

Chương 3
Tầng liên kết dữ liệu
MẠNG MÁY TÍNH NÂNG CAO

Mục tiêu

- ❑ Điều khiển truy cập đường truyền
- ❑ Điều khiển liên kết



Nội dung

- □Giới thiệu
- □Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- □Điều khiển truy cập đường truyền
- □ARP
- □Ethernet

3

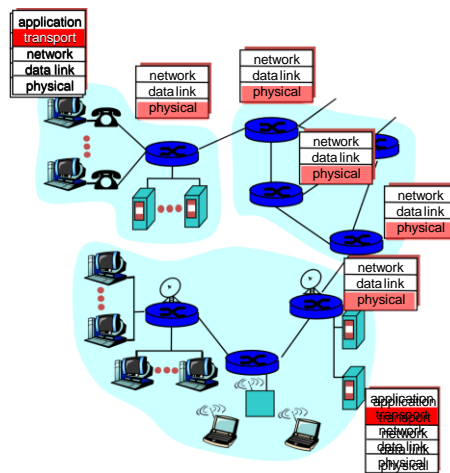
Giới thiệu - 1

- Link: “kết nối/liên kết” giữa các nodes kề nhau

- Wired
- Wireless

- Data link layer: chuyển gói tin (frame) từ một node đến node kề qua 1 link

- Mỗi link có thể dùng giao thức khác nhau để truyền tải frame



4

Giới thiệu - 2

❑ Tại nơi gửi:

- Nhận các packet từ tầng network → đóng gói thành các frame
- Truy cập đường truyền (nếu dùng đường truyền chung)

❑ Tại nơi nhận:

- Nhận các frame dữ liệu từ tầng physical
- Kiểm tra lỗi
- Chuyển cho tầng network

5

Giới thiệu - 3



❑ LLC (Logical Link Control)

- Điều khiển luồng
- Kiểm tra lỗi
- Báo nhận

❑ MAC (Media Access Control)

- Truy cập đường truyền



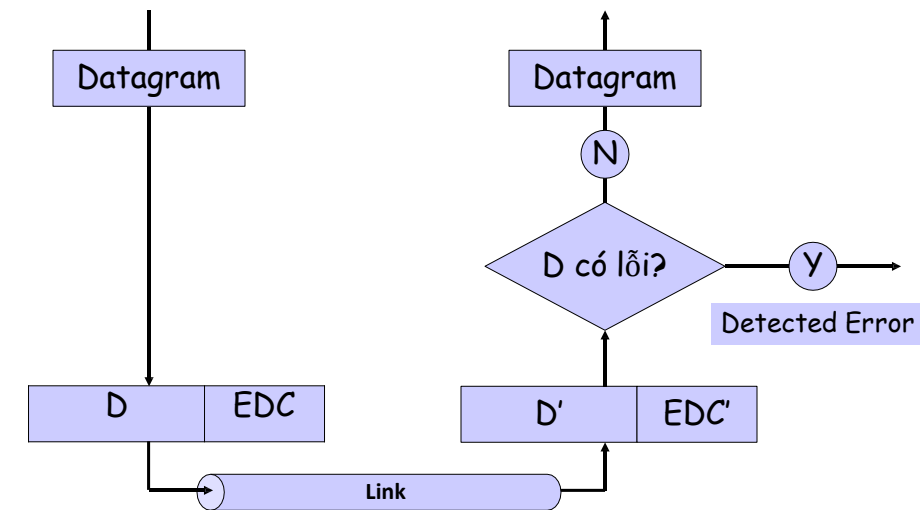
6

Nội dung

- □Giới thiệu
- □Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- □Điều khiển truy cập đường truyền
- □ARP
- □Ethernet

7

Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi - 1



EDC= Error Detection Code
D = Data

8

Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi - 2

❑ Các phương pháp:

- Parity Check (bit chẵn lẻ)
- Checksum
- Cyclic Redundancy Check (CRC)

9

Parity Check

❑ Dùng thêm một số bit để đánh dấu tính chẵn lẻ

- Dựa trên số bit 1 trong dữ liệu
- Phân loại:
 - Even Parity: số bit 1 phải là một số chẵn
 - Odd Parity: số bit 1 phải là một số lẻ


❑ Các phương pháp:

- Parity 1 chiều
- Parity 2 chiều
- Hamming code

10

Parity 1 chiều - 1

- ❑ Số bit parity: 1 bit
- ❑ Chiều dài của dữ liệu cần gửi đi: d bit
 - DL gửi đi sẽ có $(d+1)$ bit
- ❑ Bên gửi:

- Thêm 1 bit parity vào dữ liệu cần gửi đi
 - Mô hình chẵn (Even parity)
 - số bit 1 trong $d+1$ bit là một số chẵn
 - Mô hình lẻ (Odd Parity)
 - số bit 1 trong $d+1$ bit là một số lẻ
- 

11

Parity 1 chiều - 2

- ❑ Bên nhận:
 - Nhận D' có $(d+1)$ bits
 - Đếm số bit 1 trong $(d+1)$ bits = x
 - Mô hình chẵn: nếu x lẻ → error
 - Mô hình lẻ: nếu x chẵn → error
- ❑ Ví dụ: nhận 0111000110101011
 - Parity chẵn: sai
 - Parity lẻ: đúng
 - Dữ liệu thật: 011100011010101
- ❑ Đặc điểm:
 - Phát hiện được lỗi khi số bit lỗi trong dữ liệu là số lẻ
 - Không sửa được lỗi

