

# Mạng máy tính

Giảng viên: Bùi Trọng Tùng  
Khoa Kỹ thuật máy tính  
Trường Công nghệ thông tin và Truyền thông  
Đại học Bách khoa Hà Nội



1

1

## 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 trắc nghiệm
- Website:  
<https://users.soict.hust.edu.vn/tungbt/it3080>

2

2

## Quy định điểm chuyên cần



- Tham gia Google Classroom 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  $\geq 5$  bài: -2

3

3

## Tài liệu tham khảo



[KR] **Networking: a top-down approach featuring the Internet**, 6th Edition, *James F. Kurose, Keith W. Ross*, Addison Wesley 2012

[PB] **TCP/IP tutorial and technical overview**, *Lydia Parziale, David T. Britt*, IBM Redbooks 2006

[WS] **Data and Computer Communications**, 8th Edition *William Stallings*, Pearson Prentice Hall 2007

4

4

## Giảng viên

Bùi Trọng Tùng, Trường CNTT&TT - BK HN

Email : [tungbt@soict.hust.edu.vn](mailto:tungbt@soict.hust.edu.vn)

Địa chỉ : phòng 405 – nhà B1 – BKHN

Website: <https://users.soict.hust.edu.vn/tungbt>

FB: <https://www.facebook.com/tungbui.hust>

Group: <https://www.facebook.com/groups/FAQ.TungBT/>



5

5

## Chương 1. Tổng quan về mạng máy tính và truyền thông



6

6

# 1. Cơ bản về mạng máy tính



7

7

## 1.1. Các khái niệm cơ bản

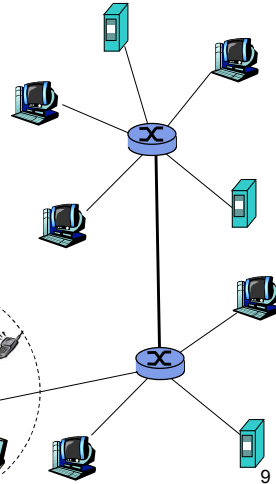
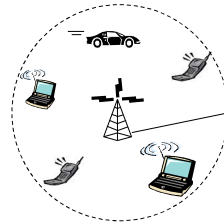


8

8

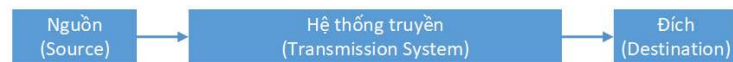
## Mạng máy tính là gì?

- 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, thiết bị mạng
  - Kết nối bằng một phương tiện truyền
  - Theo một kiến trúc mạng

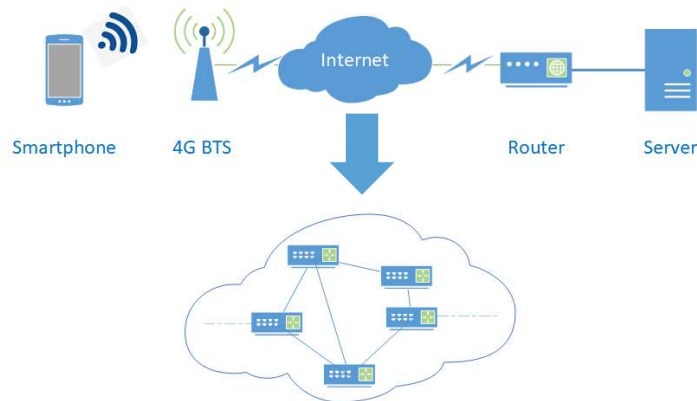


9

## Mô hình truyền thông



Ví dụ:



10

10

## 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
    - $f_{\min}$ : tần số nhỏ nhất,  $f_{\max}$ : tần số lớn nhất
    - Băng tần =  $f_{\max} - f_{\min}$
  - Tỷ lệ lỗi bit khi truyền (BER – Bit Error Rate/Ratio)
  - Độ suy hao: mức suy giảm tín hiệu khi truyền

11

11

## BER



- $BER = \text{Số bit lỗi} / \text{Tổng số bit truyền}$
- Ví dụ: với mạng Internet thì  $BER \sim 10^{-9}$

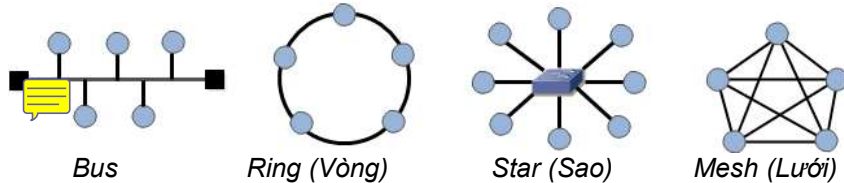
12

12

## 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)

13

13

## Một vài ví dụ

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

14

14

## Phân loại mạng máy tính



- Mạng 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
  - Công nghệ điển hình: Bluetooth, NFC, Transfer Jet,
- Mạng 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
  - Công nghệ điển hình: Ethernet, WiFi

15

15

## Phân loại mạng máy tính

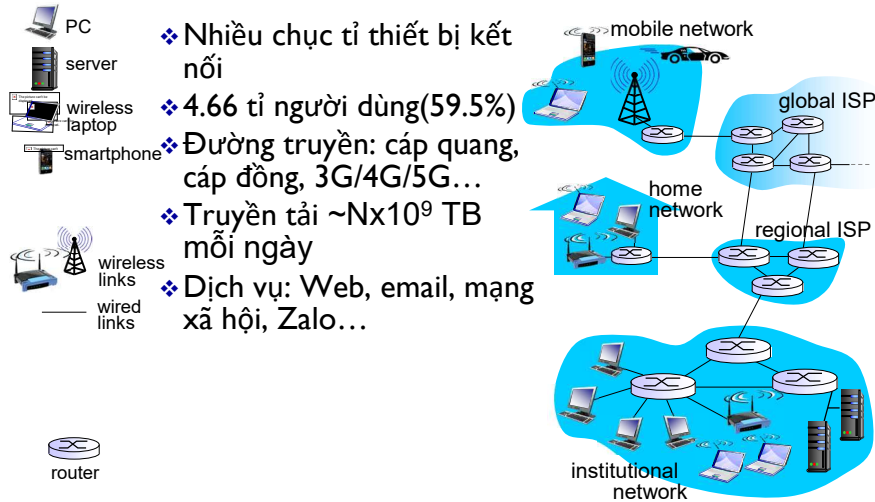


- Mạng đô thị (MAN – Metropolitan Area Network)
  - Phạm vi kết nối: hàng trăm ki-lô-mét
  - Số lượng người dùng: hàng triệu
  - Phục vụ cho thành phố, khu vực
- Mạng diện rộng (WAN – Wide Area Network)
  - Phạm vi kết nối: vài nghìn ki-lô-mét
  - Số lượng người dùng: hàng tỉ
  - GAN – Global Area Network: phạm vi toàn cầu (Ví dụ: Internet)
  - Công nghệ điển hình: 3G/4G/5G, Wimax, GPON<sub>16</sub>

16



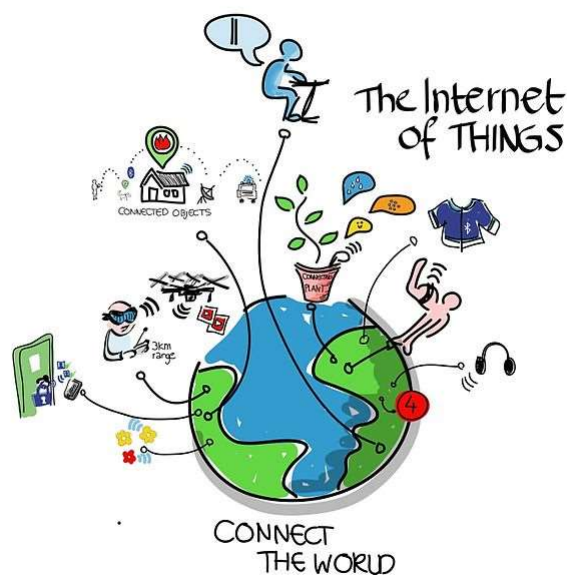
## Mạng Internet



17

17

## Internet of things

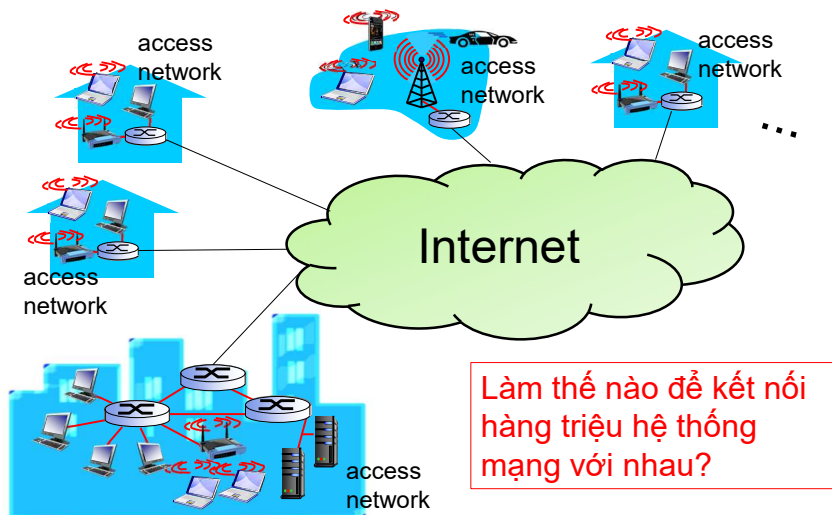


18

18

## Mạng Internet

- Mạng của các mạng (Network of networks)

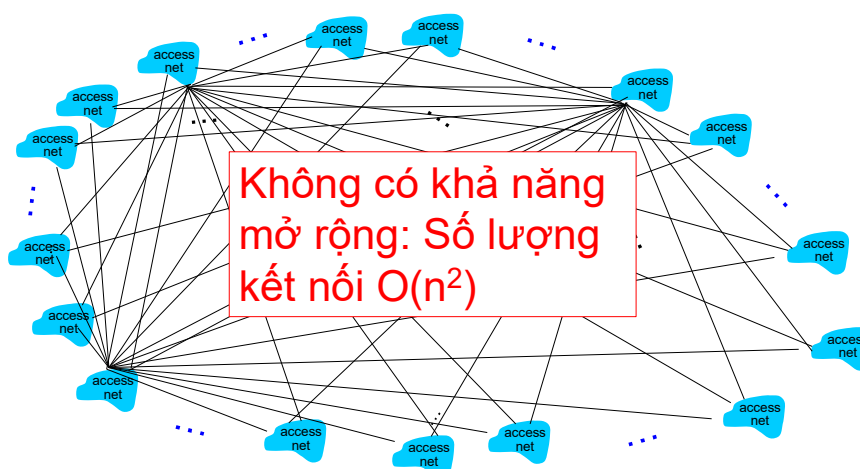


19

19

## Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng

- Kết nối một mạng với tất cả các mạng khác?

