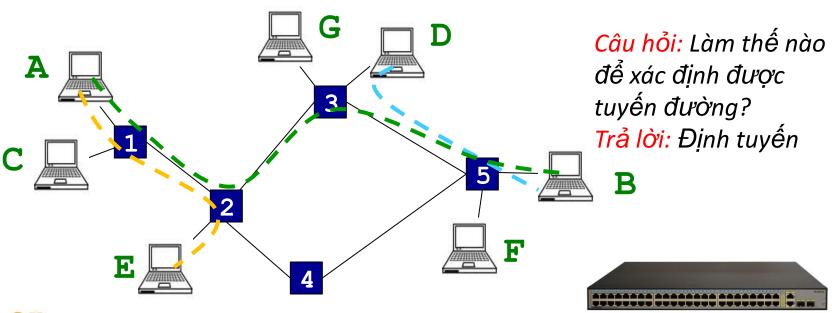
- Điểm-đa điểm: Sử dụng 1 đường truyền chung cho tất cả □ truyền "quảng bá" (broadcast)
- Hạn chế?





# Kết nối giữa nhiều nút mạng

- Giải pháp: mạng chuyển mạch (switch)
  - Mỗi host kết nối với 1 thiết bị chuyển mạch
  - Các thiết bị chuyển mạch kết nối điểm-điểm và thực hiện chuyển tiếp dữ liệu tới đích
  - Chia sẻ tài nguyên đường truyền





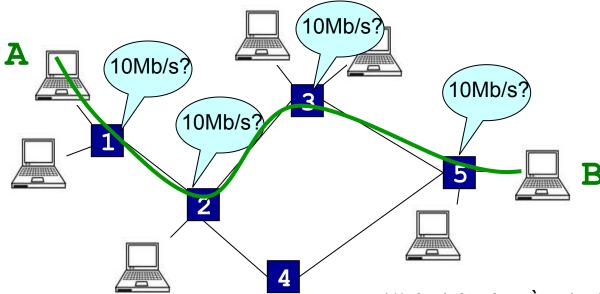
#### 2. Chuyển mạch gói & chuyển mạch kênh

- □ Đặt vấn đề
- ☐ Chuyển mạch kênh
- ☐ Chuyển mạch gói



## Chuyển mạch kênh

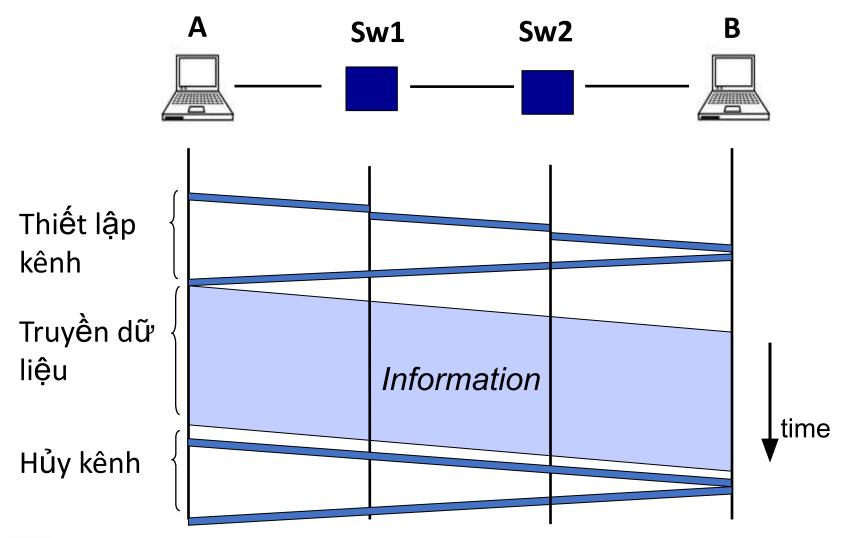
 Circuit switching network: cấp phát tài nguyên đường truyền (kênh) dành riêng cho từng kết nối logic giữa 2 nút mạng



- (1) A phát yêu cầu xin thiết lập kênh
- (2) Các thiết bị chuyển mạch thiết lập kênh
- (3) A bắt đầu truyền dữ liệu
- (4) A truyền xong: phát yêu cầu hủy kênh



# Giản đồ thời gian



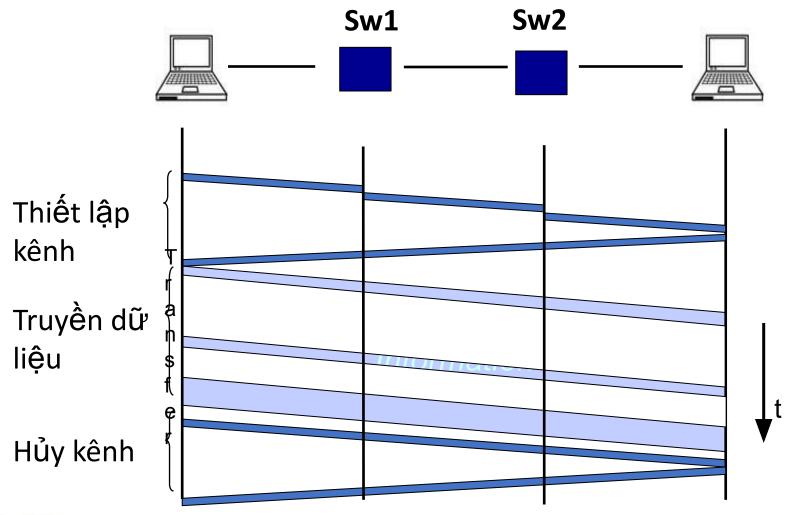


## Ưu điểm và nhược điểm

- Ưu điểm:
  - □ Kênh được thiết lập sẵn □ Trễ khi chuyển mạch rất thấp
- Nhược điểm?

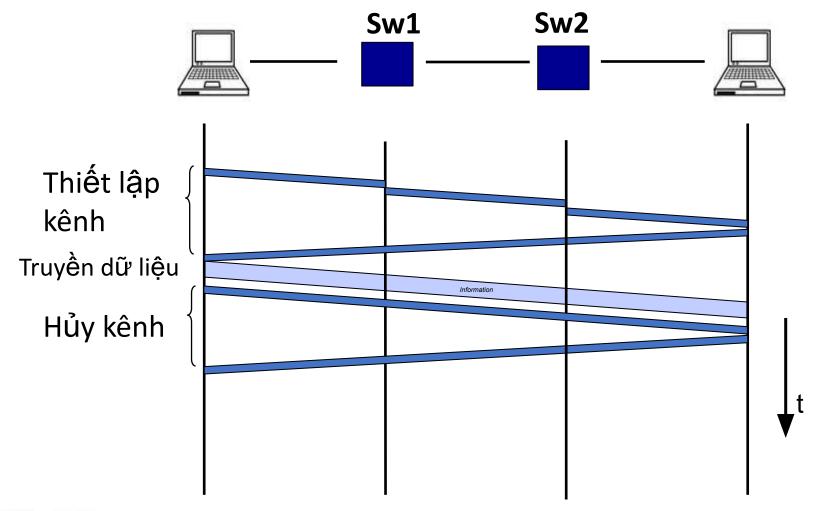


# Nhược điểm: kênh "trắng"



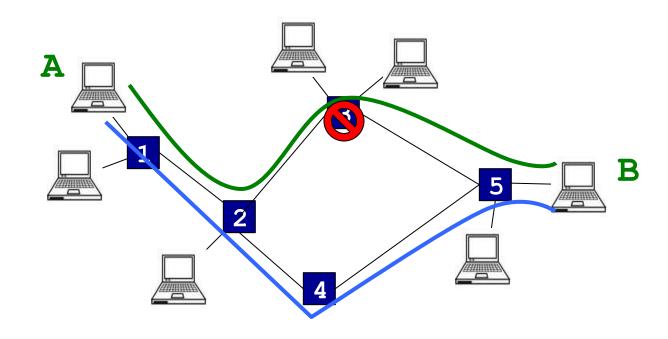


## Nhược điểm: kênh "bé"





## Nhược điểm: lỗi kênh truyền

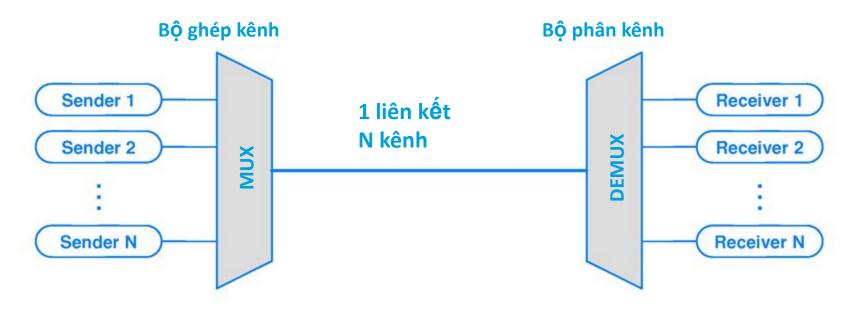


 Bắt đầu lại toàn bộ quá trình thiết lập kênh truyền nếu lỗi xảy ra trên thiết bị chuyển mạch khi truyền



#### Ghép kênh/Phân kênh

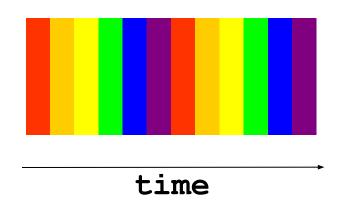
- Mong muốn: nhiều kênh truyền dữ liệu trên 1 kênh liên kết vật lý
- Ghép kênh (Multiplexing): gửi dữ liệu của nhiều kênh khác nhau trên cùng một liên kết vật lý
- Phân kênh (Demultiplexing): phân dữ liệu nhận được trên liên kết vật lý vào các kênh tương ứng và chuyển đến đúng đích

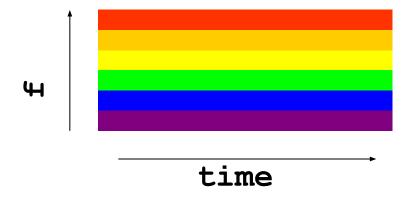




## Một số kỹ thuật ghép kênh

- Ghép kênh theo thời gian(TDM): mỗi kết nối sử dụng tài nguyên trong khe thời gian được phân
- Ghép kênh theo tần số (FDM): mỗi kết nối sử dụng một băng tần tín hiệu riêng