12

Parity 2 chiều - 1

- ❑ Dữ liệu gửi đi được biểu diễn thành ma trận $N \times M$
- ❑ Số bit parity: $(N + M + 1)$ bit
- ❑ Đặc điểm:
 - Phát hiện và sửa được 1 bit lỗi
- ❑ Bên gửi
 - Biểu diễn dữ liệu cần gửi đi thành ma trận $N \times M$
 - Tính giá trị bit parity của từng dòng, từng cột

13

Parity 2 chiều - 1

				row parity →
	$d_{1,1}$	\dots	$d_{1,j}$	$d_{1,j+1}$
	$d_{2,1}$	\dots	$d_{2,j}$	$d_{2,j+1}$
	\dots	\dots	\dots	\dots
	$d_{i,1}$	\dots	$d_{i,j}$	$d_{i,j+1}$
column parity ↓	$d_{i+1,1}$	\dots	$d_{i+1,j}$	$d_{i+1,j+1}$

14

Parity 2 chiều - 2

□ Ví dụ:

- Dùng parity chẵn
- $N = 3, M = 5$
- Dữ liệu cần gửi đi: 10101 11110 01110

10101	1
11110	0
01110	1
<hr/>	<hr/>
00101	0

15

Parity 2 chiều - 1

□ Bên nhận:

- Biểu diễn dữ liệu nhận thành ma trận $(N+1) \times (M+1)$
- Kiểm tra tính đúng đắn của từng dòng/cột
- Đánh dấu các dòng/cột dữ liệu bị lỗi
- Bit lỗi: bit tại vị trí giao giữa dòng và cột bị lỗi

16

Parity 2 chiều - 2

□ Ví dụ:

- Dùng parity chẵn

▪ $N = 3, M = 5$

Dữ liệu gửi: 101011 111100 011101 001010

```

      ↓
→ 101011
   111100
   011101
   -----
   001010
    
```

Không có lỗi

Dữ liệu thật: 10101 11110 01110

Dữ liệu nhận:

101011 101100 011101 001010

```

      ↓
→ 101011
   101100
   011101
   -----
   001010
    
```

Có lỗi

Dữ liệu thật: 10101 11110 01110

17

Check sum - 1

□ Bên gửi

- d bits trong DL gửi đi được xem như gồm N số k bits: x_1, x_2, \dots, x_N
- Tính tổng $X = x_1 + x_2 + \dots + x_N$
- Tính **bù 1** của X → giá trị checksum

□ VD: Dữ liệu cần gửi: 1110 0110 0110 0110, k = 4

- 1110, 0110, 0110, 0110
- 0101, 0110, 0110
-
- Sum = 0010
- Checksum = 1101

```

      1110 0
      0110
      ----
      0100 0
      1
      ----
      0001
    
```

18

Check sum - 1

❑ Bên nhận:

- tính tổng cho tất cả giá trị nhận được (kể cả giá trị checksum).
- Nếu tất cả các bit là 1, thì dữ liệu nhận được là đúng; ngược lại: có lỗi xảy ra

❑ VD:

- nhận: 1110 0110 0110 0110 1101
 - Sum = 1111
 - đúng
- Nhận: 1010 0110 0110 0110 1101
 - Sum = 1011
 - sai

19

Nội dung

- ❑ Giới thiệu
- ❑ Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- ❑ Điều khiển truy cập đường truyền
- ❑ ARP
- ❑ Ethernet

20

Điều khiển truy cập đường truyền - 1

□Loại liên kết (link)



▪ Điểm đến điểm (Point-to-point)

- Dialup
- Nối trực tiếp giữa: host - host, host – SW

▪ Chia sẻ (Shared)



shared wire (e.g.,
cabled Ethernet)



shared RF
(e.g., 802.11 WiFi)

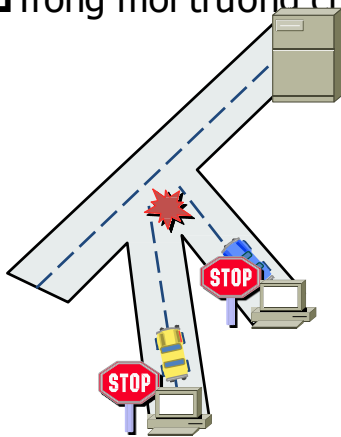


shared RF
(satellite)

21

Điều khiển truy cập đường truyền - 2

□Trong môi trường chia sẻ



Hạn chế xảy ra collision

→ Giao thức tầng Data link:
Quyết định cơ chế để các
node sử dụng môi trường
chia sẻ

- khi nào được phép gửi DL xuống đường truyền
- Làm sao phát hiện xảy ra Collision
-

22

Điều khiển truy cập đường truyền - 3

□ Các phương pháp:

- Phân chia kênh truyền (Channel partition protocols)
- Tranh chấp (Random access protocols)
- Luân phiên (Taking-turns protocols)