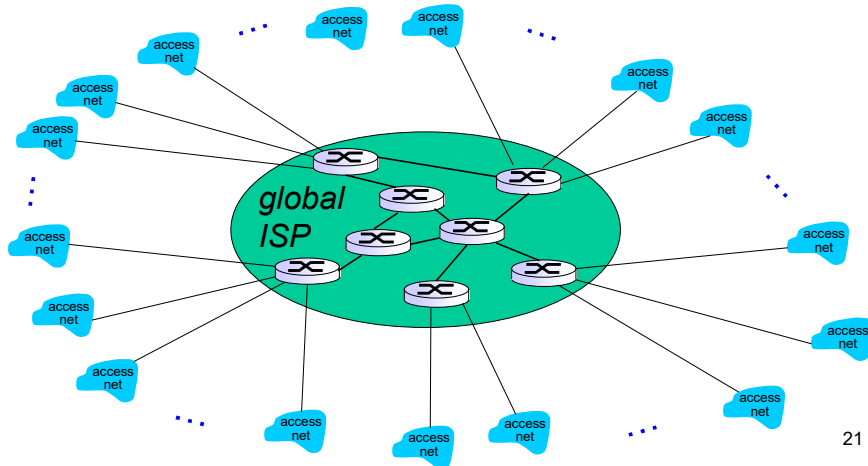


20

20

## Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng

- Kết nối mỗi mạng vào một trạm chuyển tiếp của một nhà cung cấp toàn cầu (global ISP – Internet Service Provider)

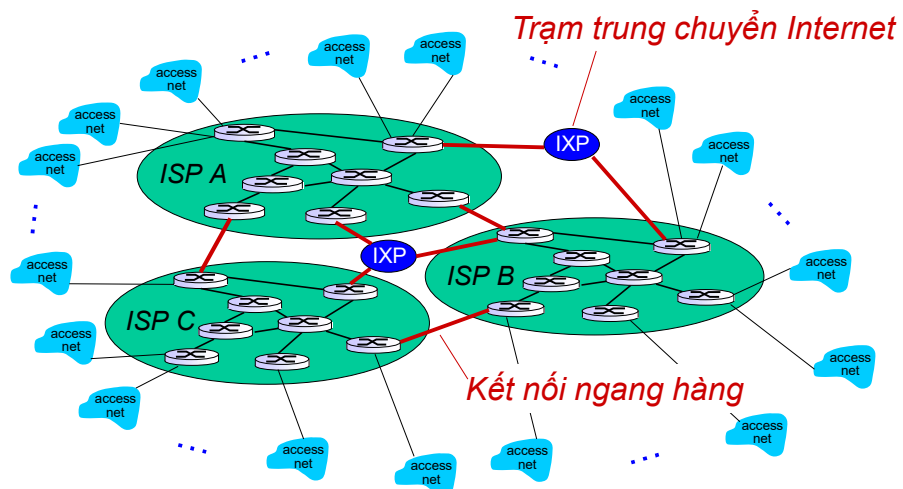


21

21

## Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng

- Thêm nhiều ISP...

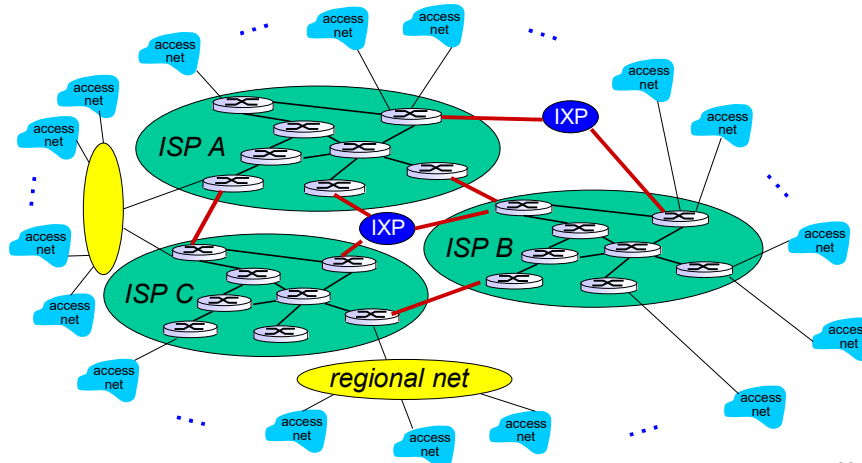


22

22

## Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng

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



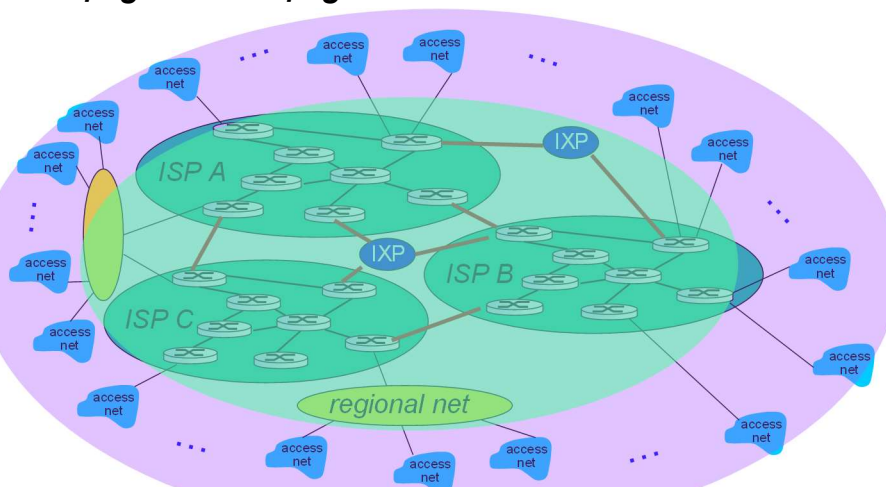
23

23



## Kiến trúc Internet: Mạng của các mạng

- Mạng lõi và mạng biên

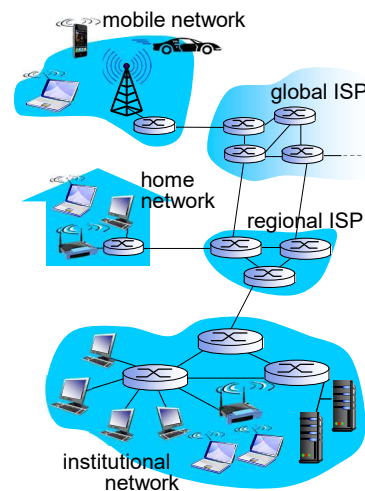


24

24

## Kiến trúc mạng

- Mạng biên (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 cạnh “Kết nối như thế nào?”



25

25

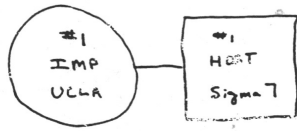
## 1.2. Lịch sử Internet



26

26

## 1.2. Lịch sử Internet



- Bắt đầu từ một thí nghiệm của dự án của ARPA
- Một liên kết giữa hai nút mạng (IMP tại UCLA và IMP tại SRI)

THE ARPA NETWORK  
SEPT. 1969  
1 NODE

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

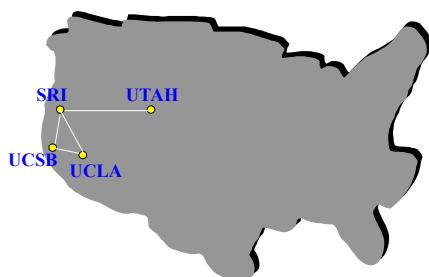
ARPA: Advanced Research Project Agency  
UCLA: University California Los Angeles  
SRI: Stanford Research Institute  
IMP: Interface Message Processor

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

27

27

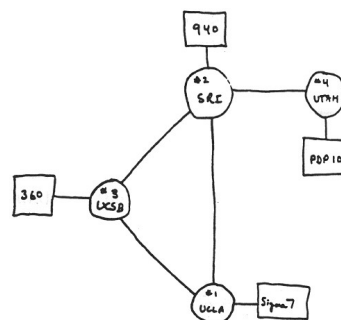
## 3 tháng sau, 12/1969



Một mạng hoàn chỉnh với 4 nút,  
56kbps

UCSB: University of California, Santa Barbara  
UTAH: University of Utah

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



THE ARPA NETWORK

DEC 1969

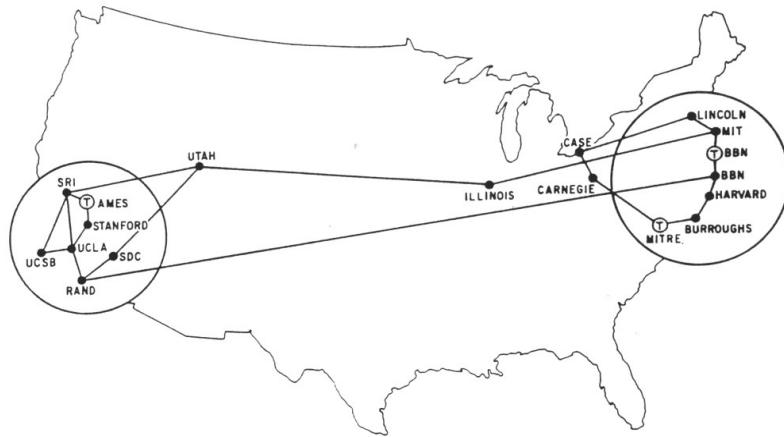
4 NODES

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

28

28

## ARPANET thời kỳ đầu, 1971



Source: MAP 4 September 1971  
<http://www.cybergeography.org/atlas/historical.html>

Mạng phát triển với tốc độ thêm mỗi nút một tháng 29

29

## Thập niên 70: Kết nối liên mạng, kiến trúc mạng mới và các mạng riêng



30

30

## Sự mở rộng của ARPANET, 1974

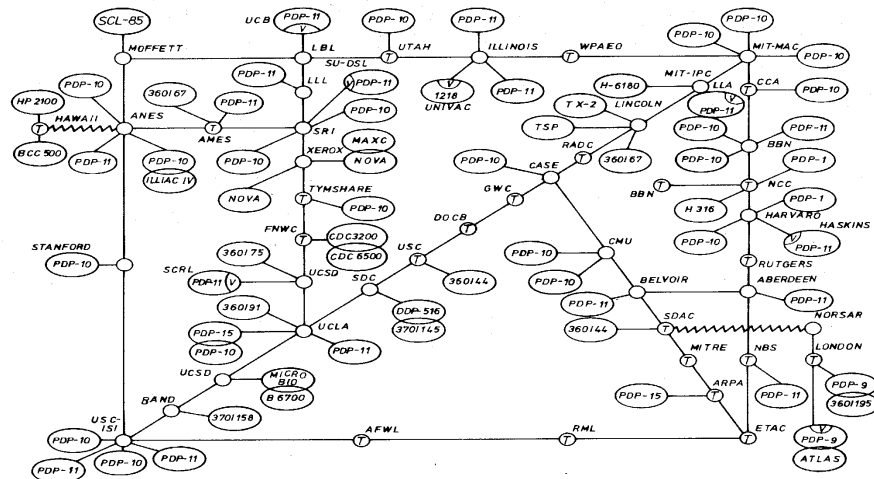


Abb. 4 ARPA NETwork, topologische Karte. Stand Juni 1974.




source:  
[http://www.cybergeography.org/  
atlas/historical.html](http://www.cybergeography.org/atlas/historical.html)

Lưu lượng mỗi ngày vượt quá 3.000.000 gói tin

31

31

## Thập niên 70

- Từ đầu 1970 xuất hiện các mạng riêng:
  - ALOHAnet tại Hawaii
  - DECnet, IBM SNA, XNA
- 1974: Cerf & Kahn – nguyên lý kết nối các hệ thống mở (**Turing Awards**) 
- 1976: Ethernet, Xerox PARC 
- Cuối 1970: ATM 

32

32



## Thập niên 80: Các giao thức mới, kết nối thêm mạng mới



33

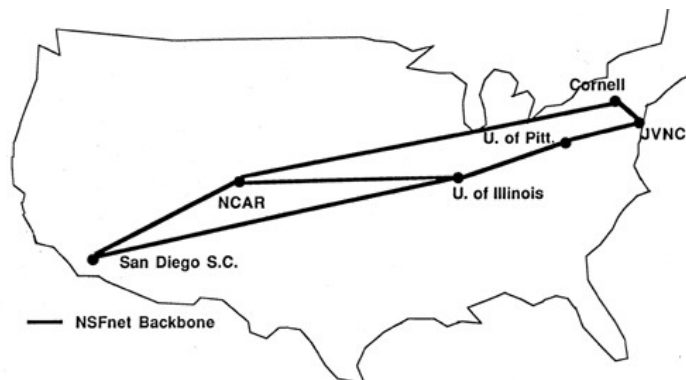
33

## 1981: Xây dựng mạng NSFNET



NSF: National Science Foundation

Phục vụ cho nghiên cứu khoa học, do sự quá tải của ARPANET



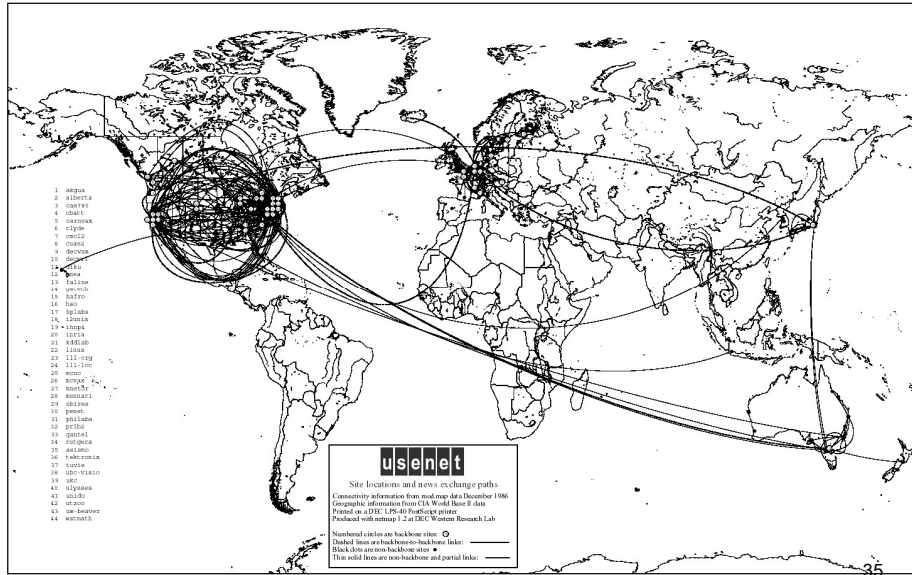
NSFnet Backbone Network

National Center For Atmospheric Research  
March 19, 1986

34

34

## 1986: Nối kết USENET & NSFNET



35

## Thêm nhiều mạng và giao thức mới

- Thêm nhiều mạng mới nối vào: **MFENET**, **HEPNET** (Dept. Energy), **SPAN** (NASA), **BITnet**, **CSnet**, **NSFnet**, **Minitel** ...
- **TCP/IP** được chuẩn hóa và phổ biến vào 1980
- Berkeley tích hợp **TCP/IP** vào BSD Unix
- Dịch vụ: **FTP**, **Mail**, **DNS** ...