#### 2. Chuyển mạch gói & chuyển mạch kênh

- □ Đặt vấn đề
- ☐ Chuyển mạch kênh
- Chuyển mạch gói



# 2.3. Chuyển mạch gói

- Dữ liệu được chia thành các gói tin (packet)
  - Phần tiêu đề (header): địa chỉ, số thứ tự
  - Phần dữ liệu (payload data)
- Thiết bị chuyển mạch chuyển tiếp gói tin dựa trên tiêu đề

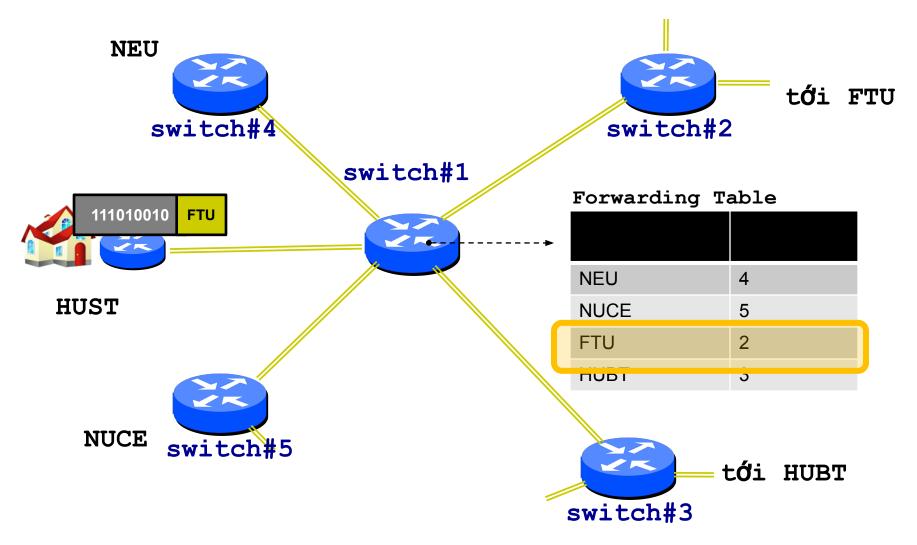


01000111100**pay1boad**1110100011001

header



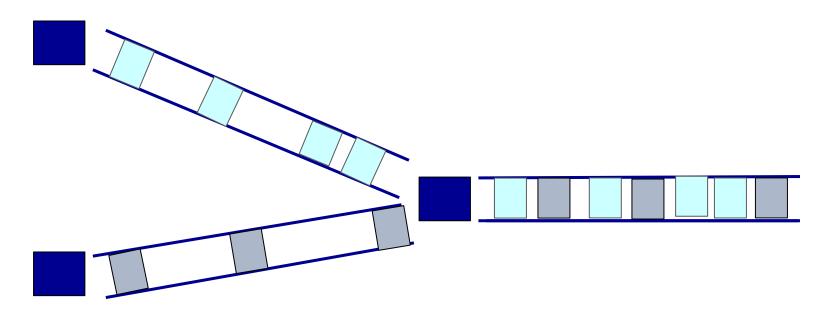
# Chuyển tiếp gói tin





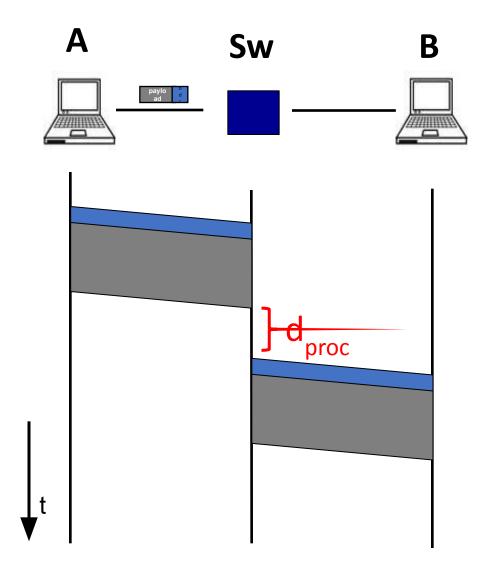
# Chuyển mạch gói

- Mỗi gói tin có thể được xử lý độc lập
  - Các gói tin có thể tới đích theo các đường khác nhau, không còn đúng thứ tự
- Tài nguyên dùng chung cho tất cả các kết nối
  - Nếu còn tài nguyên, bất kỳ nút nào cũng có thể sử dụng



# Giản đồ thời gian

- Thiết bị chuyển mạch chỉ chuyển tiếp khi nhận được đầy đủ gói tin (store and forward)
- Thiết bị chuyển mạch cần thời gian để xử lý gói tin (d<sub>proc</sub>):
  - Kiểm tra lỗi trên gói tin
  - Quyết định gói tin gửi đến đâu
  - Thường rất nhỏ so với trễ truyền tin

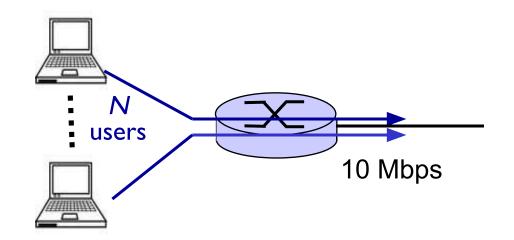




#### Chuyển mạch gói vs Chuyển mạch kênh

#### Ví dụ:

- Băng thông đi 10 Mb/s
- Mỗi kết nối của người dùng tới:
  - Được cấp phát I Mb/s
  - Thời gian sử dụng để truyền dữ liệu: 10% tổng thời gian
- Mang chuyển mạch kênh:
  - Tối đa 10 người dùng đồng thời xin cấp phát
- Mạng chuyển mạch gói:
  - Giả sử có 30 người dùng sử dụng chung
  - Xác suất để > 10 người dùng đồng thời truyền dữ liệu là bao nhiêu? (~0.0001)



• Phân phối nhị thức:

$$P(x = k) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$$

 Nếu số người dùng tăng lên?



# Tính hiệu suất chuyển mạch

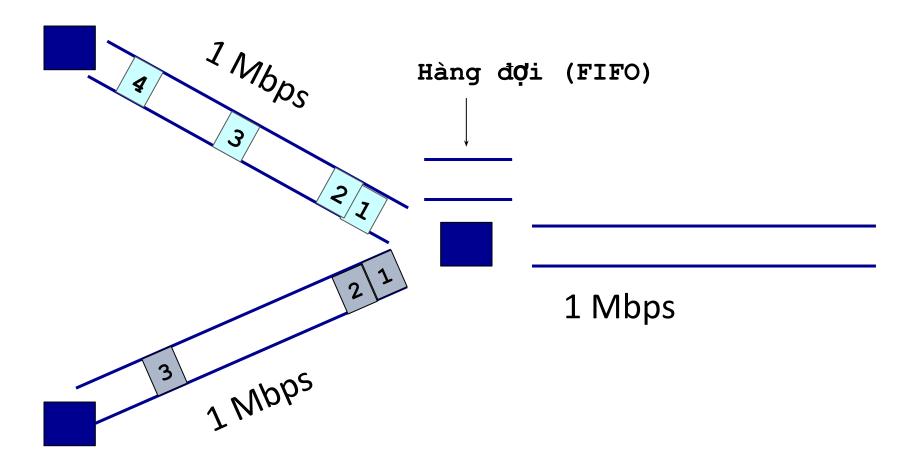
 Mạng chuyển mạch kênh: Xác suất cả 10 máy của người dùng truyền dữ liệu:

$$P(k = 10) = C_{10}^{10} \times 0.1^{10} \times 0.9^{0} = 10^{-10}$$

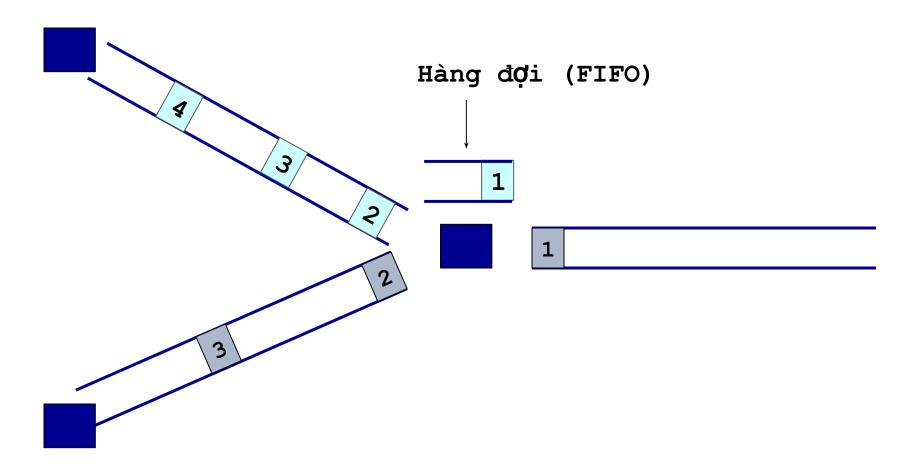
 Mạng chuyển mạch gói: Xác suất cả 10 máy truyền dữ liệu