23

Phân chia kênh truyền

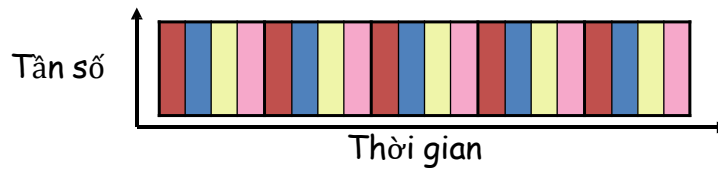
- □ TDM (Time Division Multiplexing)
- □ FDM (Frequency Division Multiplexing)
- □ CDMA (Code Division Multiple Access)

24

TDM

□ Ý tưởng:

- Chia kênh truyền thành các khe thời gian
- Mỗi khe thời gian chia thành N khe nhỏ
- Mỗi khe nhỏ dành cho 1 node trong mạng
- Mỗi node có băng thông: R/N



25

FDM

□ Ý tưởng:

- Chia kênh truyền thành N kênh truyền nhỏ
- Mỗi kênh truyền dành cho 1 node
- Mỗi node có băng thông: R/N



26

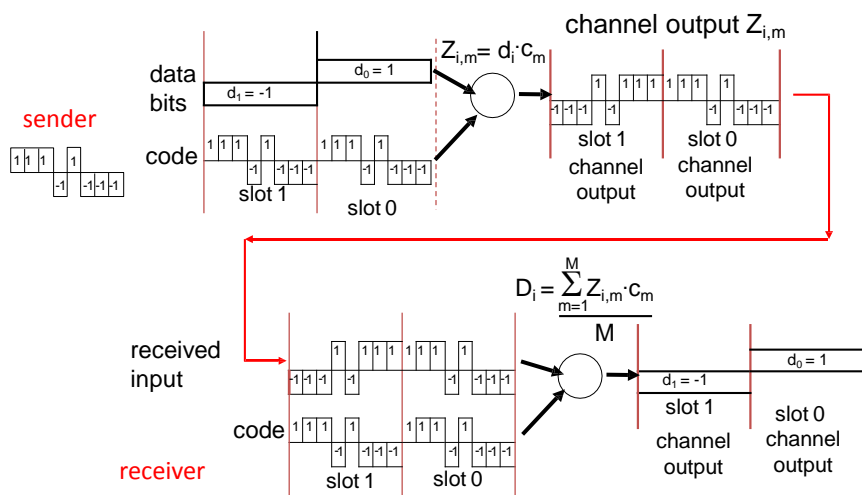
CDMA - 1

Ý tưởng:

- Mỗi node có 1 code riêng
- Bên gởi: mã hoá dữ liệu trước khi gởi bằng code của mình và bên nhận phải biết code của người gởi
- 1 bit DL được mã hoá thành M bits
- Kênh truyền: chia thành từng các khe thời gian, mỗi bit truyền trong 1 khe

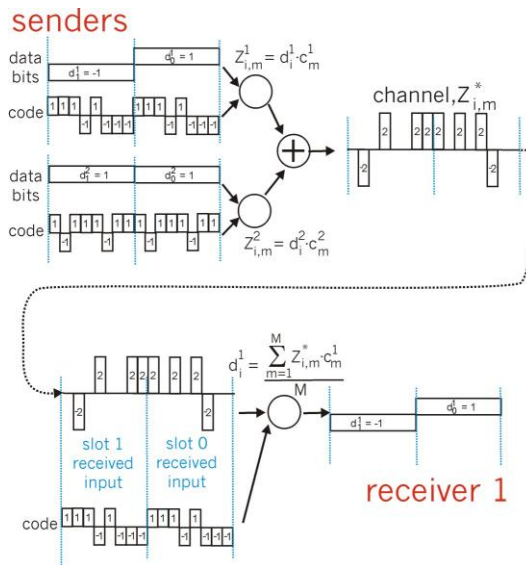
27

CDMA - 2



28

CDMA - 3



29

Tranh chấp

- ❑ Các node chiếm trọn băng thông khi truyền
- ❑ Lắng nghe độ bận sau khi truyền
- ❑ Một số phương pháp:
 - ALOHA (Slotted, Pure)
 - CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

30

Pure ALOHA

- ❑ Mỗi node có thể bắt đầu truyền dữ liệu bất cứ khi nào node có nhu cầu
- ❑ Nếu phát hiện xung đột → chờ 1 khoảng thời gian rồi truyền lại

31

Slotted ALOHA

- ❑ Giả thiết:
 - Các frame có kích thước tối đa là L bits
- ❑ Kênh truyền: chia thành các khe thời gian có kích thước L/R (s)
- ❑ Khi 1 node có nhu cầu truyền dữ liệu: phải chờ đến thời điểm bắt đầu của 1 khe mới được truyền
 - cần đồng bộ thời gian giữa các node
- ❑ Nếu đụng độ xảy ra: truyền lại với xác suất là p

32

CSMA - 1

❑ Lắng nghe đường truyền trước khi truyền:

- Đường truyền rảnh: truyền dữ liệu
- Đường truyền bận: chờ

❑ Lắng nghe đường truyền sau khi truyền

- Nếu đụng độ xảy ra:
 - dừng truyền
 - đợi 1 khoảng thời gian và truyền lại

33

CSMA - 2

❑ Đánh giá:

- Các node có quyền ngang nhau
- Chi phí cao
- Tốc độ: chấp nhận được nếu số lượng node ít
- Không ấn định độ ưu tiên cho thiết bị đặc biệt

❑ Cải tiến:

- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection)
- CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance)

34

CSMA/CD

☐ Ý tưởng:

- Thiết bị lắng nghe đường truyền
- Nếu đường truyền rảnh, thiết bị truyền DL của mình lên đường truyền
- Sau khi truyền, lắng nghe đụng độ?
- Nếu có, thiết bị gửi tín hiệu cảnh báo các thiết bị khác
- Tạm dừng 1 khoảng thời gian ngẫu nhiên rồi gửi DL
- Nếu tiếp tục xảy ra đụng độ, tạm dừng khoảng thời gian gấp đôi.

☐ Dùng trong mạng Ethernet

35

Luân phiên

☐ Dùng thẻ bài (Token Passing)

☐ Dò chọn (Polling)

36

Token Passing

☐ Ý tưởng:

- Dùng 1 thẻ bài (token) di chuyển qua các node
- Thiết bị muốn truyền DL thì phải chiếm được token

☐ Đánh giá:

- Thích hợp cho các mạng có tải nặng
- Thiết lập được độ ưu tiên cho thiết bị đặc biệt
- Chậm hơn CSMA trong mạng có tải nhẹ
- Thiết bị mạng đắt tiền

☐ Dùng trong mạng Token Ring

37

Polling

☐ Ý tưởng:

- Có 1 node đóng vai trò điều phối
- Node điều phối kiểm tra nhu cầu gửi DL của các node thứ cấp và xếp vào hàng đợi theo thứ tự và độ ưu tiên
- Thiết bị truyền DL khi đến lượt

☐ Đánh giá:

- Có thể thiết lập độ ưu tiên
- Tốn chi phí
- Việc truyền DL của 1 thiết bị tùy thuộc vào thiết bị dò chọn

38

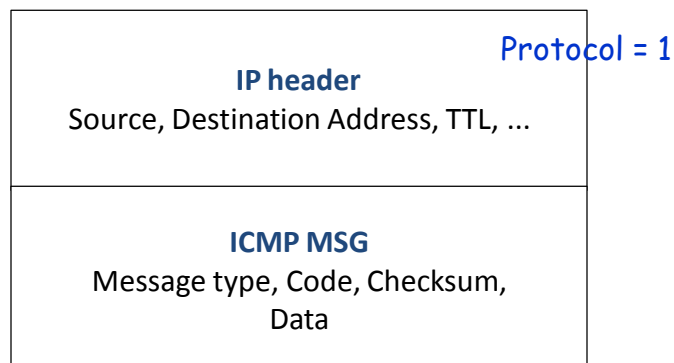
Giao thức ICMP

- ❑ ICMP (Internet Control Message Protocol)
- ❑ Được sử dụng bởi các host và router để trao đổi thông tin ở tầng mạng
 - Báo lỗi:
 - Mạng, host, protocol, port ... không vươn đến được
 - Báo mạng bị tắc nghẽn
 - Báo timeout
 - Echo request/reply (ping)

39

Gói tin ICMP

- Thông điệp ICMP được đóng gói trong gói tin IP



40

Cấu trúc thông điệp icmp - 1

0	8	16	32
Type	Code	Checksum	
Unused			
Data			

41

Cấu trúc thông điệp icmp - 2

ICMP Type	Code	Description
0	0	echo reply
3	0	destination network unreachable
3	1	destination host unreachable
3	2	destination protocol unreachable
3	3	destination port unreachable
3	6	destination network unknown
3	7	destination host unknown
4	0	source quench (congestion control)
8	0	echo request
9	0	router advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL expired
12	0	IP header bad

42

Cấu trúc thông điệp icmp - 3

❑ Không đến được đích:

- Nguyên nhân: liên kết mạng bị đứt, đích đến không tìm thấy, ...
- Type = 3
- Code:
 - 0: unreachable network
 - 1: unreachable host
 - 2: unreachable protocol
 - 3: unreachable port
 - 4: không được phép fragment
 - 5: source route bị sai

43

Cấu trúc thông điệp icmp - 4

❑ Quá hạn:

- Nguyên nhân:
 - TTL = 0 trước khi đến đích
 - Quá hạn thời gian tái lắp ghép các fragment
- Type = 11
- Code:
 - 0: TTL
 - 1: hết thời gian tái lắp ghép

44

Giao thức ICMP

❑ Các trường hợp GỬI ICMP msg:

- Datagram không đạt đến đích
- Time out
- Error xuất hiện trong header
- Router/host bị tắt nghẽn

❑ Các trường hợp KHÔNG gửi ICMP msg:

- Bản thân ICMP msg có lỗi
- Broadcast, multicast (gói DL định tuyến)
- Những fragment khác với fragment đầu tiên