36

36

## Thập niên 90: Web và thương mại hóa Internet



37

37

## 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

38

38

## Lược sử Internet Việt Nam

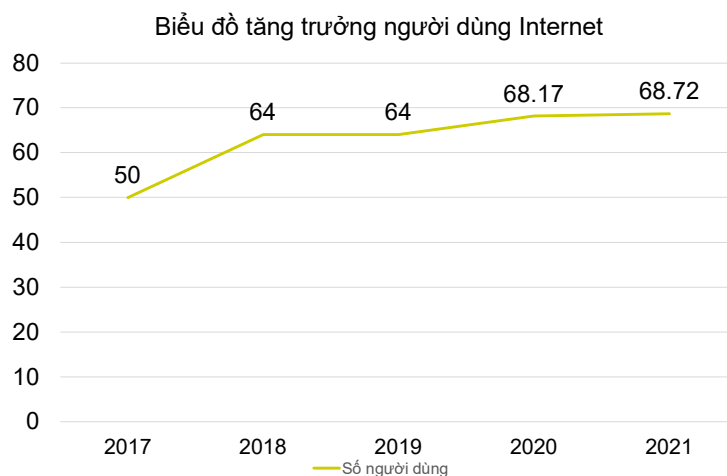
- 1991: Nỗ lực kết nối Internet không thành. ☹️ (Vì một lý do nào đó)
- 1996: Giải quyết các cản trở, chuẩn bị hạ tầng Internet
  - ISP: VNPT
  - 64kbps, 1 đường kết nối quốc tế, một số NSD
- 1997: Việt Nam **chính thức kết nối Internet**
  - 1 IXP: VNPT
  - 4 ISP: VNPT, Netnam (IOT), FPT, SPT
- 2007: **“Mười năm Internet Việt Nam”**
  - 20 ISPs, 4 IXPs
  - 19 triệu NSD, 22.04% dân số

39

39

## Thống kê gần đây

- 2021: 68.72 triệu người dùng (70.3% dân số)



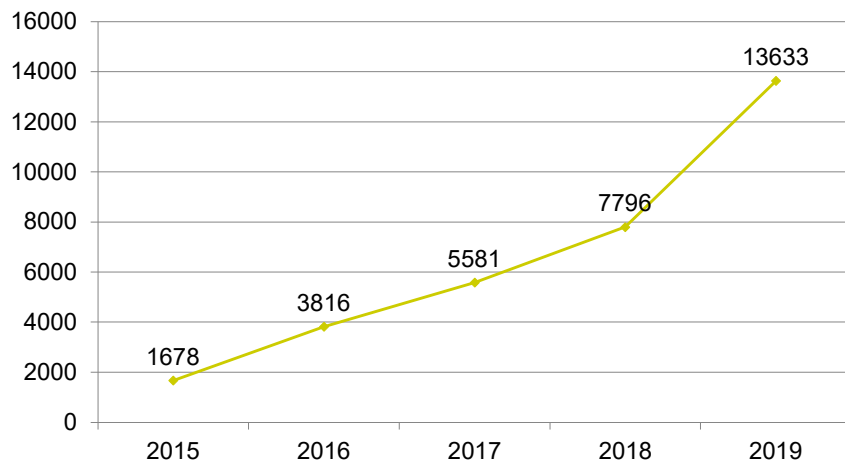
Source: <https://datareportal.com>

40

40

## Bảng thông kết nối đi quốc tế

Tốc độ tăng trưởng băng thông(Gbps)



Source: Vnnic, <http://www.thongkeinternet.vn>

41

41

## 2. Chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói

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

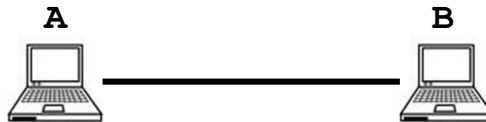


42

42

## 2.1. Đặt vấn đề

- Kết nối điểm-điểm giữa 2 host



- Thông số của kết nối:

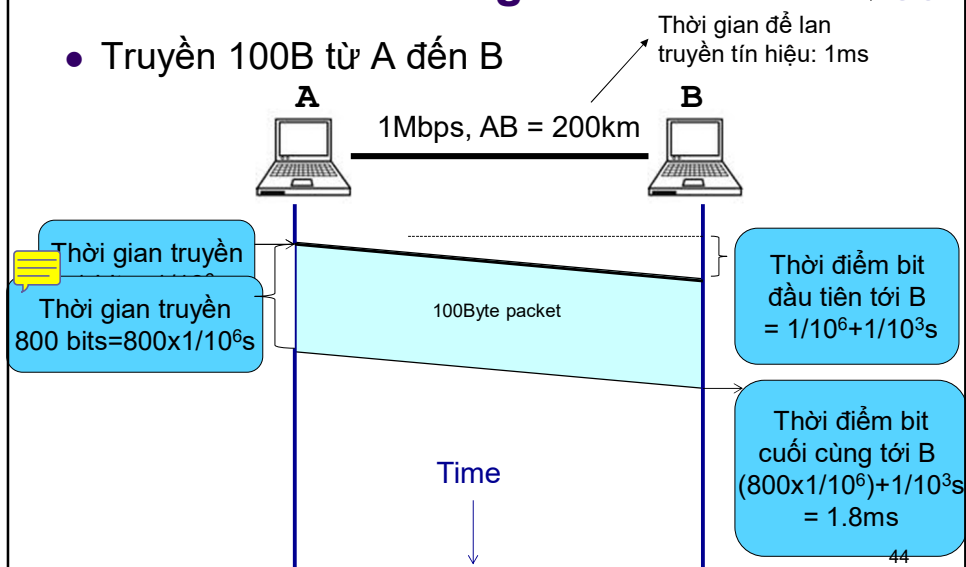
- Băng thông (bandwidth - R): lượng dữ liệu truyền tối đa trong một đơn vị thời gian (bps – bit per second)
- Trễ (Latency): thời gian truyền dữ liệu từ A đến B
  - Trễ truyền tải: Kích thước dữ liệu / Băng thông
  - Trễ truyền dẫn: Độ dài liên kết / Tốc độ tín hiệu ( $\sim 2 \times 10^8$  m/sec)

43

43

## Kết nối điểm-điểm giữa 2 host

- Truyền 100B từ A đến B

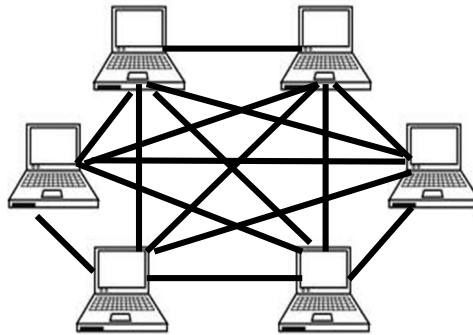


44

44

## Kết nối giữa nhiều host

- Điểm-điểm giữa mọi cặp
- Hạn chế?

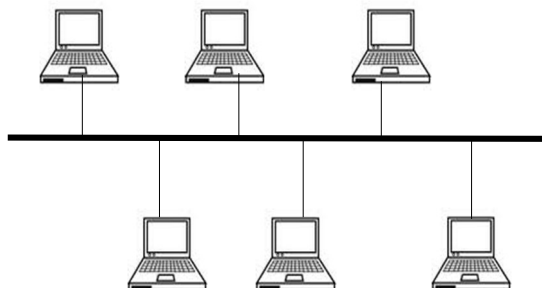


45

45

## Kết nối giữa nhiều nút mạng

- Điểm-đa điểm: Sử dụng 1 đường truyền chung cho tất cả → truyền thông “quảng bá”
- Hạn chế?

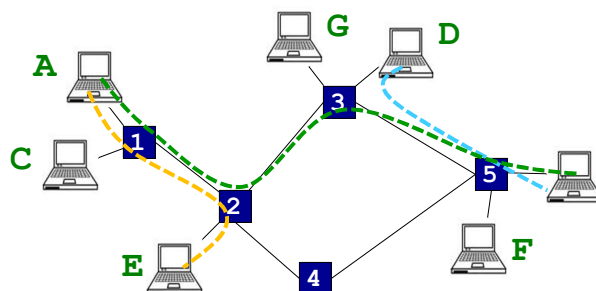


46

46

## Kết nối giữa nhiều nút mạng

- Giải pháp: mạng chuyển mạch (switching network)
  - 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



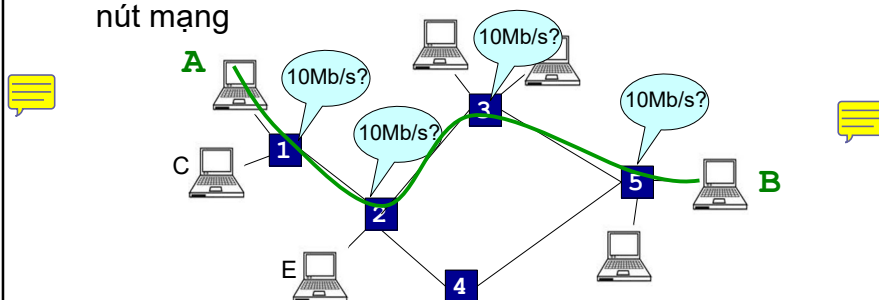
*Câu hỏi: Làm thế nào để xác định được tuyến đường?*  
*Trả lời: Định tuyến*

47

47

## 2.2. 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

48

48



## Ghép kênh/Phân kênh

- 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

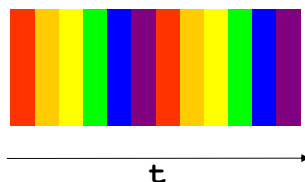


49

49

## Một số kỹ thuật ghép kênh

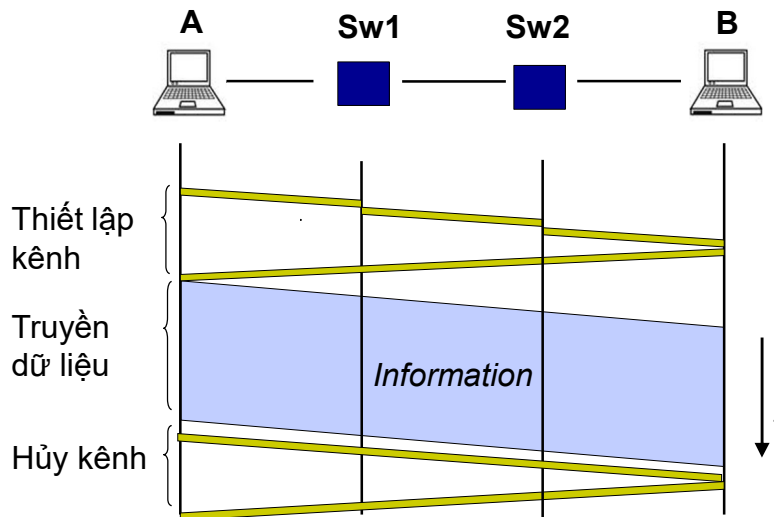
- Ghép kênh theo thời gian(TDM): mỗi kết nối sử dụng tài nguyên trong khe thời gian được phân
- Ghép kênh theo tần số(FDM): mỗi kết nối sử dụng một băng tần tín hiệu riêng