$$P(k = 10) = C_{30}^{10} \times 0.1^{10} \times 0.9^{20} =$$

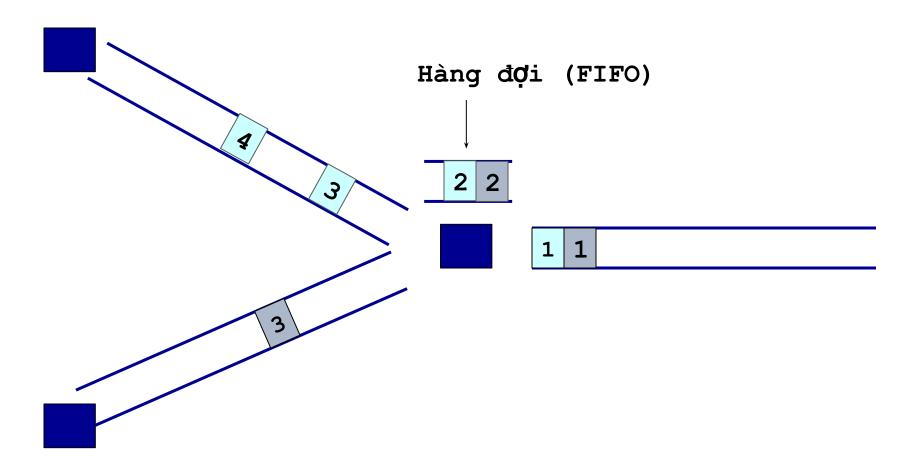




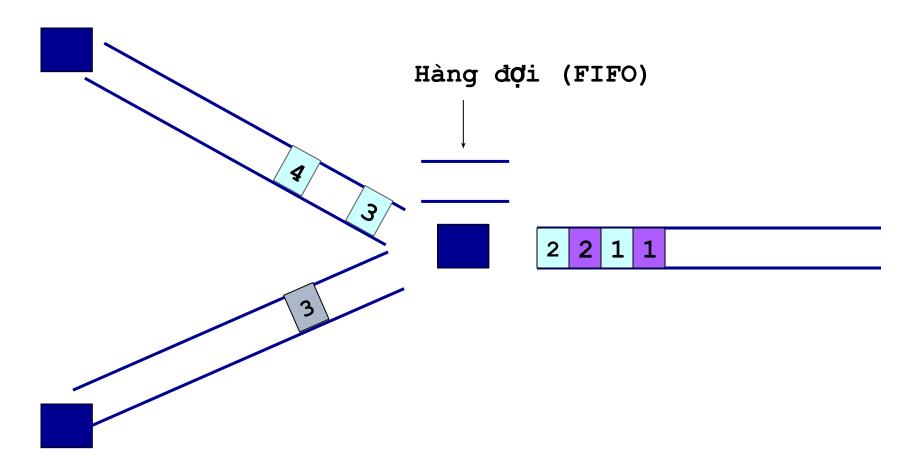




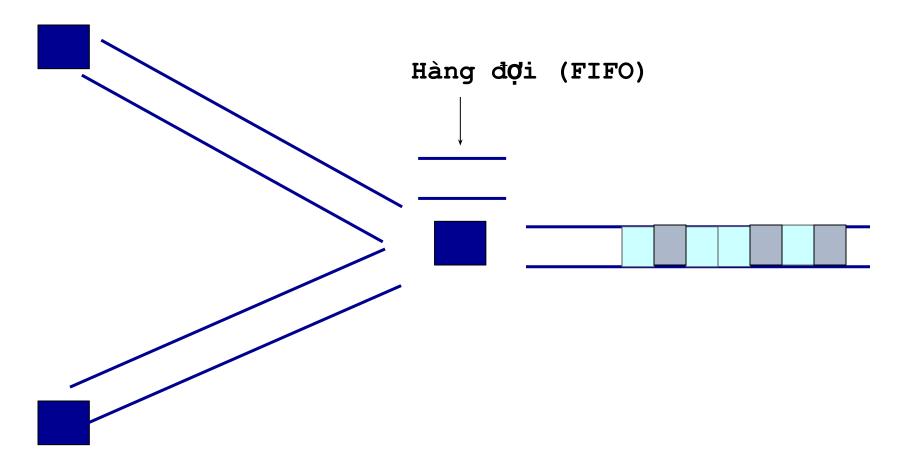








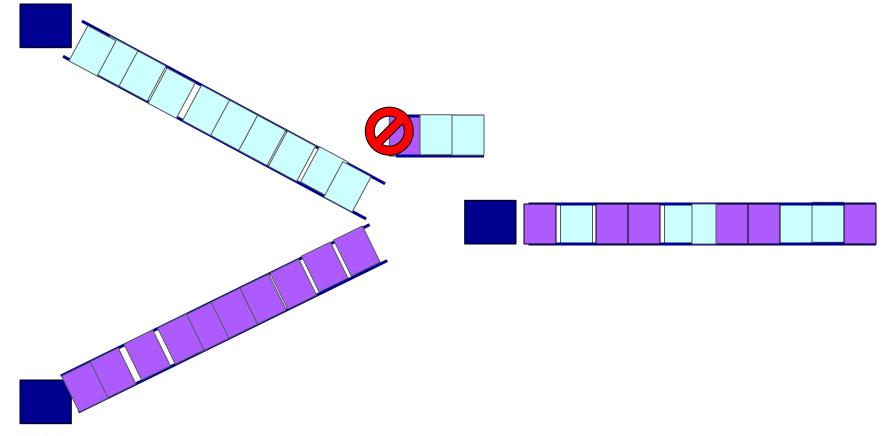






# Mất gói tin

- Kích thước hàng đợi có hạn
- Gói tin tới khi hàng đợi đã đầy sẽ bị mất



## 3. Một số thông số cơ bản trong mạng

- □ Băng thông
- Thông lượng
- □ Độ trễ
- □ Độ mất gói tin



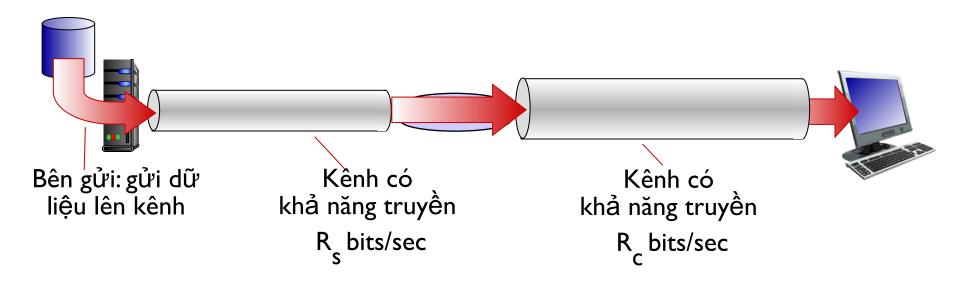
## Các thông số cơ bản

- Băng thông ≡ Tốc độ truyền tin ≡ Dung lượng
- Thông lượng
- MTU(Maximum Transmission Unit): kích thước lớn nhất của gói tin
- Độ trễ
  - Trễ trên thiết bị đầu cuối
  - Trễ trên thiết bị trung gian
  - Trễ truyền tin
  - Trễ lan truyền
- Độ mất gói tin



### Thông lượng (throughput)

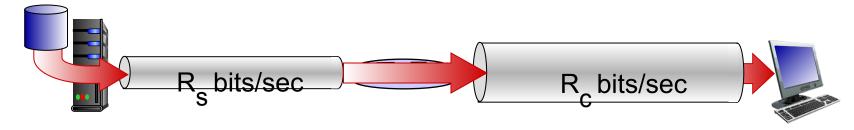
- ❖ Thông lượng: tốc độ (bits/sec) truyền tin tại một điểm nào đó trong mạng
  - Tức thời: thông lượng tại một thời điểm
  - Trung bình: thông lượng tính trung bình trong một khoảng thời gian



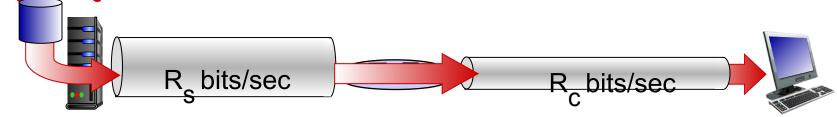


# Thông lượng (tiếp)

 $R_{c} < R_{c}$  Thông lượng trung bình là bao nhiêu?



R > R Thông lượng trung bình là bao nhiêu?



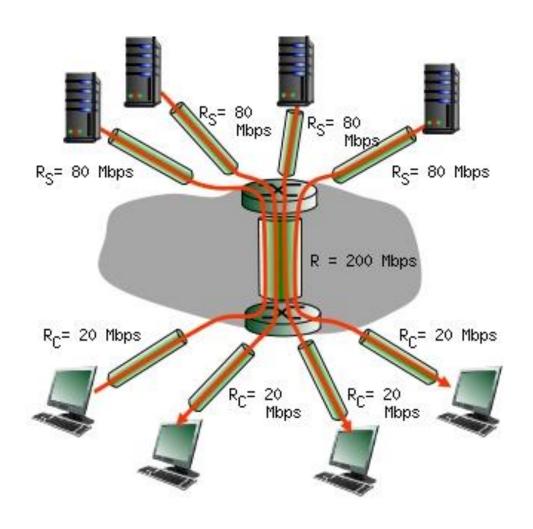
#### Nút thắt cổ chai (bottleneck)

Là điểm tại đó làm giới hạn thông lượng trên đường truyền



## Nút thắt cổ chai

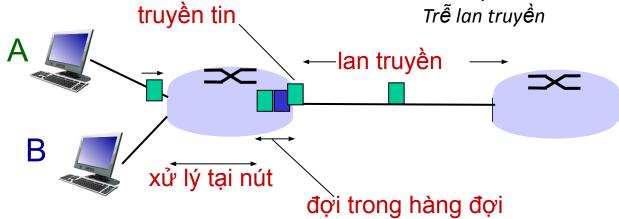
 Xác định nút thắt cổ chai?