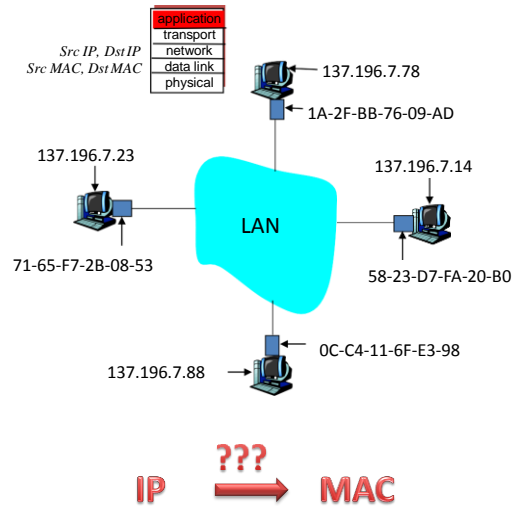
45

Nội dung

- ❑ Giới thiệu
- ❑ Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- ❑ Điều khiển truy cập đường truyền
- ❑ ICMP
- ❑ ARP
- ❑ Ethernet

46

ARP - 1



47

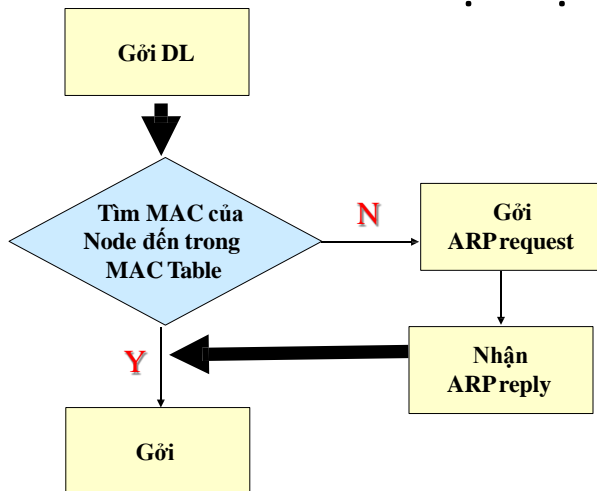
ARP - 2

□ ARP (Address Resolution Protocol)

- Phân giải từ địa chỉ IP thành địa chỉ MAC
- Chỉ phân giải trong cùng đường mạng
- Sử dụng ARP table:
 - IP
 - MAC
 - TTL :thời gian sống của record
 - Lưu trong RAM