50

50

## Giải đồ thời gian



51

51

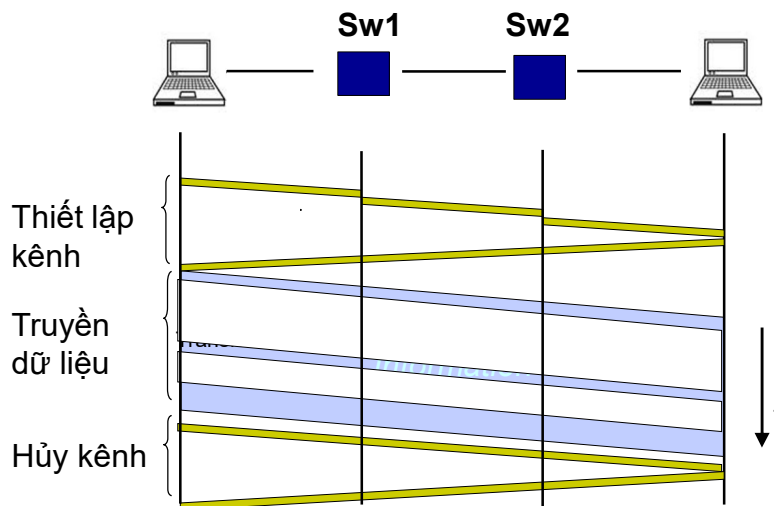
## Ưu điểm và nhược điểm

- Ưu điểm:
  - Kênh được thiết lập sẵn → Trễ khi chuyển mạch rất thấp
  - Tài nguyên dành riêng cho kênh và không đổi trong quá trình truyền → đảm bảo chất lượng dịch vụ
- Nhược điểm?

52

52

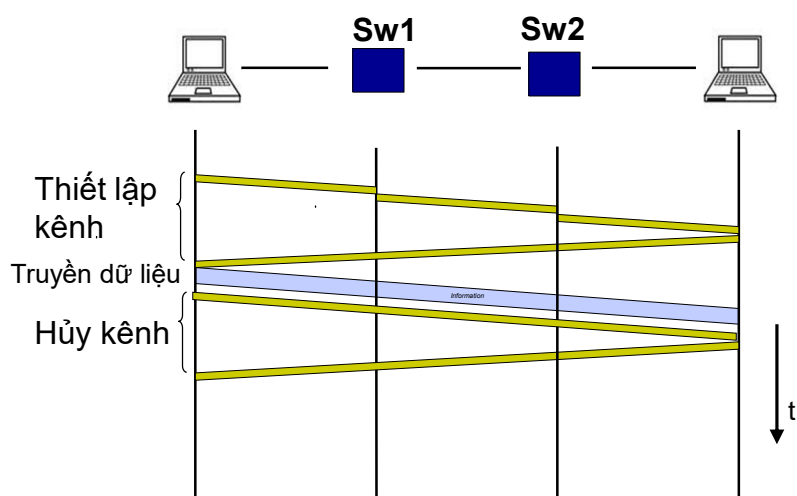
## Nhược điểm



53

53

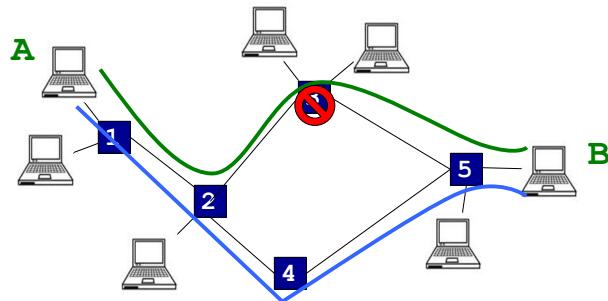
## Nhược điểm



54

54

## Nhược điểm



- Bắt đầu lại quá trình nếu lỗi trên thiết bị chuyển mạch khi truyền

55

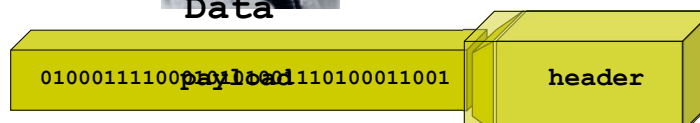
55

## 2.3. Chuyển mạch gói

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



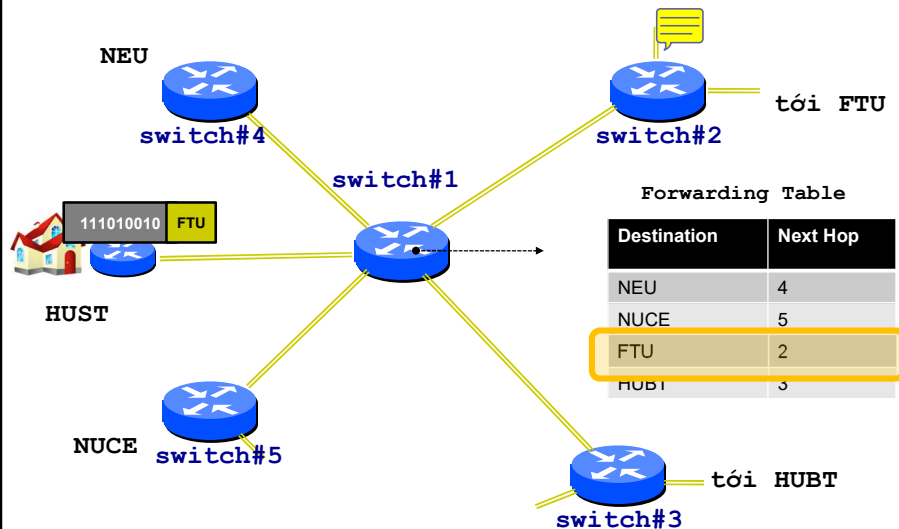
Data



56

56

## Chuyển tiếp gói tin

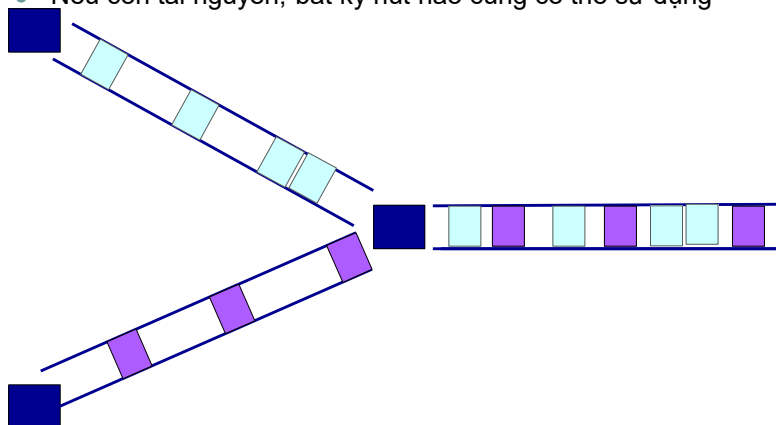


57

57

## 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

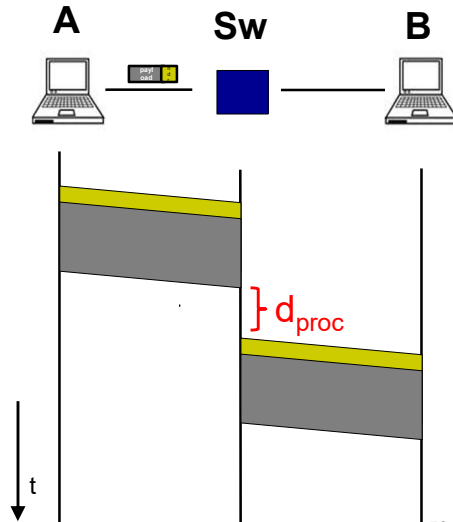


58

58

## Giảm độ trễ thời gian

- Thiết bị chuyển mạch sẽ chuyển tiếp khi nhận được toàn bộ gói tin (**store and forward**)
- Thiết bị chuyển mạch cần thời gian để xử lý gói tin ( $d_{proc}$ ):
  - Kiểm tra lỗi trên gói tin
  - Quyết định gói tin gửi đến đâu
  - Thường rất nhỏ so với trễ truyền tin



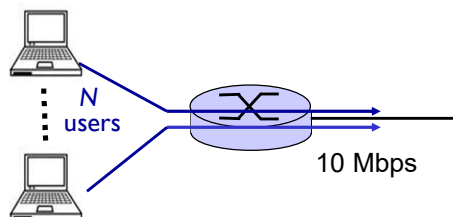
59

59

## 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 1 Mb/s
  - Thời gian sử dụng để truyền dữ liệu: 10% tổng thời gian



❖ **Mạng 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:**

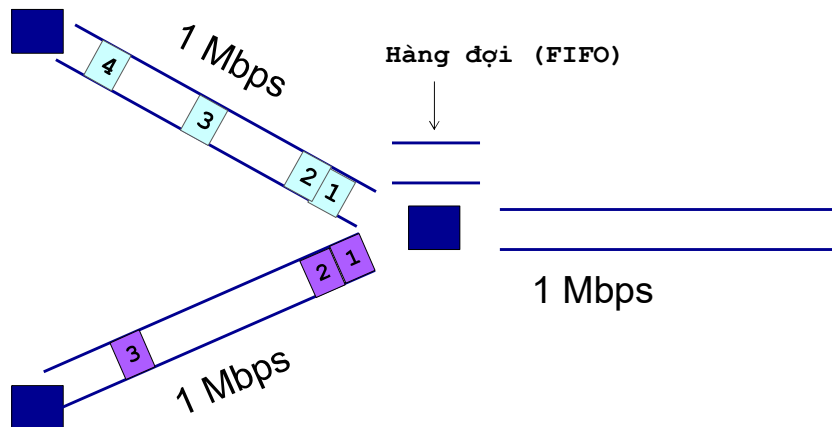
$$P(x = k) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$$