## Độ trễ

Trễ trên thiết bị **đầ**u cuối Trễ trên thiết bị trung gian Trễ truyền tin Trễ lan truyền



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

#### d<sub>trans</sub>: trễ truyền tin:

- L: kích thước dữ liệu (bits)
- R: băng thông (bps)
- $d_{trans} = L/R$

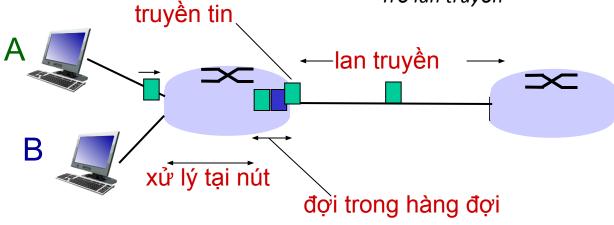
#### d<sub>prop</sub>: trễ lan truyền (truyền dẫn)

- d: độ dài đường truyền
- s: tốc độ lan truyền tín hiệu (~2x10<sup>8</sup> m/sec)



# Độ trễ (tiếp)

Trễ trên thiết bị đầu cuối Trễ trên thiết bị trung gian Trễ truyền tin Trễ lan truyền



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

## d<sub>proc</sub>: trễ xử lý

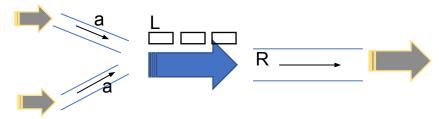
- Kiểm tra lỗi bit
- Xác định liên kết ra
- Thường < µsec</li>

#### d<sub>queue</sub>: trễ hàng đợi Phụ thuộc vào số lượng

 Phụ thuộc vào sô lượng dữ liệu trong hàng đợi



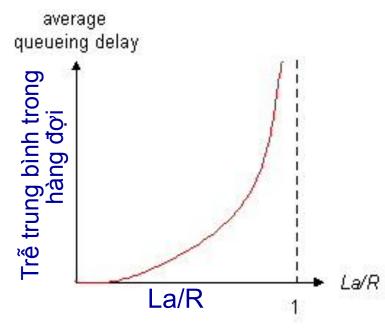
## Trễ hàng đợi



- R: băng thông (bps)
- L: kích thước gói tin (bits)
- a: tốc độ đến của gói tin

- ♦ La/R ~ 0: trễ hàng đợi nhỏ
- ★ La/R 
  ☐ 1: trễ hàng đợi lớn
- ❖ La/R > 1: trễ vô cùng (mất gói tin)

☐ Bài toán điều phối tốc độ *a* trên kênh truyền điểm cuối đến điểm cuối (end-to-end)



La/R ~ 0

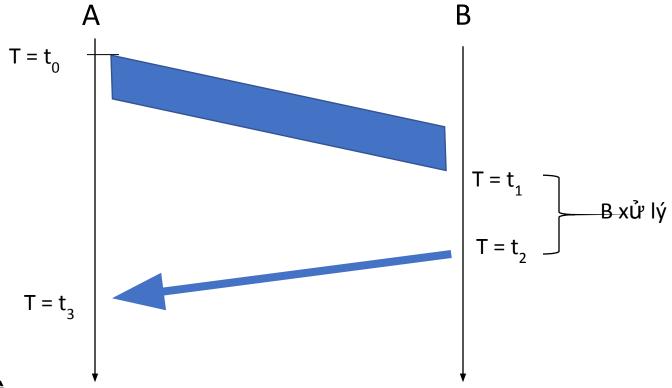






## Round Trip Time

•RTT: Trễ khứ hồi (2 chiều) =  $t_3 - t_0$ 



• Trễ 1 chiều:  $t_1 - t_0$ 



#### **MTU**

- Maximum Transmission Unit: Kích thước tối đa của gói tin có thể truyền trên đường truyền
- Ví dụ: Mạng Ethernet có MTU = 1526 byte
- Tại sao?
- Lý do 1: Giảm tỉ lệ gói tin bị lỗi bit
  - □ BER = Số bit lỗi / Tổng số bit truyền □ thường là hằng số
  - □ Ví dụ: BER = 10<sup>-3</sup> □ truyền 1000 bit sẽ lỗi 1 bit
  - □ Nếu gói tin kích thước L = 1000 bit □ xác suất gói tin có lỗi bit?
  - Nếu L = 100 bit □ xác suất gói tin có lỗi bit?
- Lý do 2: Giảm xác suất (kích thước dữ liệu) phải truyền lại do mất gói tin
  - Kích thước hàng đợi: N byte
  - Nếu gói tin có kích thước L = 1000 byte: hàng đợi đã đầy □ gói tin bị mất □ truyền lại gói tin □ kích thước dữ liệu cần truyền lại: 1000 byte
  - □ Nếu gói tin có kích thước L = 100 byte: hàng đợi đầy □ ?
- Kết luận: MTU làm giảm kích thước dữ liệu phải truyền lại



#### Tại sao MTU không nên quá nhỏ?

- MTU quá nhỏ làm giảm hiệu suất truyền
- Giải thích:
  - Gói tin gồm: tiêu đề (header) + phần thân (payload)
  - Kích thước header: hằng số
  - Hiệu suất truyền:

$$H = \frac{payload}{header + payload}$$



## 4. Kiến trúc phân tầng

- Mô hình thiết kế phân tầng
- Truyền thông trong kiến trúc phân tầng
- Mô hình OSI và TCP/IP
- Định danh trong TCP/IP
- Tổng kết về phân tầng & chồng giao thức

Tiếp tục với chủ đề "Làm thế nào để các nút mạng trao đổi thông tin?"







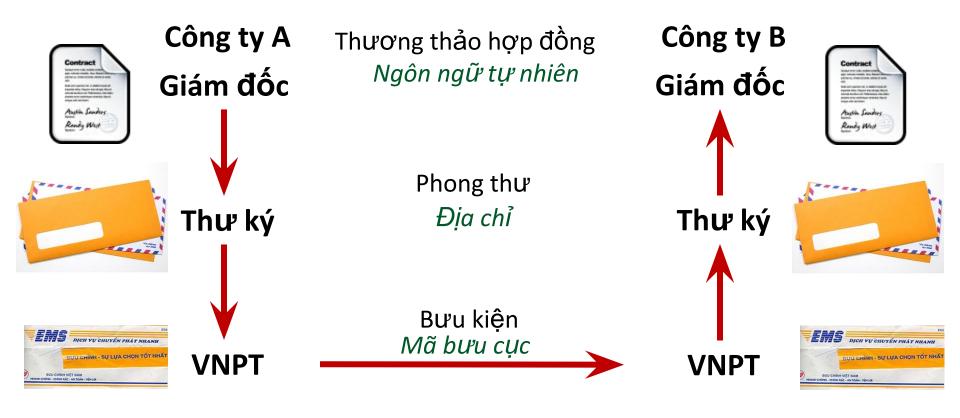
# Nguyên tắc "chia để trị"

- Xác định các nhiệm vụ cần thực hiện
- Tổ chức, điều phối thứ tự thực hiện các nhiệm vụ
- Phân định ai làm nhiệm vụ gì
- Ví dụ: Giám đốc công ty A & Giám đốc công ty B trao đổi thương thuyết hợp đồng
  - Giám đốc A: chỉnh nội dung hợp đồng & chuyển thư ký
  - Thư ký:
    - Format hợp đồng, cho vào bì thư, điền tên & địa chỉ công ty B
    - Đem đến bưu điện VNPT
  - Bưu điện VNPT:
    - Đóng gói bưu kiện
    - Ghi địa chỉ bưu cục nhận
    - Chuyến bưu kiện lên xe thư
    - Đưa bưu kiện đến bưu cục nhận



#### Bức thư được gửi và nhận như thế nào?

 Các bộ phận đồng cấp: Phương tiện và cách thức trao đổi thông tin giống nhau





### Trao đổi thông tin giữa các nút mạng

- Dữ liệu được tổ chức như thế nào?
- Định danh đánh địa chỉ: Phân biệt các máy với nhau trên mạng?
- Tìm đường đi cho dữ liệu qua hệ thống mạng như thế nào?
- Làm thế nào để phát hiện lỗi dữ liệu (và sửa)?
- Làm thế nào để dữ liệu gửi đi không làm quá tải đường truyền, quá tải máy nhận?
- Làm thế nào để chuyển dữ liệu thành tín hiệu?
- Làm thế nào để biết dữ liệu đã tới đích?...
- □ Phân chia nhiệm vụ cho các thành phần, tổ chức các thành phần thành các tầng (layer)



## Phân tầng

#### Mỗi tầng:

- Có thể có một hoặc nhiều chức năng
- Triển khai dịch vụ để thực hiện các chức năng
  - Cung cấp dịch vụ cho tầng trên
  - Sử dụng dịch vụ tầng dưới
  - Độc lập với các tầng còn lại
- Mỗi dịch vụ có thể có một hoặc nhiều cách triển khai khác nhau, cho phép tầng trên lựa chọn dịch vụ phù hợp

#### · Lợi ích:

- Dễ dàng thiết kế, triển khai
- Dễ dàng tái sử dụng
- Dễ dàng nâng cấp



Không phân tầng

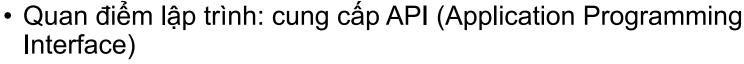


Phân tầng



## Điểm truy cập dịch vụ

- Service Access Point: là một khái niệm trừu tượng, tại đó tầng trên sử dụng dịch vụ tầng dưới cung cấp
  - Tầng trên chỉ cần quan tâm cách sử dụng dịch vụ tầng dưới
  - ...không quan tâm tới cách thức thực hiện



- Tên hàm và các thức truyền đối số không đổi
- Nội dung hàm có thể thay đổi

```
function doMyWork() {
    //do anything
    lowerService(parameters);
    //do anything
}
```



## 4. Kiến trúc phân tầng

- Mô hình thiết kế phân tầng
- Truyền thông trong kiến trúc phân tầng
- Mô hình OSI và TCP/IP
- Định danh trong TCP/IP
- Tổng kết về phân tầng & chồng giao thức



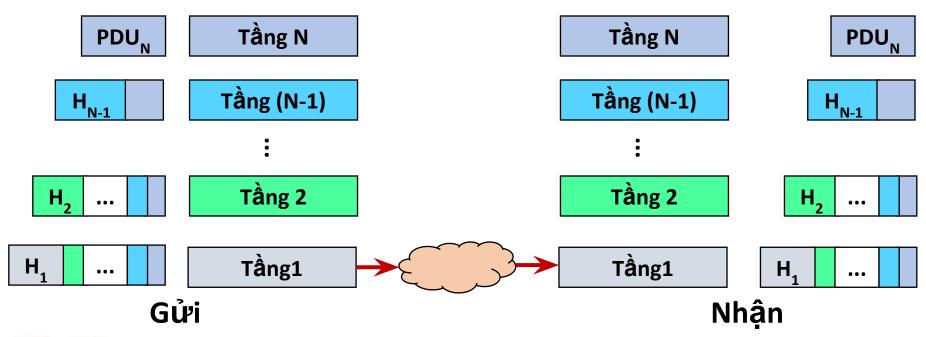
## Truyền thông trong kiến trúc phân tầng