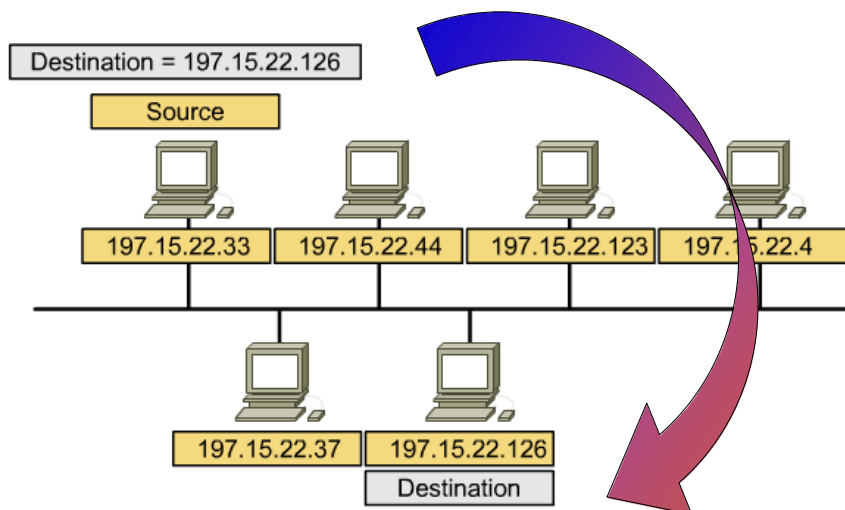
48

ARP – cơ chế hoạt động



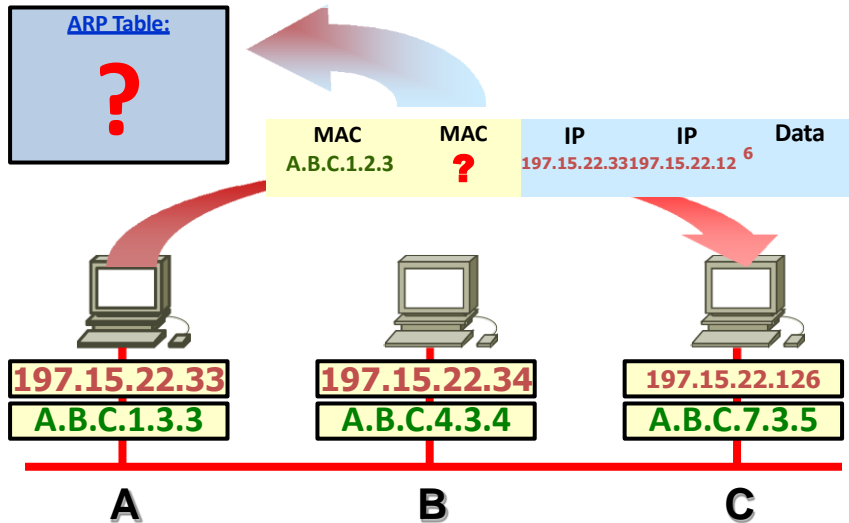
49

ARP – minh họa - 1



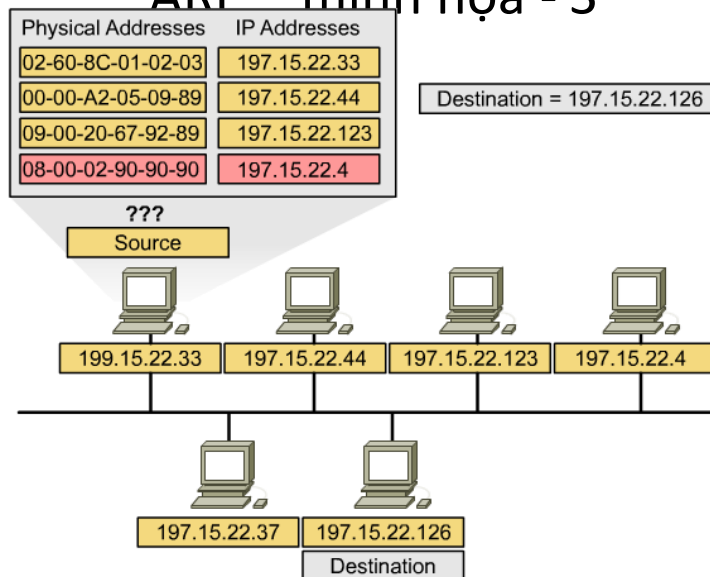
50

ARP – minh họa - 2



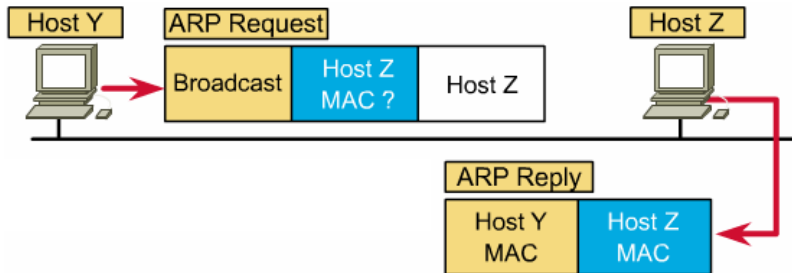
51

ARP – minh họa - 3



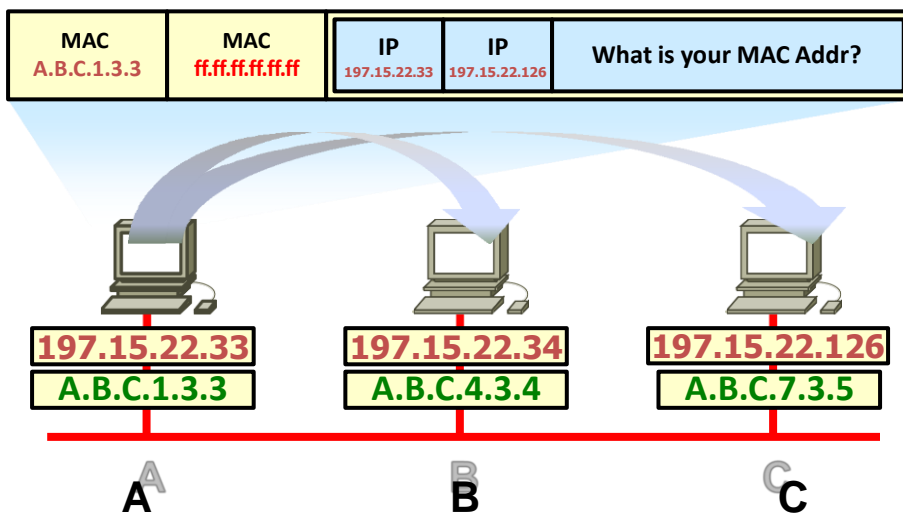
52