• **Nếu số người dùng tăng lên?**

60

60

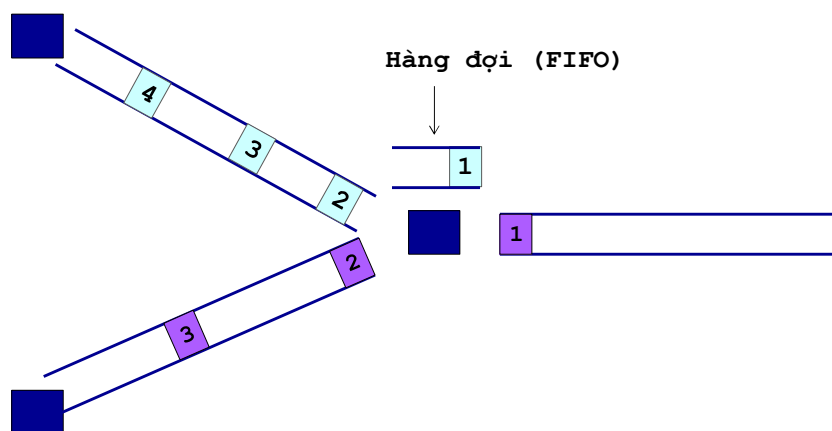
## Hàng đợi



61

61

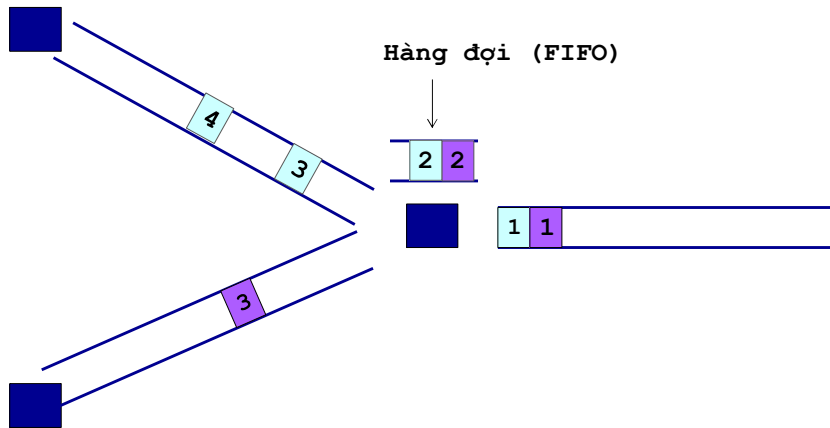
## Hàng đợi



62

62

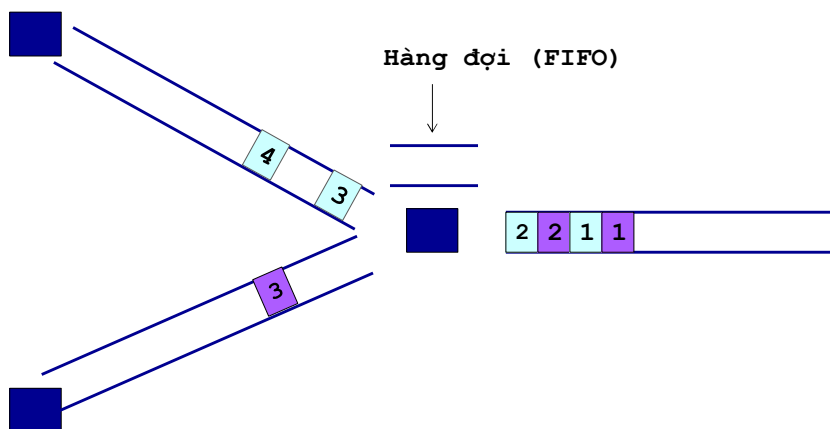
## Hàng đợi



63

63

## Hàng đợi

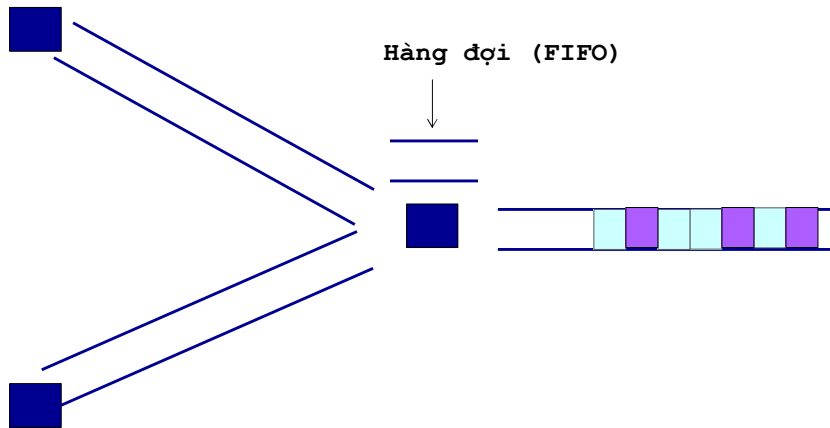


64

64



## Hàng đợi



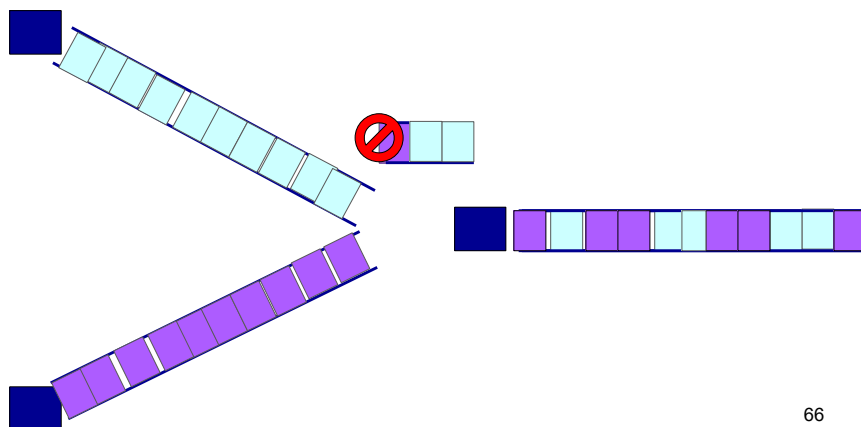
65

65

## Mất gói tin



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



66

66

## Các thông số cơ bản

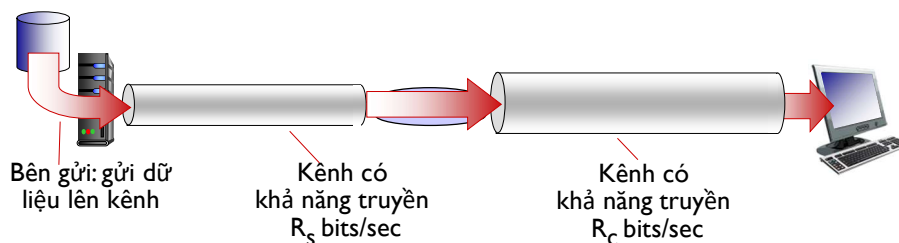
- Băng thông  $\equiv$  Tốc độ truyền tin  $\equiv$  Dung lượng
- Thông lượng
- MTU(Maximum Transmission Unit): kích thước lớn nhất của gói tin
- Độ trễ
  - Trễ trên thiết bị đầu cuối
  - Trễ trên thiết bị trung gian
  - Trễ truyền tin
  - Trễ lan truyền
- Độ mất gói tin = Số gói bị mất/Tổng số gói truyền

67

67

## Thông lượng (throughput)

- ❖ **Thông lượng**: tốc độ (bits/sec) truyền tin qua 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

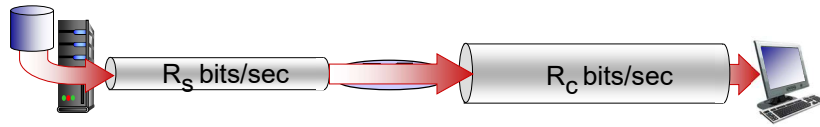


68

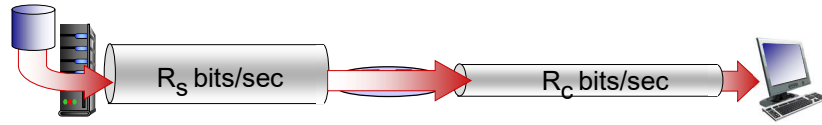
68

## Thông lượng (tiếp)

❖  $R_s < R_c$  Thông lượng trung bình là bao nhiêu?



❖  $R_s > R_c$  Thông lượng trung bình là bao nhiêu?



**Nút thắt cổ chai (bottleneck)**

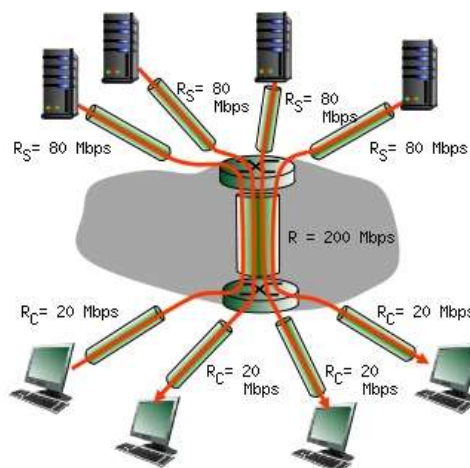
Là điểm tại đó làm giới hạn thông lượng trên đường truyền

69

69

## Nút thắt cổ chai

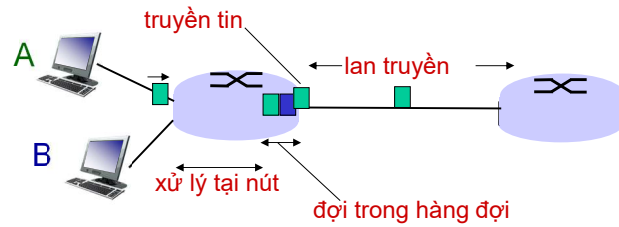
- Xác định nút thắt cổ chai?



70

70

## Độ trễ



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

$d_{\text{trans}}$ : trễ truyền tin:

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

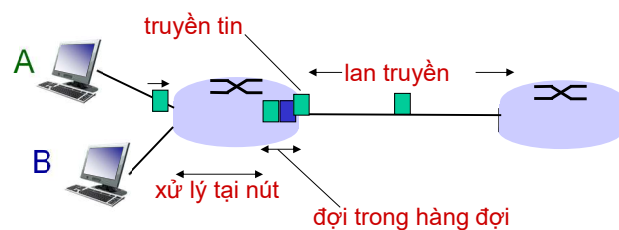
$d_{\text{prop}}$ : trễ lan truyền (truyền dẫn)

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

71

71

## Độ trễ (tiếp)



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

$d_{\text{proc}}$ : trễ xử lý

- Kiểm tra lỗi bit
- Xác định liên kết ra
- Thường  $< \mu\text{sec}$

$d_{\text{queue}}$ : trễ hàng đợi

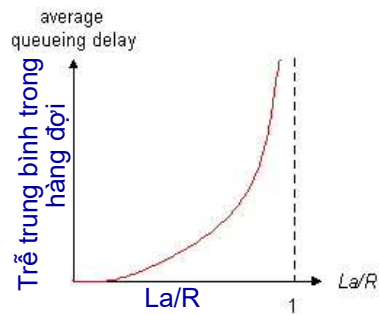
- Phụ thuộc vào số lượng dữ liệu trong hàng đợi

72

72

## Trễ hàng đợi

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



- ❖  $La/R \sim 0$ : trễ hàng đợi nhỏ
- ❖  $La/R \rightarrow 1$ : trễ hàng đợi lớn
- ❖  $La/R > 1$ : trễ vô cùng (mất gói tin)

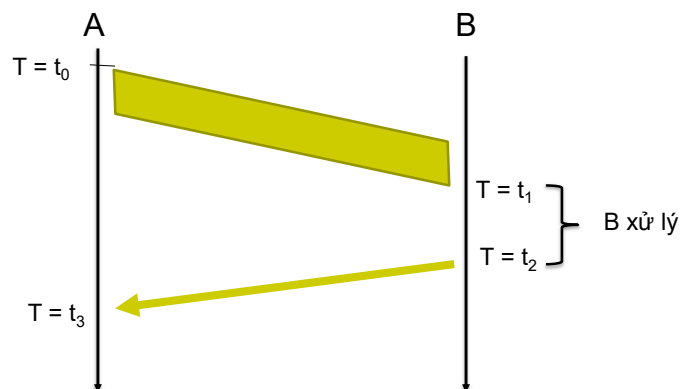


73

73

## Round Trip Time

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



- Trễ 1 chiều:  $t_1 - t_0$



74

74

## 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
  - $BER = \text{Số bit lỗi} / \text{Tổng số bit truyền} \rightarrow$  thường là hằng số
  - Ví dụ:  $BER = 10^{-3} \rightarrow$  truyền 1000 bit sẽ lỗi 1 bit
  - Nếu gói tin kích thước  $L = 1000$  bit  $\rightarrow$  xác suất gói tin có lỗi bit?
  - Nếu  $L = 100$  bit  $\rightarrow$  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  $\rightarrow$  gói tin bị mất  $\rightarrow$  truyền lại gói tin  $\rightarrow$  kích thước dữ liệu cần truyền lại: 1000 byte
  - Nếu gói tin có kích thước  $L = 100$  byte: hàng đợi đầy  $\rightarrow$  ?
- Kết luận: MTU làm giảm lượng dữ liệu phải truyền lại

75

75

## 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:

$$H = \frac{\text{payload}}{\text{header} + \text{payload}} = \frac{MTU - \text{header}}{MTU} = 1 - \frac{\text{header}}{MTU}$$