- Các nguyên lý chung:
  - Tầng trên sử dụng dịch vụ tầng dưới
  - Các tầng ngang hàng sử dụng chung "ngôn ngữ" và phương tiện trao đổi dữ liệu
- Dữ liệu được xử lý tại mỗi tầng như thế nào?
  - Chia thành các đơn vị dữ liệu giao thức PDU (Protocol Data Unit) gồm có
    - Header: chứa địa chỉ, thông tin khác để hệ thống mạng xử lý
    - Payload: dữ liệu cần truyền tải
  - Chức năng mỗi tầng khác nhau, cách thức xử lý dữ liệu khác nhau □ cần phối hợp chức năng giữa các tầng trong quá trình truyền tải



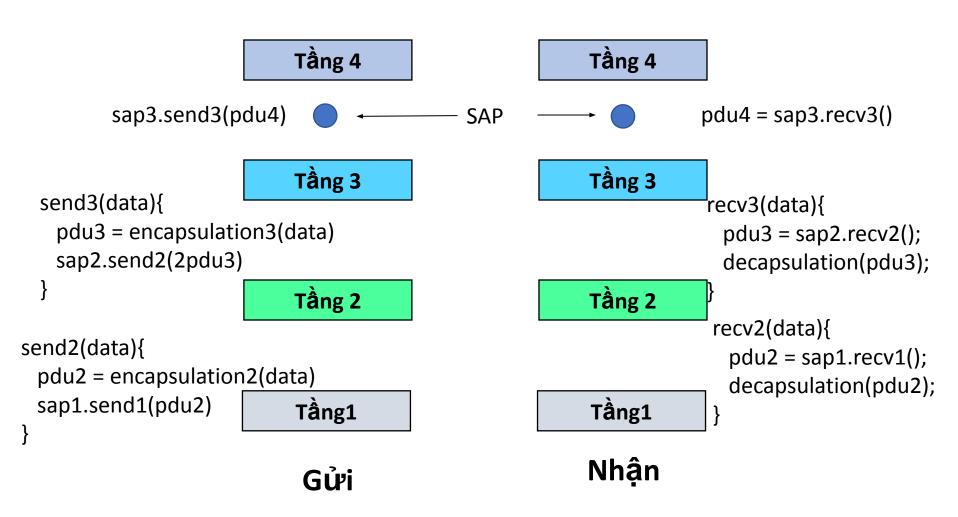
#### Truyền thông trong kiến trúc phân tầng

- Bên gửi: thêm tiêu đề chứa thông tin phục vụ cho việc xử lý dữ liệu tại tầng tương ứng và chuyển cho tầng dưới (Đóng gói dữ liệu – Encapsulation)
- Bên nhận: xử lý dữ liệu theo thông tin trong phần tiêu đề, tách tiêu đề và chuyển dữ liệu cho tầng trên





#### SAP Invocation & Implementation





#### Truyền thông trong kiến trúc phân tầng (tiếp)

#### Nhận xét:

- □ PDU tại các tầng đồng cấp của hai bên giống nhau □ truyền thông giữa các tầng ngang hàng (truyền thông logic)
- Phía nhận phải hiểu nội dung PDU của phía gửi
- Phía nhận xử lý PDU nhận được với các tham số là thông tin trong tiêu đề mà phía gửi đã thiết lập
- Phía nhận trả lời/không trả lời cho phía gửi
- Các PDU phải truyền đúng theo thứ tự
- □ cần có bộ quy tắc cho hai bên

#### Giao thức (Network protocol)

Là tập hợp các quy tắc quy định khuôn dạng, ngữ nghĩa, thứ tự các thông điệp được gửi và nhận giữa các nút mạng và các hành vi khi trao đổi các thông điệp đó



## Chồng giao thức (Protocol stack)

- Các chức năng được phân chia cho các tầng
- Mỗi tầng có nhiều cách thức để thực hiện các chức năng □ sinh ra các giao thức khác nhau
- chồng giao thức: ngăn xếp các giao thức truyền thông trên kiến trúc phân tầng
- ☐ Giao thức mỗi tầng bao gồm:
  - Gọi dịch vụ nào của giao thức tầng dưới
  - Và cung cấp dịch vụ cho giao thức tầng trên như thế nào

Các giao thức tầng N

Các giao thức tầng N-1

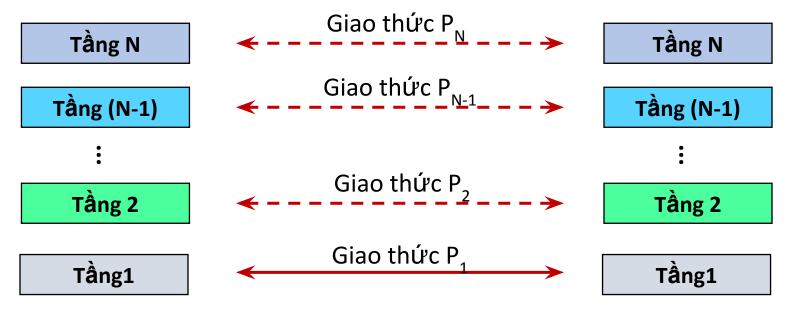
•

Các giao thức tầng 2

Các giao thức tầng 1



#### Truyền thông trong kiến trúc phân tầng (tiếp)



- Các tầng đồng cấp ở mỗi bên sử dụng chung giao thức để điều khiển quá trình truyền thông logic giữa chúng
  - 2 cách thức để giao thức điều khiển truyền thông logic giữa các tầng đồng cấp: hướng liên kết hoặc hướng không liên kết



#### Truyền thông hướng liên kết vs Truyền thông hướng không liên kết

- Truyền thông hướng liên kết (connection oriented):
  - Dữ liệu được truyền qua một liên kết đã được thiết lập
  - Ba giai đoạn: Thiết lập liên kết, Truyền dữ liệu, Hủy liên kết
  - □ Tin cậy
- Truyền thông hướng không liên kết (conectionless)
  - Không thiết lập liên kết, chỉ có giai đoạn truyền dữ liệu
  - Không tin cậy
  - "Best effort": truyền ngay với khả năng tối đa



#### Giao thức Unicast, Multicast, Broadcast

- Unicast: giao thức điều khiến truyền dữ liệu tới
   1 đích
- Multicast: giao thức điều khiến truyền dữ liệu tới nhiều đích
- Broadcast: giao thức điều khiến truyền dữ liệu tới mọi đích



## 4. Kiến trúc phân tầng

- Mô hình thiết kế phân tầng
- Truyền thông trong kiến trúc phân tầng
- Mô hình OSI và TCP/IP
- Định danh trong TCP/IP
- Tổng kết về phân tầng & chồng giao thức

Kiến trúc phân tầng trên thực tế (Bao nhiêu tầng? Chức năng cụ thể?...)
Kiến trúc phân tầng triển khai trên các nút mạng như thế nào?



#### Mô hình OSI/ISO

Open Systems Interconnection by ISO

- Tầng Ứng dụng (Application): cung cấp các ứng dụng trên mạng (web, email, truyền file...)
- Tầng Trình diễn (Presentation): biểu diễn dữ liệu của ứng dụng, e.g., mã hóa, nén, chuyển đổi...
- Tầng Phiên(Session): quản lý phiên làm việc, đồng bộ hóa phiên, khôi phục quá trình trao đổi dữ liệu
- Tầng Giao vận (Transport): Xử lý việc truyền-nhận dữ liệu cho các ứng dụng chạy trên nút mạng đầu-cuối
- Tầng Mạng (Network): Chọn đường (định tuyến), chuyển tiếp gói tin từ nguồn đến đích
- Tầng Liên kết dữ liệu (Data link): Truyền dữ liệu trên các liên kết vật lý giữa các nút mạng kế tiếp nhau
- Tầng Vật lý (Physical): Chuyển dữ liệu (bit) thành tín hiệu và truyền

Application

Presentation

Session

**Transport** 

Network

Data link

**Physical** 



#### Mô hình OSI và TCP/IP

Trong mô hình TCP/IP (Internet), chức năng3 tầng trên được phân định cho một tầng duy nhất

Application layer	Application нттр, <b>гтр</b> , <b>sмтр</b>
Presentation layer	
Session layer	
Transport layer	 Transport layer
Network layer	Network layer
Datalink layer	Datalink layer
Physical layer	Physical layer

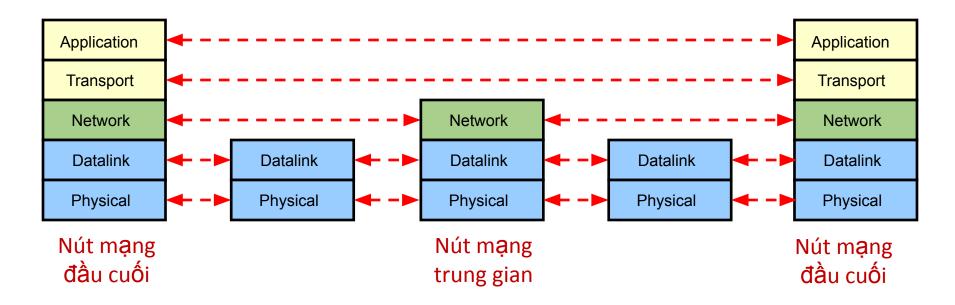


## Mô hình OSI và TCP/IP (tiếp)

#### • Mô hình OSI:

- Mô hình tham chiếu chức năng: Các mô hình khác phải tham chiếu từ mô hình OSI
  - Cung cấp đầy đủ các chức năng mô hình OSI đã chỉ ra
  - Đảm bảo thứ tự các tầng chức năng
- Có ý nghĩa lớn về mặt cơ sở lý thuyết
- Không sử dụng trên thực tế
- Mô hình TCP/IP: mô hình Internet
  - Sử dụng trên hầu hết các hệ thống mạng



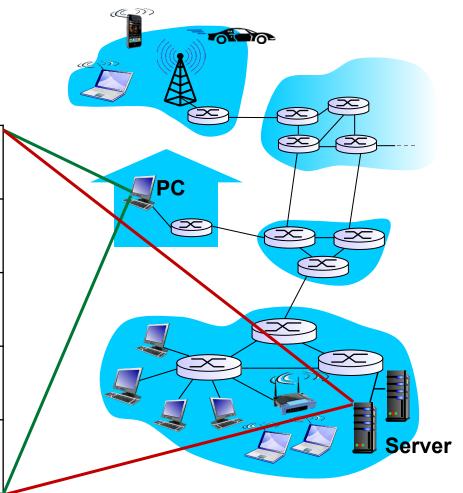


- Nút mạng đầu cuối (end-system): PC, server, smartphone...
- Nút mạng trung gian: các thiết bị mạng chuyển tiếp dữ liệu (Hub, Switch, Router)



Nút mạng đầu cuối (server, PC, smartphone...)