ARP – minh họa - 4



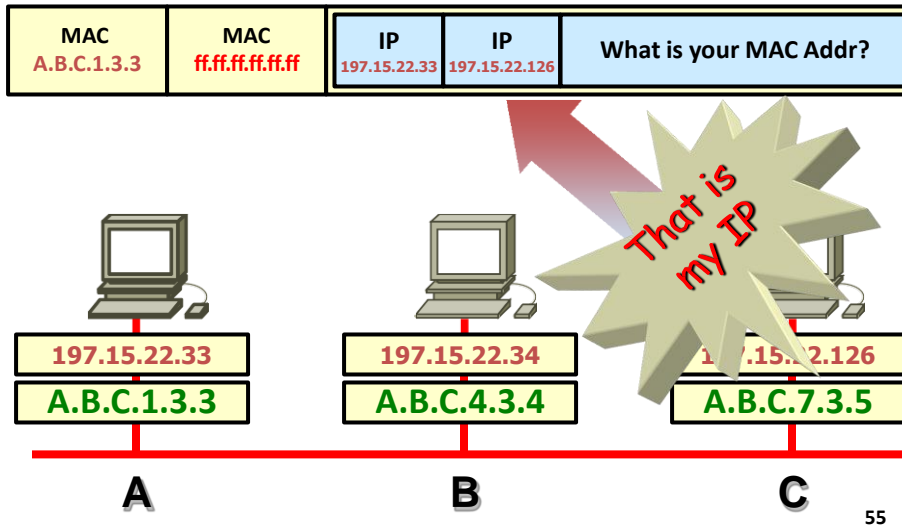
53

ARP – Request

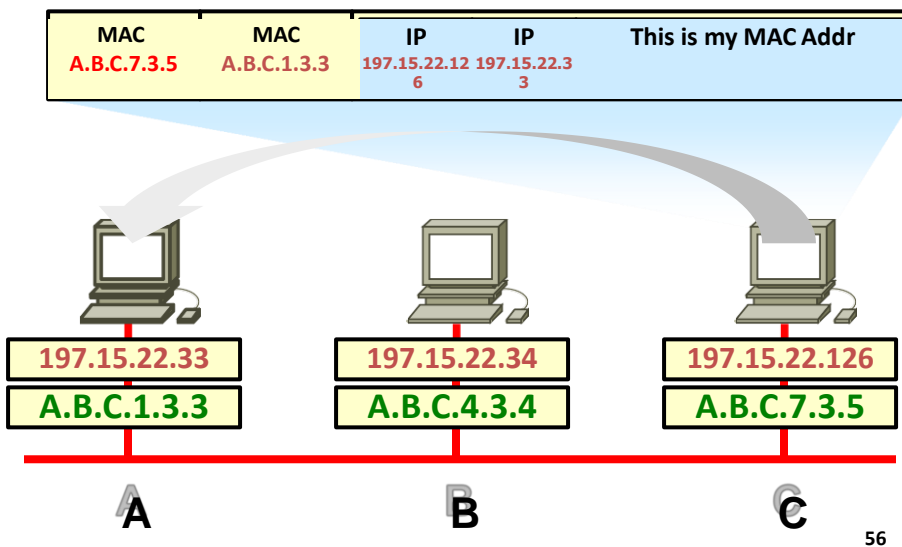


54

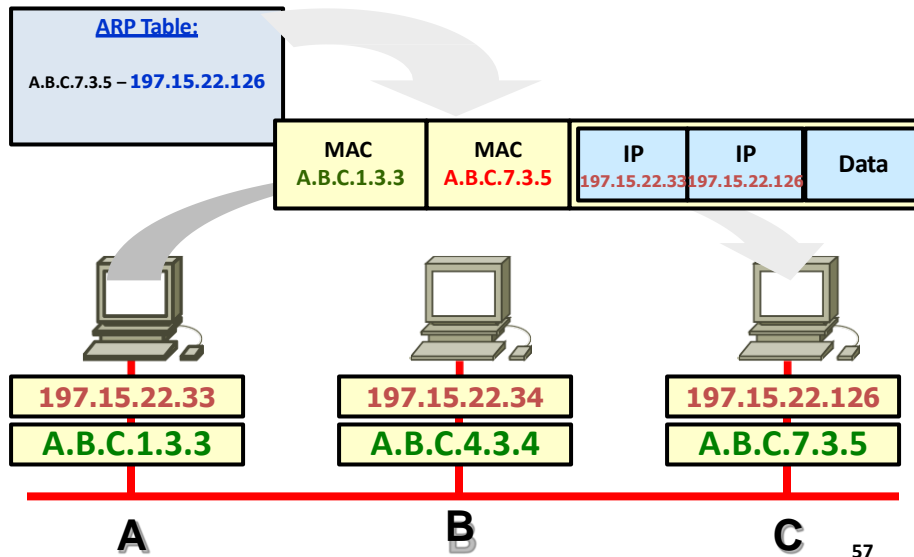
ARP - Checking



ARP - Reply



ARP - Caching



Nội dung

- ☐ Giới thiệu
- ☐ Kỹ thuật phát hiện và sửa lỗi
- ☐ Điều khiển truy cập đường truyền
- ☐ ARP
- ☐ Ethernet