76

76

### 3. Kiến trúc phân tầng

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



77

77

### Nguyên tắc “chia để trị”



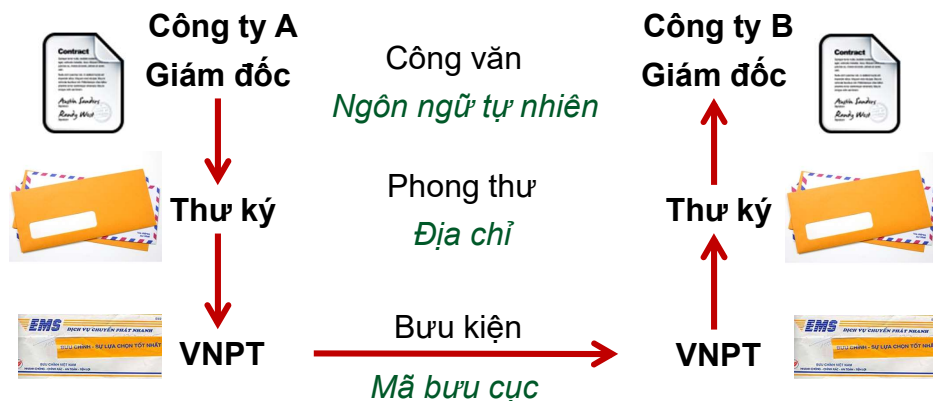
- Xác định các nhiệm vụ cần thực hiện
- Tổ chức, điều phối thứ tự thực hiện các nhiệm vụ
- Phân định ai làm nhiệm vụ gì
- Ví dụ: Giám đốc công ty A gửi công văn cho Giám đốc của công ty B
  - **Giám đốc A:** viết công văn và chuyển cho thư ký
  - **Thư ký:**
    - Cho thư vào bì thư và điền tên đầy đủ Giám đốc B và địa chỉ
    - Đem đến bưu điện VNPT
  - **Bưu điện VNPT:**
    - Đóng gói bưu kiện
    - Ghi địa chỉ bưu cục nhận
    - Chuyển bưu kiện lên xe thư
    - Đưa bưu kiện đến bưu cục nhận