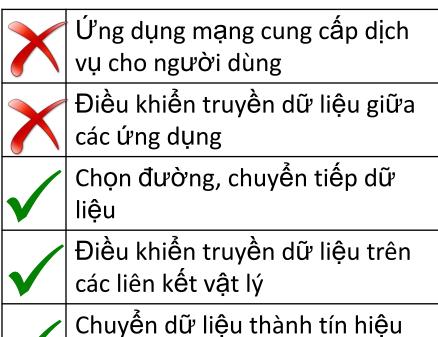
	Ứng dụng mạng cung cấp dịch vụ cho người dùng
	Điều khiển truyền dữ liệu giữa các ứng dụng
	Chọn đường, chuyển tiếp dữ liệu
	Điều khiển truyền dữ liệu trên các liên kết vật lý
<b>/</b>	Chuyển dữ liệu thành tín hiệu và truyền đi

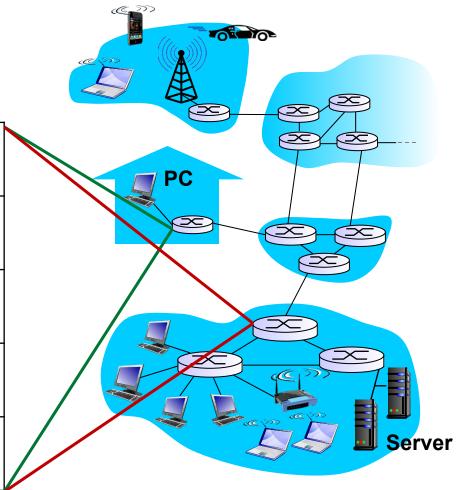




Nút router trung gian

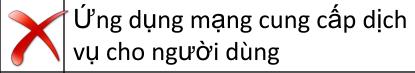
và truyền đi

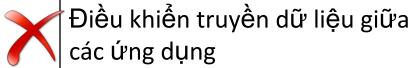


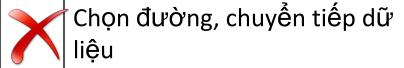




Nút switch trung gian

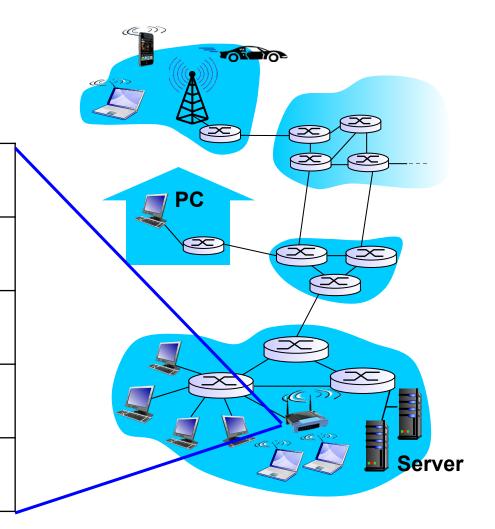






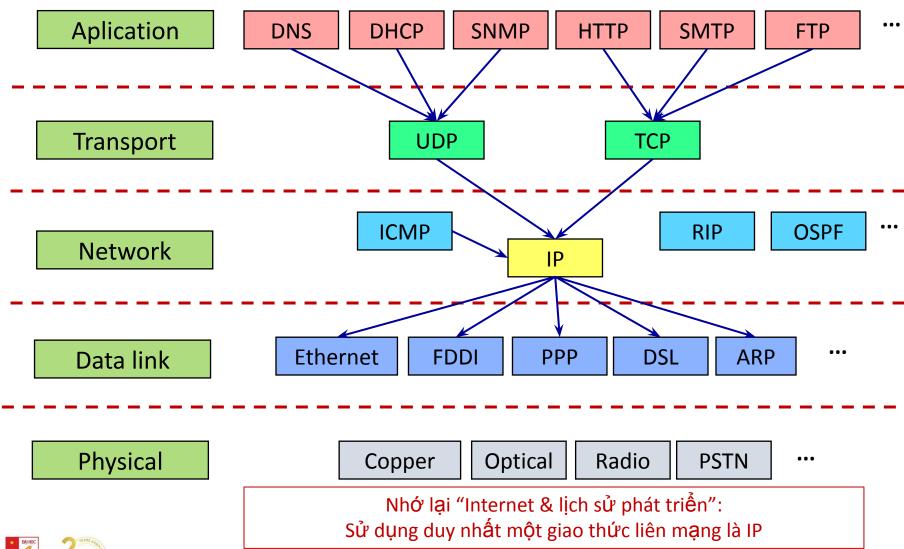
Điều khiển truyền dữ liệu trên các liên kết vật lý

Chuyển dữ liệu thành tín hiệu và truyền đi





# Chồng giao thức TCP/IP





# Chồng giao thức TCP/IP

- Dạng "đồng hồ cát": sử dụng duy nhất một giao thức liên mạng (IP – Internet Protocol) tại tầng mạng:
  - Cho phép một hệ thống mạng mới sử dụng công nghệ truyền dẫn bất kỳ kết nối với hệ thống mạng hiện tại
  - Tách rời phát triển ứng dụng ở tầng cao với công nghệ truyền dẫn các tầng thấp
    - □IP-based application: Ứng dụng trên nền tảng IP (VoIP...)
  - Hỗ trợ thay đổi song song các công nghệ ở trên và dưới IP
- Tuy nhiên, rất khó để nâng cấp bản thân giao thức IP (vấn đề chuyển đổi IPv4 sang IPv6)



## Cài đặt TCP/IP trên hệ thống mạng

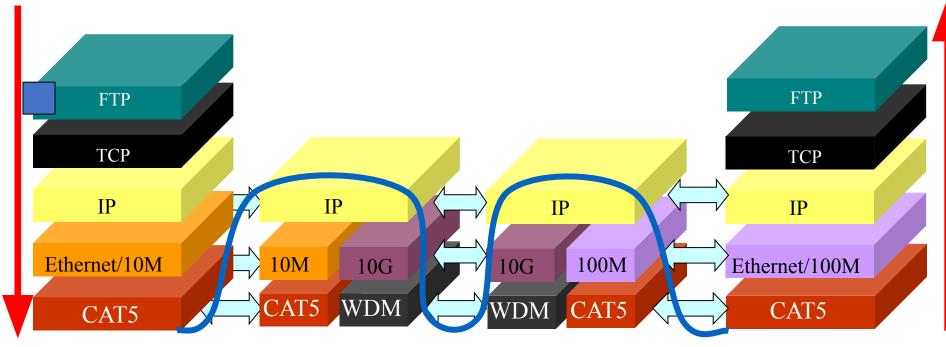
- Trên các hệ thống đầu cuối
- Khác nhau trên các ứng dụng khác nhau

Như nhau trên mọi nút

- Trên mọi nút
- Khác nhau trên các liên kết khác nhau

email WWW phone ... SMTP HTTP RTP ... TCP UDP ... IP ethernet PPP ... CSMA async sonet ... copper fiber radio ...





Nút mạng đầu cuối Các nút mạng trung gian

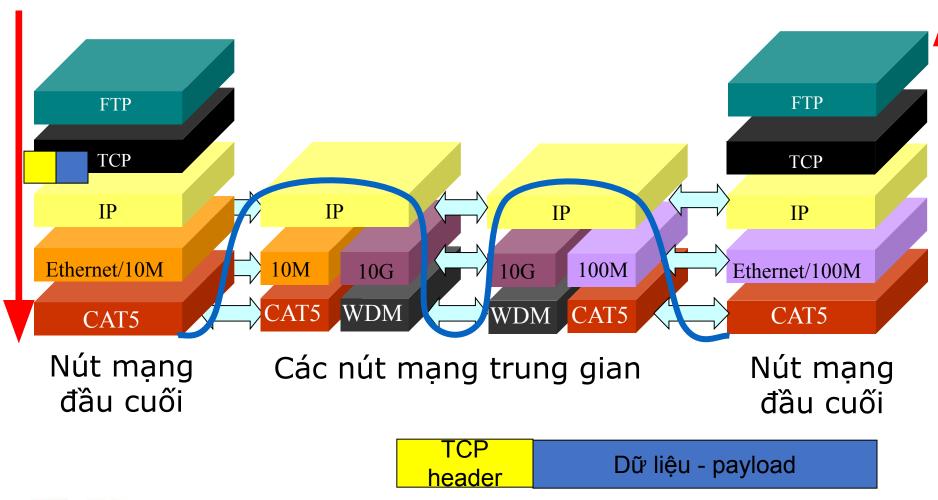
Nút mạng đầu cuối

CAT5: https://en.wikipedia.org/wiki/Category\_5\_cable

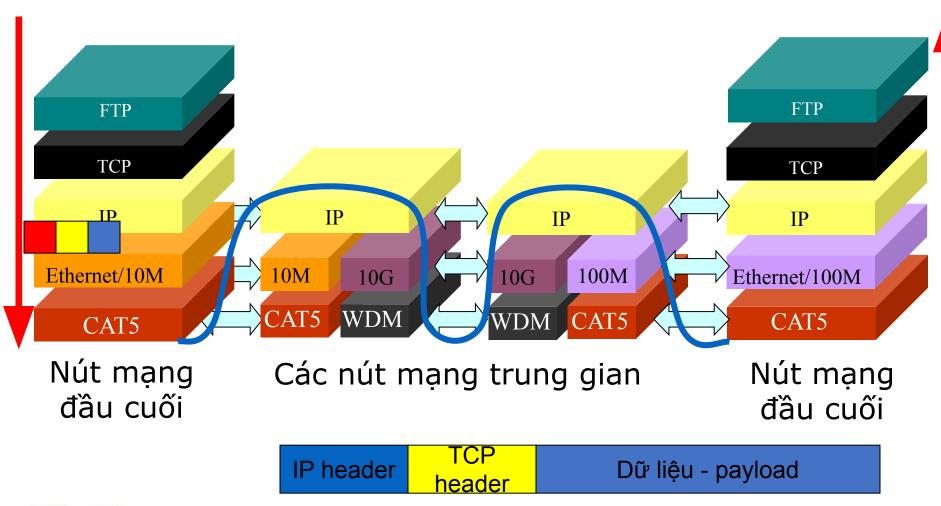
WDM: https://en.wikipedia.org/wiki/Wavelength-division multiplexing

Dữ liệu - payload

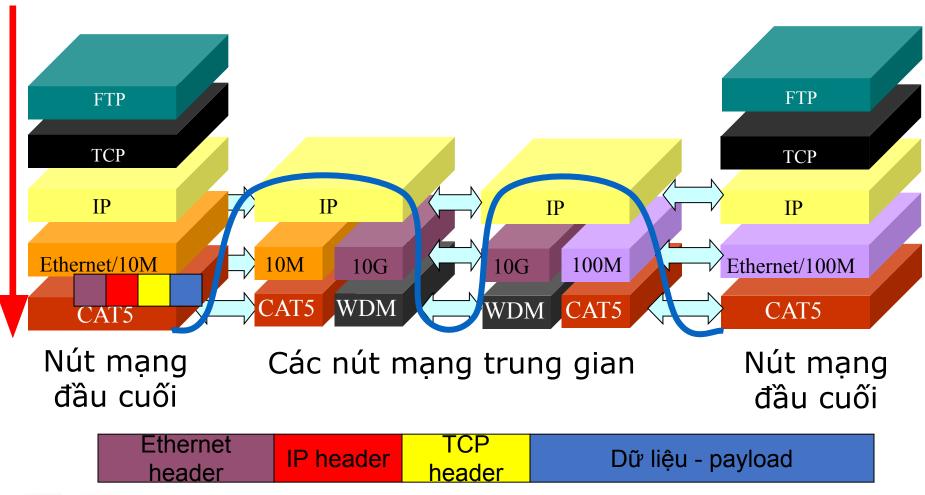




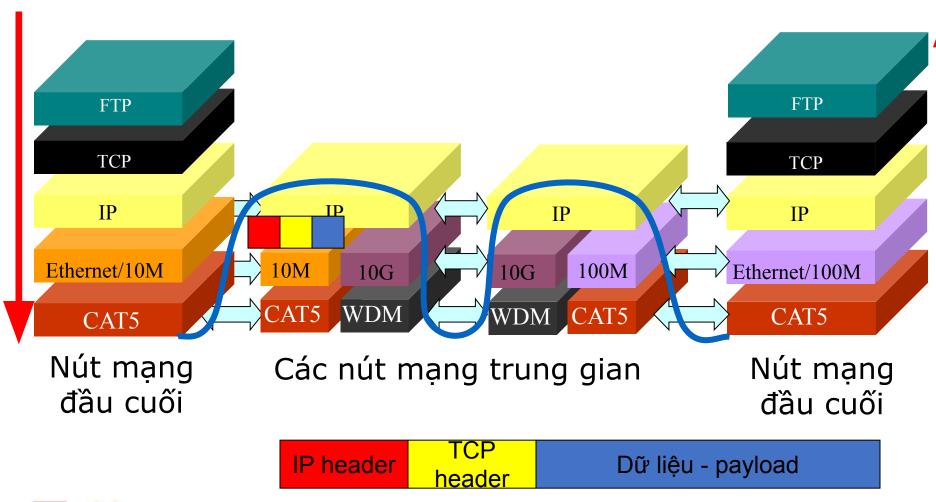




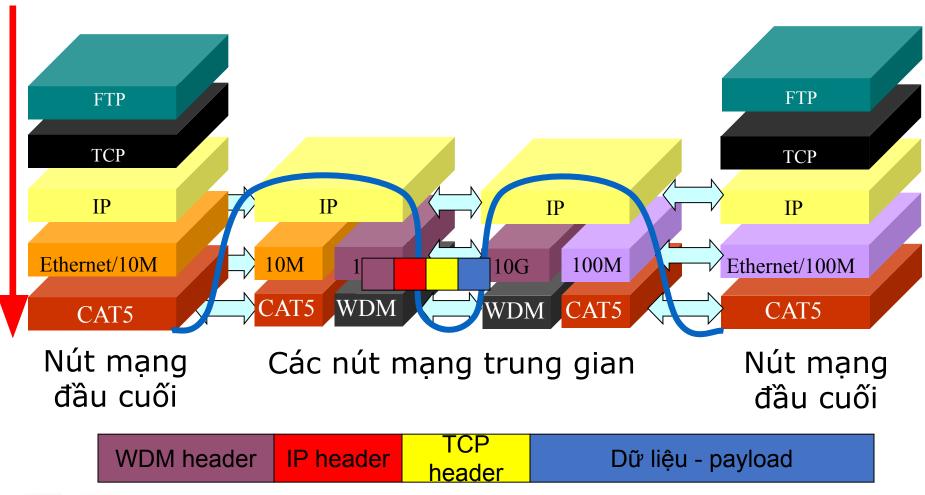




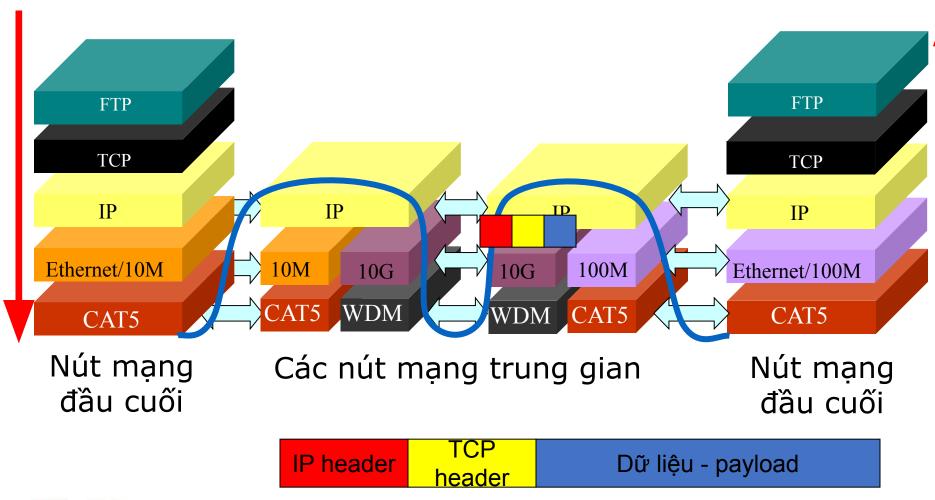




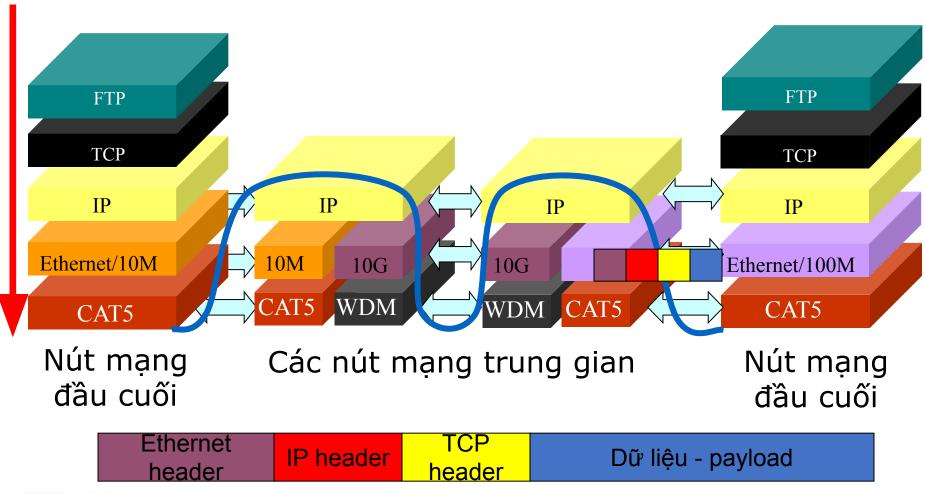




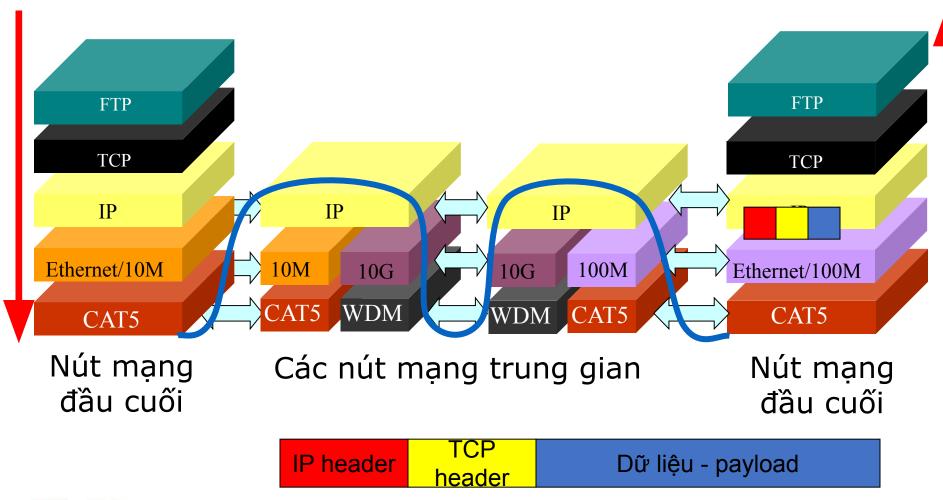




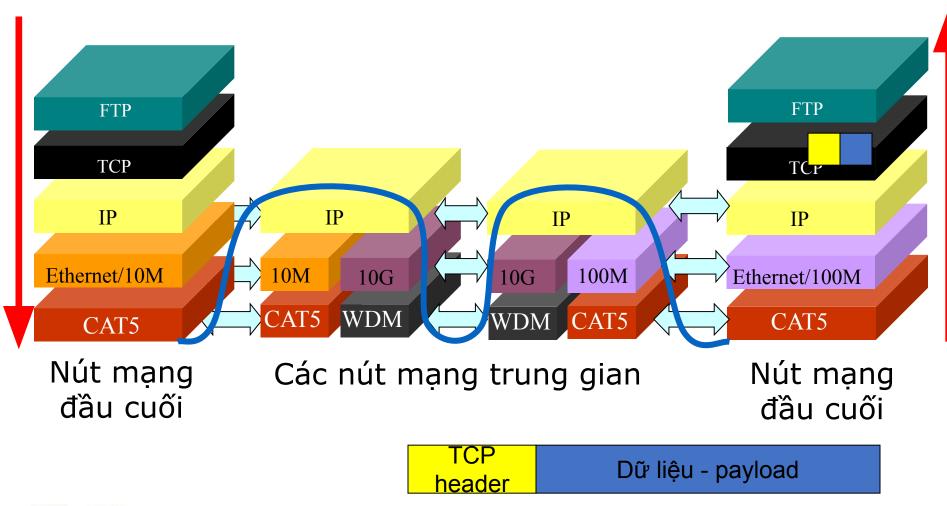




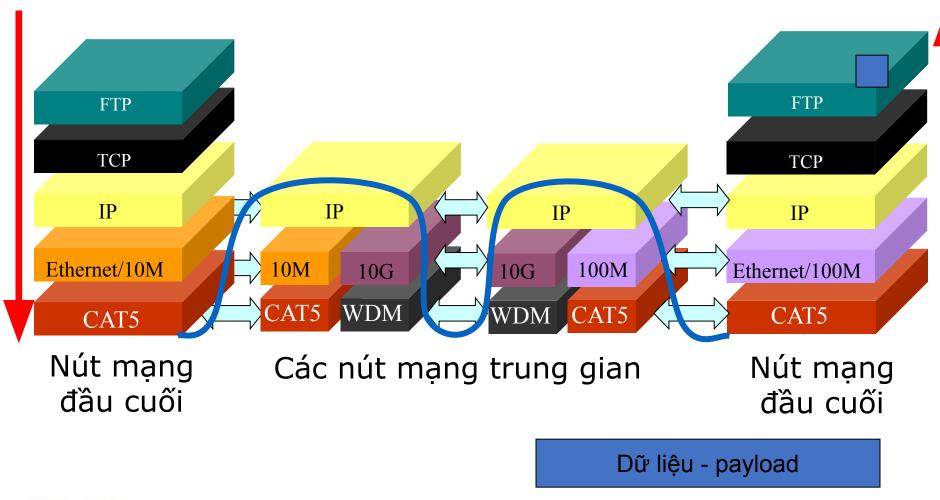














# 4. Kiến trúc phân tầng

- Mô hình thiết kế phân tầng
- Truyền thông trong kiến trúc phân tầng
- Mô hình OSI và TCP/IP
- Định danh trong TCP/IP
- Tổng kết về phân tầng & chồng giao thức

Tên miền Số hiệu cổng Địa chỉ IP Địa chỉ MAC



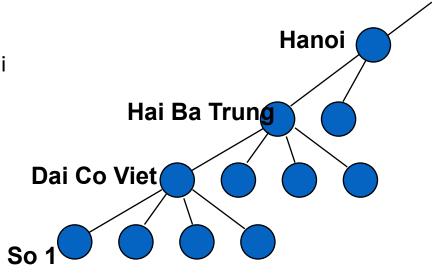
#### Định danh

- Giá trị cho phép xác định một người hay một đối tượng
  - □ Tên
    - Bui Trong Tung
  - Địa chỉ
    - 1 Dai Co Viet, Hai Ba Trung, Ha Noi
  - Số điện thoại
    - \* 8680896
  - Email
    - tungbt@soict.hust.edu.vn



## Định danh và cây phân cấp

- Các định danh xác định địa chỉ có tính phân cấp
  - Cho phép quản lý một các logic và hiệu quả một không gian địa chỉ khổng lồ
  - Tính mở rộng
- Ví dụ về tính phân cấp
  - Địa chỉ
    - 1 Dai Co Viet, Hai Ba Trung, Ha Noi
  - Số điện thoại
    - +84-(4) 868-08-96





#### Định danh trên kiến trúc phân tầng

- Định danh trong hệ thống mạng máy tính: gán cho mỗi đối tượng (dịch vụ, máy trạm, thiết bị mạng) một giá trị riêng.
- Tại sao phải định danh?
  - Phân biệt các đối tượng trong hệ thống
  - Xác định dữ liệu xuất phát từ đâu
  - Xác định dữ liệu đi đến đâu
- Mỗi tầng có nhiệm vụ khác nhau để điều khiển việc truyền thông tin giữa những đối tượng khác nhau □ mỗi tầng có cơ chế định danh khác nhau
  - Cùng một đối tượng có thể mang nhiều định danh □ có thể cần cơ chế "phân giải" để tìm kiếm một định danh của đối tượng trên tầng này khi biết định danh của đối tượng đó ở tầng khác



#### Định danh trên TCP/IP

application

TCP/UDP

IΡ

data link

physical



tên gợi nhớ, gần gũi với người dùng

Port number (Số hiệu cổng ƯD)

xác định duy nhất ứng dụng trong máy tính

IP address, e.g. 203.12.15.165 xác định duy nhất máy tính trên mạng, hỗ trợ định tuyến trong liên kết liên mạng

Physical address / MAC address

e.g. 00:11:24:79:8e:82

xác định duy nhất máy tính trên mạng, sử dụng cho cơ chế "lọc" khi truyền broadcast

Tín hiệu vật lý luôn truyền broadcast trên đường truyền, không thể áp dụng định danh



# Tên miền (Domain name)

- Định danh sử dụng trên tầng ứng dụng
- Là một chuỗi ký tự gợi nhớ
- Do người dùng sử dụng khi truy cập dịch vụ trên tầng ứng dụng
- Không có ý nghĩa khi truyền dữ liệu giữa các nút mạng
- Phân cấp
- Ví dụ: soict.hust.edu.vn



## Số hiệu cổng ứng dụng

- Định danh sử dụng trên tầng giao vận
  - □ 16 bit
  - Một chỉ số phụ, dùng kèm theo địa chỉ IP
  - Các ứng dụng được dịnh danh bởi một địa chỉ IP và một số hiệu cổng
  - Tương tự như số phòng trong một tòa nhà
    - ♣ Địa chỉ nhà : Nhà C1, 1 Dai Co Viet, Ha Noi => Địa chỉ IP
    - Phòng số 325 => Số hiệu cổng