78

78

## 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



79

79

## 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 và tổ chức các thành phần thành các tầng (layer)

80

80



## 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

81

81

## Điểm truy cập dịch vụ



- Service Access Point: là một điểm trừu tượng, tại đó tầng trên sử dụng dịch vụ tầng dưới
  - Tầng trên chỉ cần quan tâm cách sử dụng dịch vụ tầng dưới
  - ...không quan tâm tới cách thức thực hiện
- Quan điểm lập trình: cung cấp API (Application Programming Interface)
  - 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  
}
```

82

82

## 4.1. Truyền thông trong kiến trúc phân tầng




83

83

## Truyền thông trong kiến trúc phân tầng



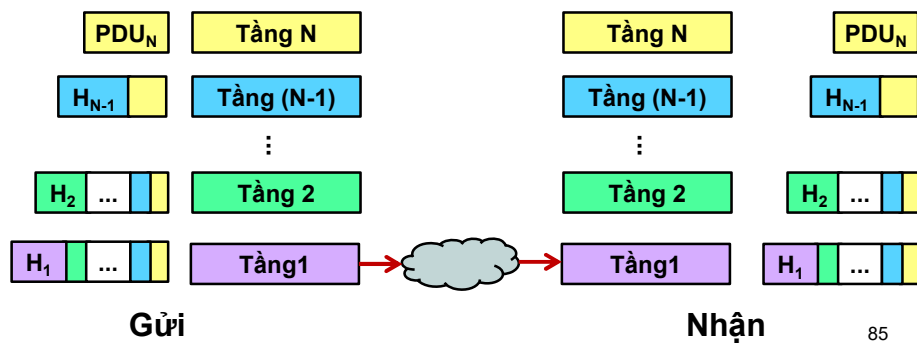
- Các nguyên lý chung:
  - Tầng trên sử dụng dịch vụ tầng dưới
  - Các tầng ngang hàng trên liên kết sử dụng chung “ngôn ngữ” và phương tiện trao đổi dữ liệu
- Dữ liệu được xử lý tại mỗi tầng như thế nào?
  - Chia thành các đơn vị dữ liệu **giao thức** - PDU (**Protocol** Data Unit) gồm có 
    - Header: 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

84

84

## Truyền thông trong kiến trúc phân tầng

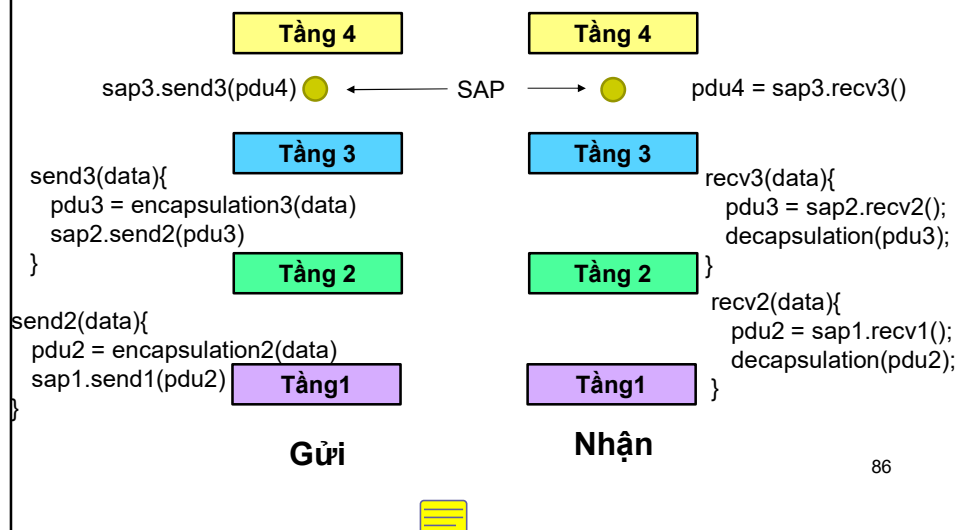
- Bên gửi: thêm tiêu đề chứa thông tin phục vụ cho việc xử lý dữ liệu tại tầng tương ứng và chuyển cho tầng dưới (Đóng gói dữ liệu – Encapsulation)
- Bên nhận: xử lý dữ liệu theo thông tin trong phần tiêu đề, tách tiêu đề và chuyển dữ liệu cho tầng trên



85

85

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



86

86

## 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*

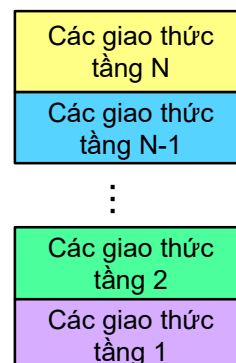
87

87

## Chồng giao thức (Protocol stack)



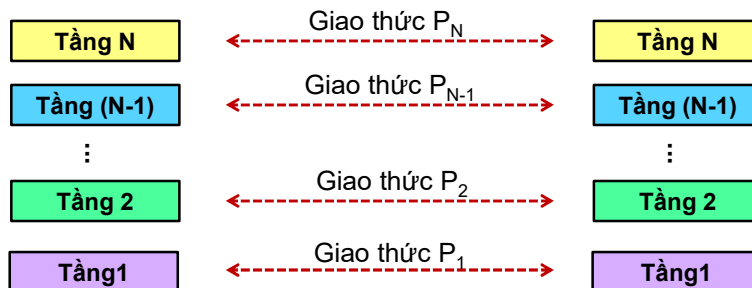
- Các chức năng được phân chia cho các tầng
- Mỗi tầng có nhiều cách thức để thực hiện các chức năng → sinh ra các giao thức khác nhau
- chồng giao thức: ngăn xếp các giao thức truyền thông trên kiến trúc phân tầng
- Giao thức mỗi tầng bao gồm:
  - Gọi dịch vụ nào của giao thức tầng dưới
  - Và cung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



88

88

## 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

89

89

## 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 (connectionless)
  - Không thiết lập liên kết, chỉ có giai đoạn truyền dữ liệu
  - Không tin cậy
  - “Best effort”: truyền ngay với khả năng tối đa

90

90



## 4.2. Mô hình OSI và TCP/IP

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?

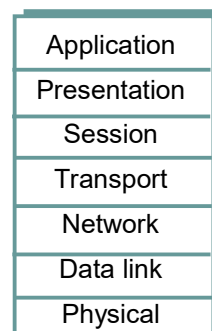


91

91

## Mô hình OSI/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



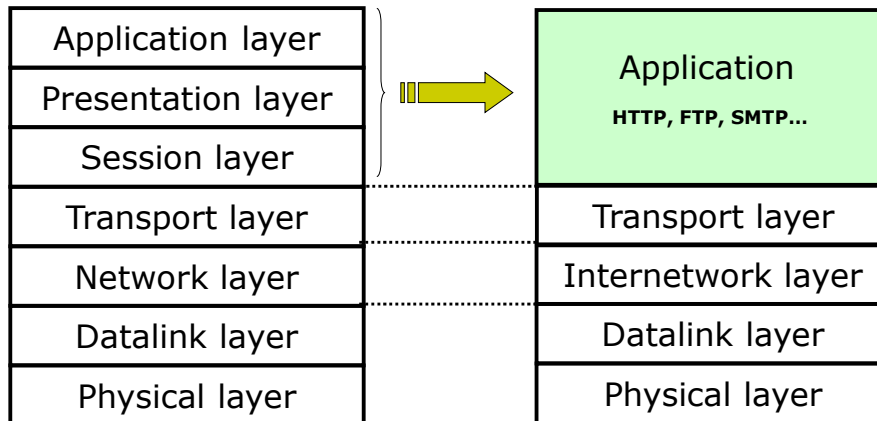
92

92

## Mô hình OSI và TCP/IP



Trong mô hình TCP/IP (Internet), chức năng 3 tầng trên được phân định cho một tầng duy nhất



93

93

## Mô hình OSI và TCP/IP



- 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

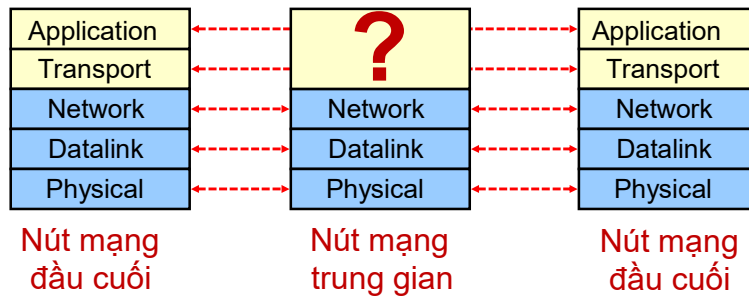
- Mô hình TCP/IP: mô hình Internet

- Sử dụng trên hầu hết các hệ thống mạng

94

94

## Triển khai kiến trúc phân tầng



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

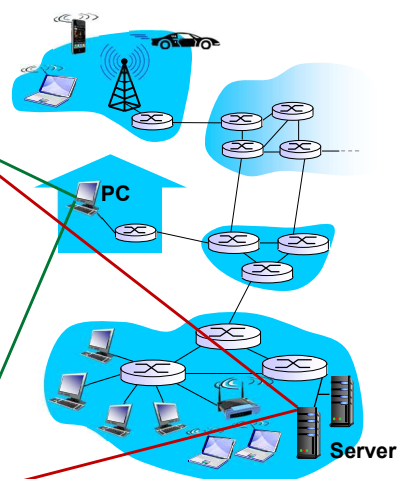
95

95

## Triển khai kiến trúc phân tầng

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
✓	Chuyển dữ liệu thành tín hiệu và truyền đi



96

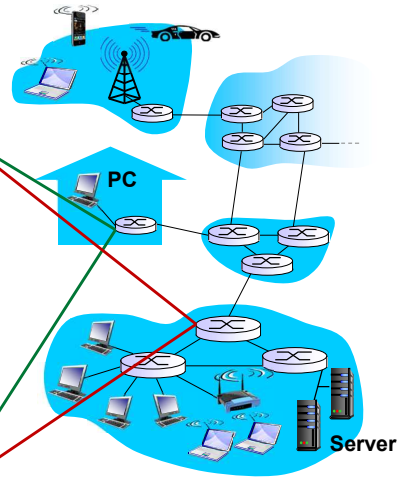
96



## Triển khai kiến trúc phân tầng

Nút mạng trung gian

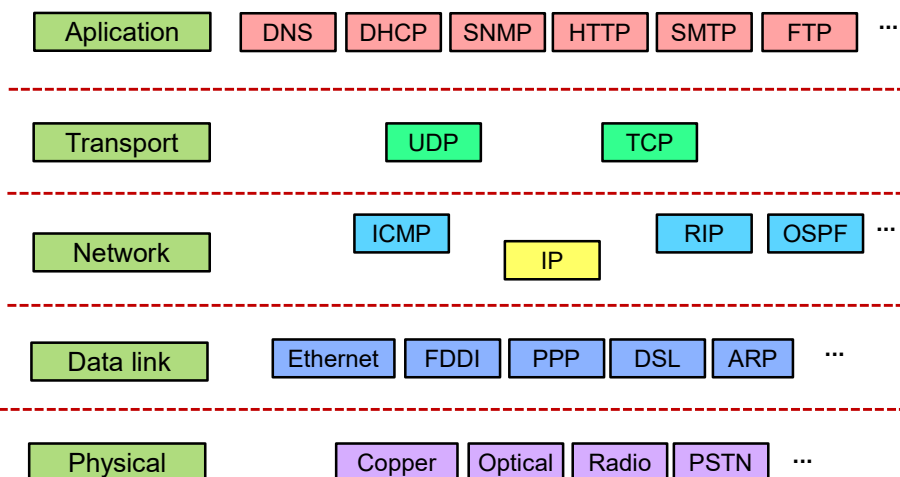