- E.g. HTTP cổng 80, FTP cổng 20, 21 ...



#### Địa chỉ IP

- Định danh dùng trên tầng mạng
- Dùng trong giao thức IP Internet Protocol (tầng mạng)
- Giá trị phụ thuộc từng mạng, mỗi card mạng được gán một
   địa chỉ IP
- Sử dụng để đinh danh một máy tính trong một mạng IP, ví dụ:
  - 133.113.215.10 (ipv4)
  - 2001:200:0:8803::53 (ipv6)



# Địa chỉ dùng trên tầng liên kết dữ liệu

- 48 bit
- Địa chỉ vật lý / địa chỉ MAC
  - Sử dụng trong tầng liên kết dữ liệu
  - Cố định trên card mạng NIC ( Network Interface Card)
  - Sử dụng để định danh máy tính trong mạng cục bộ

HEX

00:11:24:79:8e:82

BIN

00000000 00010001 00100100 01111001 10001110 10000010

OUI

Gán bới nhà sản xuất



OUI (Organizationally Unique Identifier): Mã nhà sản xuất Mỗi nhà sản xuất có các giá trị OUI riêng Mỗi nhà sản xuất có thể có nhiều OUI

# 4. Kiến trúc phân tầng

- Mô hình thiết kế phân tầng
- Truyền thông trong kiến trúc phân tầng
- Mô hình OSI và TCP/IP
- Định danh trong TCP/IP
- Tổng kết về phân tầng & chồng giao thức



## Khả năng cộng tác

- Rất nhiều công nghệ được triển khai theo nhiều cách rất khác nhau trên các nút mạng:
  - Phần cứng của những NSX khác nhau: IBM, Dell, Fujitsu, Apple...
  - HĐH khác nhau: Linux, Windows, MacOS, Android, iOS...
  - Người dùng sử dụng các ứng dụng khác nhau: Firefox, Chrome,
     Cốc Cốc...
  - Thiết bị mạng của những NSX khác nhau: Cisco, TP-Link...
- Và luôn luôn thay đổi
- Phew!

Nhưng tất cả đều có thể nói chuyện với nhau vì chúng sử dụng chung giao thức



## Trừu tượng và tái sử dụng

- Mỗi tầng có nhiều lựa chọn giao thức để sử dụng:
  - Tầng vật lý: cáp quang, ADSL, 3G, LTE...
  - Tầng liên kết dữ liệu: Ethernet, Token Ring, SONET, FDDI...
  - Giao vận: TCP, UDP
- Nhưng ở góc nhìn của tầng ứng dụng: Mozilla (và tất cả NSX khác) không phải viết trình duyệt Firefox (và tất cả ứng dụng khác) với 1 phiên bản cho mạng LAN, 1 cho mạng cáp quang, 1 cho mạng WiFi...
  - Các giao thức cung cấp API chuẩn để phát triển ứng dụng
  - Các tầng thấp "trong suốt" với tầng ứng dụng



# Trong suốt

- Công nghệ trên mỗi tầng thực hiện các phương thức truyền thông khác nhau
- Thay thế công nghệ ở các tầng có thể thực hiện song song
  - Miễn là giữ nguyên điểm truy cập dịch vụ SAP
- Thay thế công nghệ ở một tầng không ảnh hưởng đến các tầng khác

## Hạn chế

- Một số thông tin ở tầng dưới bị "ẩn" (do tính trong suốt) đối với tầng trên có thể làm giảm hiệu năng hoạt động của tầng trên (và do đó làm giảm hiệu năng hoạt động của mạng)
  - Ví dụ: TCP phải kiểm soát tắc nghẽn trên đường truyền
- Phần tiêu đề có kích thước đáng kể trong gói tin
- Một số công nghệ tầng dưới có thể làm giao thức tầng trên thực hiện khó khăn hơn:
  - Ví dụ: TCP trên mạng không dây
- TCP/IP không có các cơ chế an toàn bảo mật thông tin



#### Tài liệu tham khảo

- "Computer Networking: A Top Down Approach",
   J.Kurose
- "Computer Networks", A. Tanenbaum
- "Data and Computer Communications", W.Stallings