✗	Ứng dụng mạng cung cấp dịch vụ cho người dùng
✗	Điều khiển truyền dữ liệu giữa các ứng dụng
✓	Chọn đường, chuyển tiếp dữ liệu
✓	Điều khiển truyền dữ liệu trên các liên kết vật lý
✓	Chuyển dữ liệu thành tín hiệu và truyền đi



97

97

## Chồng giao thức TCP/IP



Sử dụng duy nhất một giao thức liên mạng là IP

98

98

## 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)



99

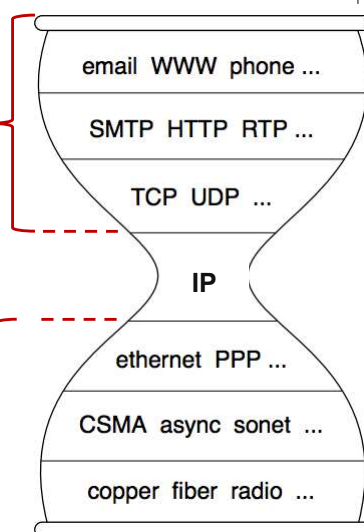
99

## 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

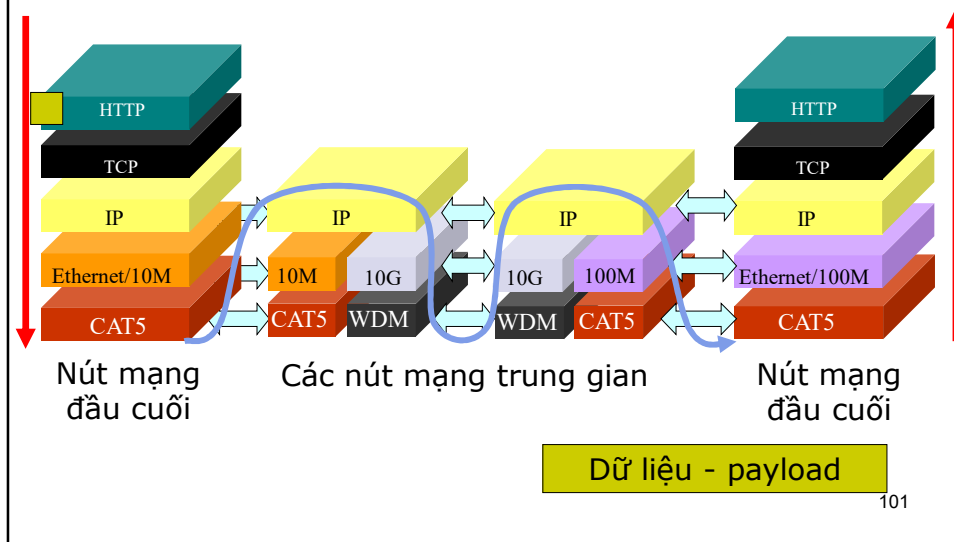
- Trên mọi nút
- Khác nhau trên các liên kết khác nhau



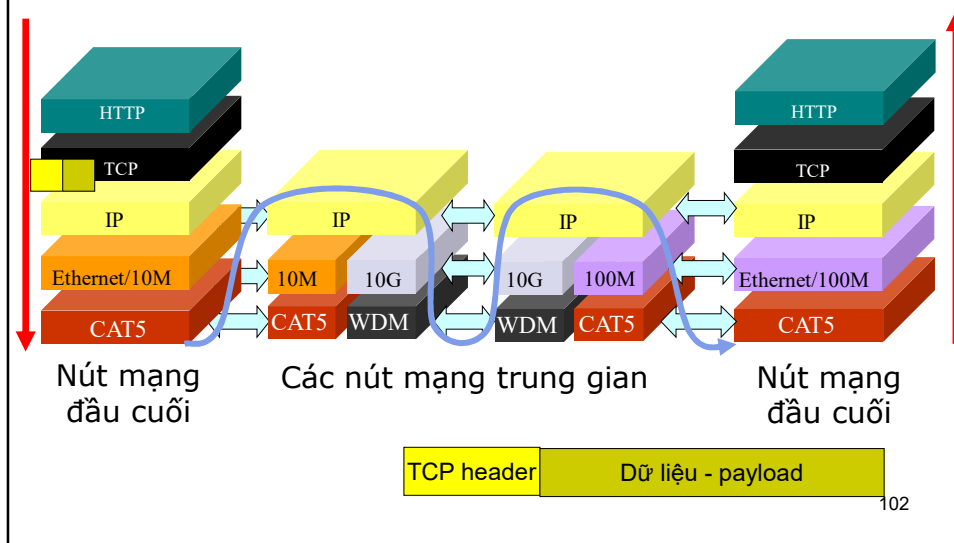
100

100

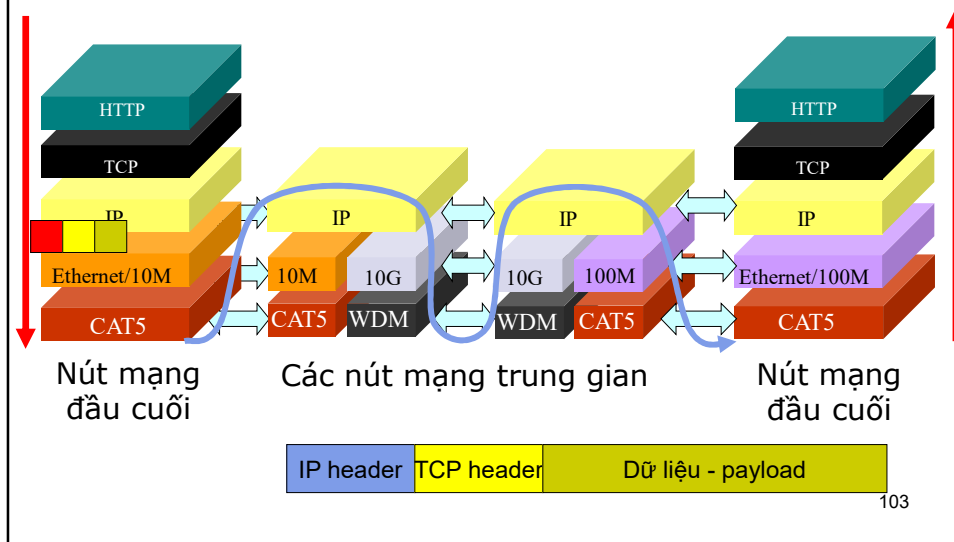
## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP

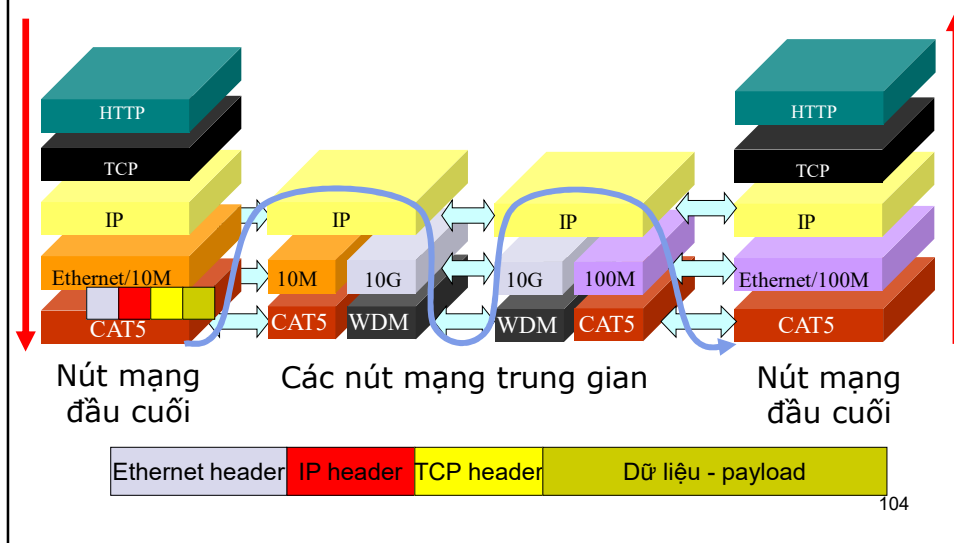


## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



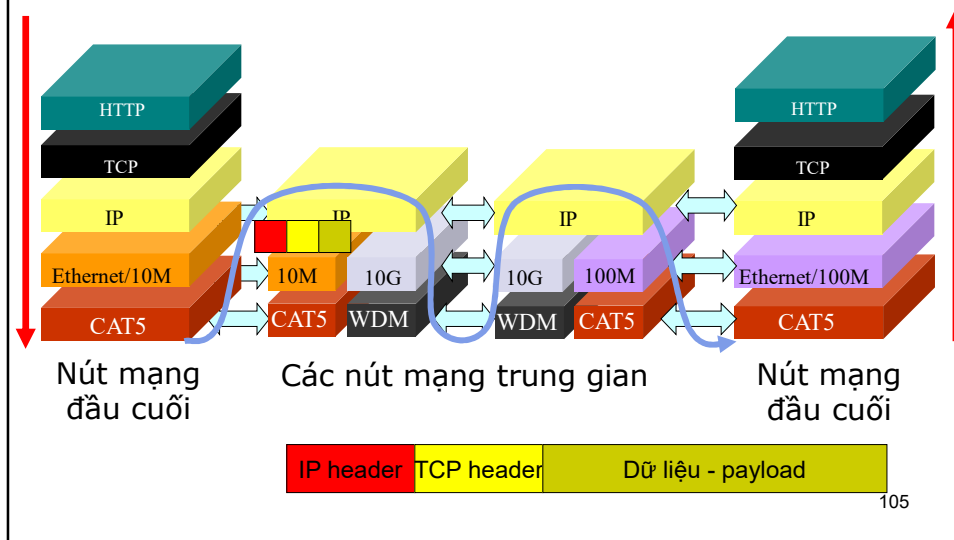
103

## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



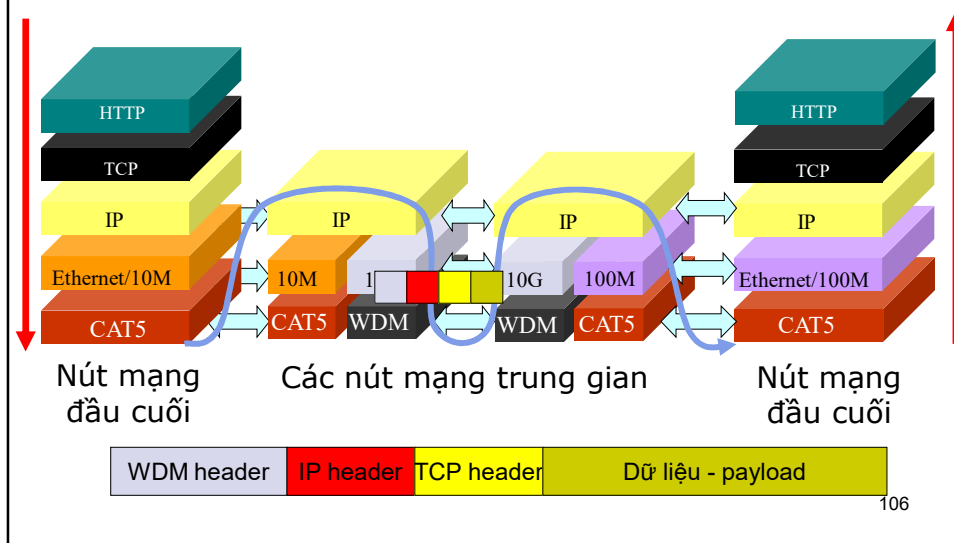
104

## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



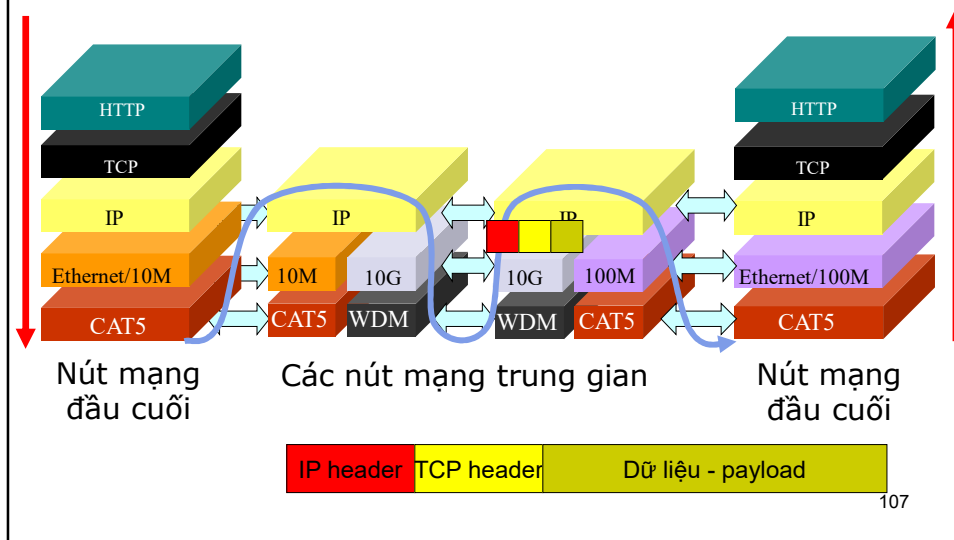
105

## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



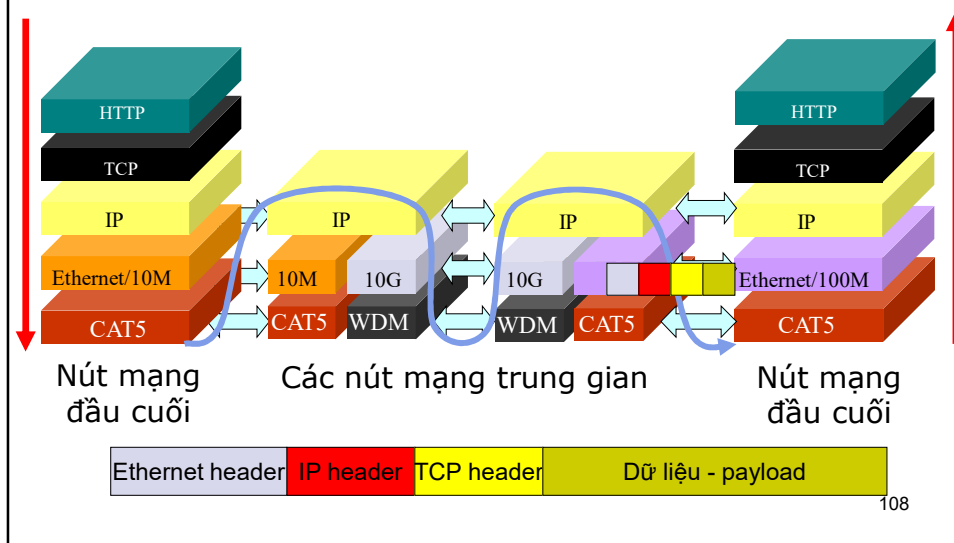
106

## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



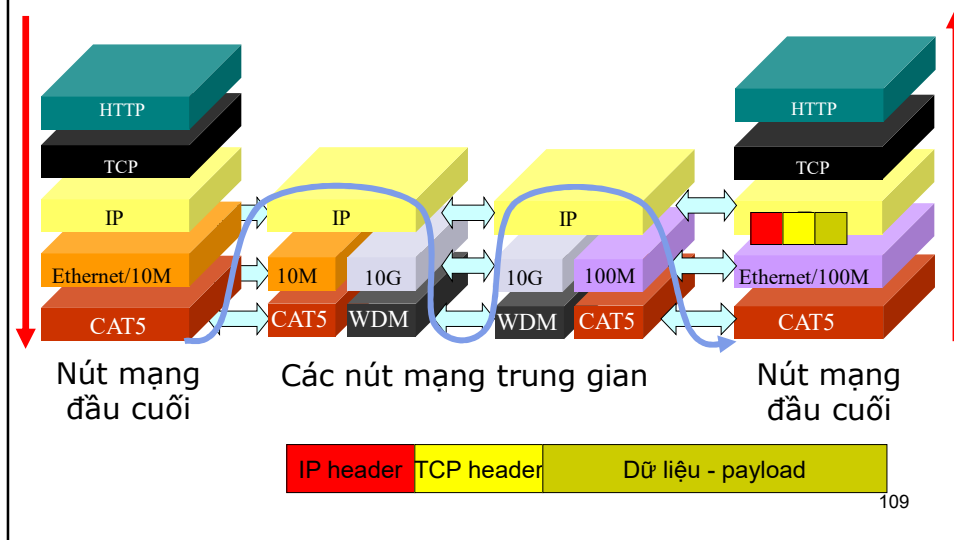
107

## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



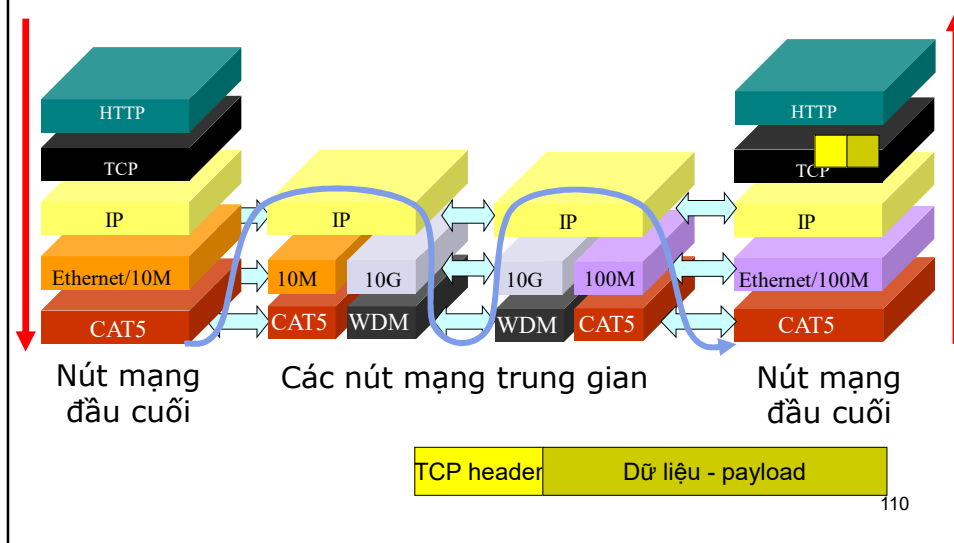
108

## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



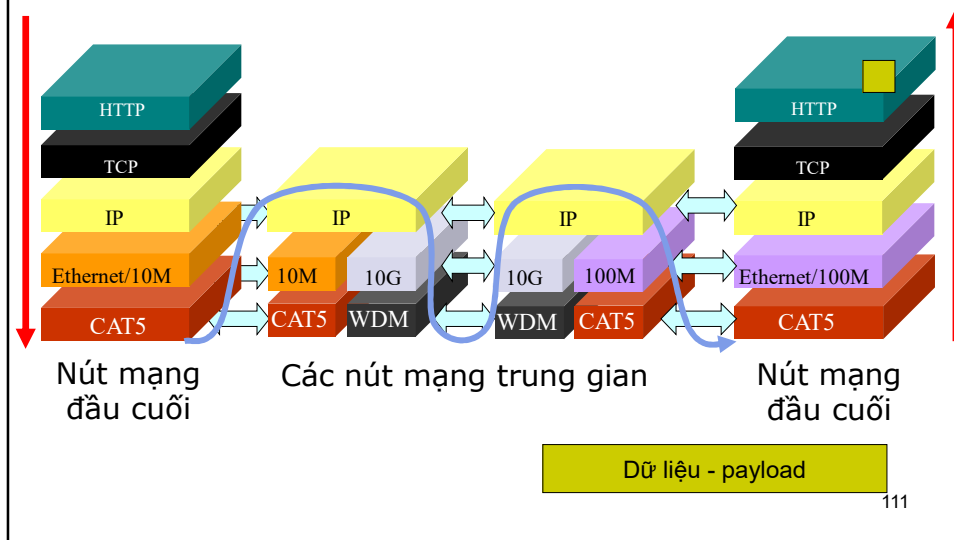
109

## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



110

## Đóng gói trên chồng giao thức TCP/IP



111

### 4.3. Định danh trong TCP/IP

Tên miền  
Số hiệu cổng  
Địa chỉ IP  
Địa chỉ MAC



112

112



## Định danh

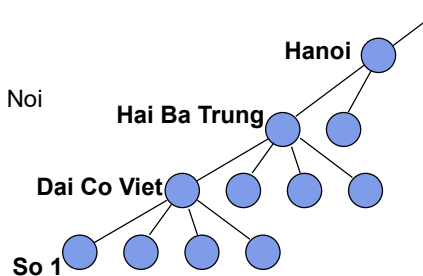
- Giá trị cho phép xác định một người hay một đối tượng
  - Tên
    - Bui Trong Tung
  - Địa chỉ
    - 1 Dai Co Viet, Hai Ba Trung, Ha Noi
  - Số điện thoại
    - 8680896
  - Email
    - tungbt@soict.hut.edu.vn

113

113

## 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



114

114

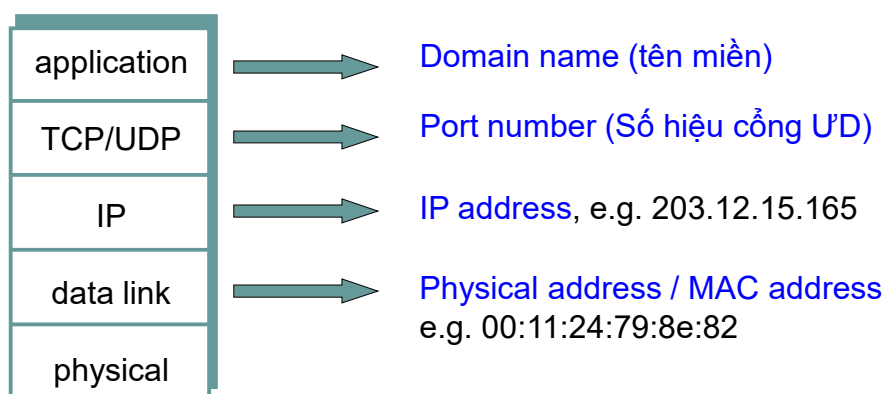
## Định danh trên kiến trúc phân tầng

- 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

115

115

## Định danh trên TCP/IP



116

116

## 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 sử dụng làm địa chỉ khi truyền dữ liệu giữa các nút mạng
- Phân cấp
- Ví dụ: soict.hust.edu.vn

117

117

## Số hiệu cổng ứng dụng



- Định danh sử dụng trên tầng giao vận 
  - 16 bit
  - Một chỉ số dùng kèm theo địa chỉ IP để định danh cho ứng dụng trên mạng
  - 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 ...

118

118

## 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 định danh một máy tính trong một mạng IP, ví dụ:
  - 133.113.215.10 (ipv4)
  - 2001:200:0:8803::53 (ipv6)



119

119

## 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 bởi 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

120

120

## Tổng kết về phân tầng và chồng giao thức

Lợi ích?  
Hạn chế?



121

121

## 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

122

122

## 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

123

123

## 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

124

124

## 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**

125

125

## Tài liệu tham khảo



- Keio University
- “Computer Networking: A Top Down Approach”, J.Kurose
- “Computer Network”, Berkeley University

126

126