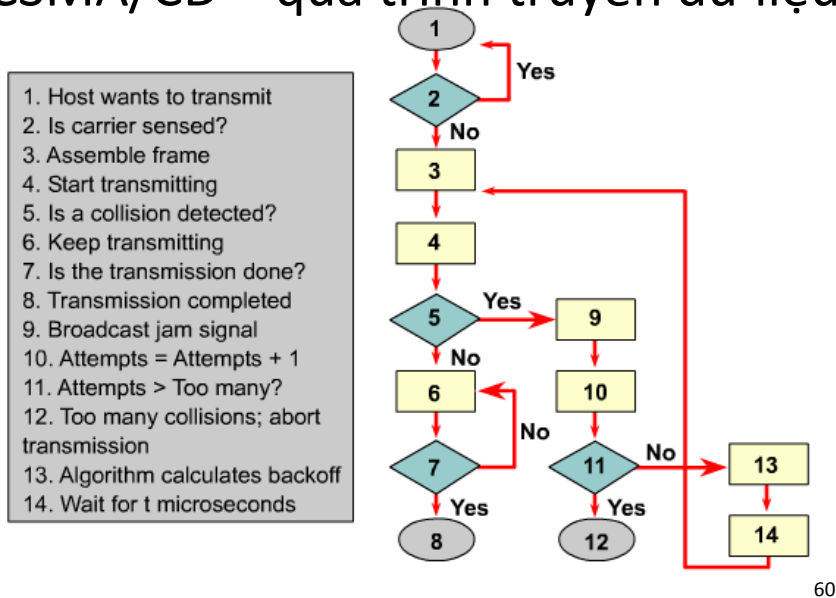
Ethernet - 1

❑ Là 1 kỹ thuật (technology) mạng LAN có dây

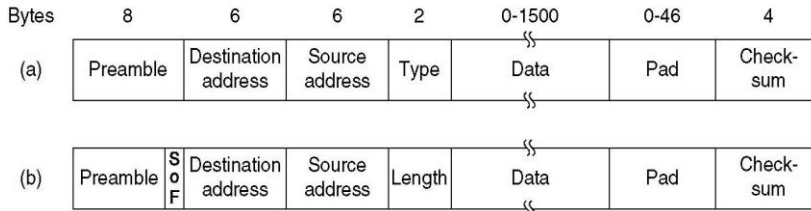
- Là 1 kỹ thuật mạng LAN đầu tiên
- Chuẩn 802.3
- Hoạt động tầng Data Link và Physical
- Tốc độ: 10 Mbps – 10 Gbps
- Mô hình mạng:
 - Bus
 - Star
- Giao thức tầng MAC: CSMA/CD
- Đơn giản và rẻ hơn mạng Token Ring LAN, ATM

59

CSMA/CD – quá trình truyền dữ liệu



Ethernet – cấu trúc frame



a) earlier Ethernet frames - b) 802.3 frames

- ❑ Preamble (8 bytes)
 - Đồng bộ đồng hồ bên gửi và bên nhận (10101010)
 - Start of Frame (SOF): báo hiệu bắt đầu frame (101010**11**)
- ❑ Dest. Addr (6 bytes)
 - địa chỉ MAC của card mạng nhận gói tin tiếp theo
- ❑ Src. Addr (6 bytes)
 - địa chỉ MAC của card mạng gửi gói tin
- ❑ Type (2 bytes)
 - Giao thức sử dụng ở tầng trên
- ❑ CRC: dùng để kiểm tra lỗi

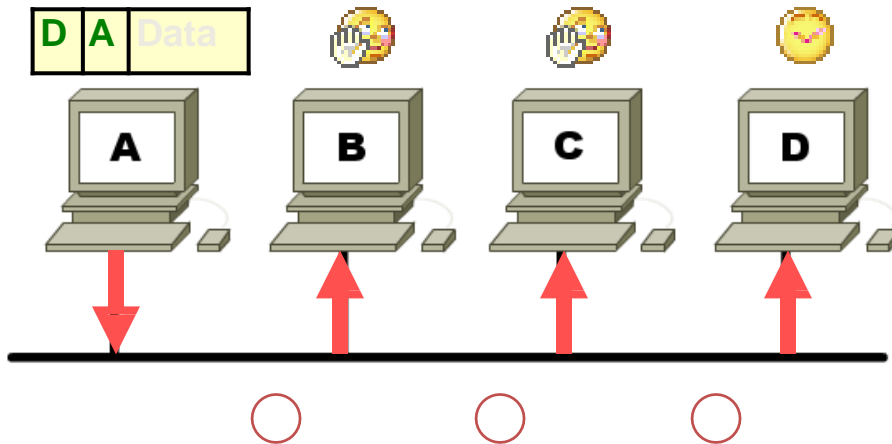
61

Ethernet – trường type

EtherType	Protocol
0x0800	Internet Protocol, Version 4 (IPv4)
0x0806	Address Resolution Protocol (ARP)
0x8035	Reverse Address Resolution Protocol (RARP)
0x809b	AppleTalk (Ethertalk)
0x80f3	AppleTalk Address Resolution Protocol (AARP)
0x8100	IEEE 802.1Q-tagged frame
0x8137	Novell IPX (alt)
0x8138	Novell
0x86DD	Internet Protocol, Version 6 (IPv6)
0x8847	MPLS unicast
0x8848	MPLS multicast

62

Ethernet – minh hoạ



63

Ethernet – các công nghệ mạng

- ☐ 10Base2
- ☐ 10Base5
- ☐ 10BaseT
- ☐ 100BaseTX
- ☐ 100BaseFX
- ☐ Gigabit Ethernet **10 Base T**

Tốc độ mạng

Kiểu truyền dữ liệu

Loại cáp

64

Ethernet – chuẩn 10Mbps

Standard	Topology	Medium	Maximum cable length	Transport
10BASE5	Bus	Thick coaxial cable	500m	Half-duplex
10BASE2	Bus	Thin coaxial cable	185m	Half-duplex
10BASE-T	Star	CAT3 UTP	100m	Half or Full-duplex

65

Ethernet – chuẩn 100Mbps

Standard	Medium	Maximum cable length
100BASE-TX	CAT5 UTP	100m
100BASE-FX	Multi-mode fibre (MMF) 62.5/125	412m

66

Ethernet – chuẩn gigabit

Standard	Medium	Maximum cable length
1000BASE-SX	Fiber optics	550 m
1000BASE-LX	Fiber optics	5000 m
1000BASE-CX	STP	25 m
1000BASE-T	Cat 5 UTP	100 m

67

Tài liệu tham khảo

- □ Kurose and K.W. Ross về Computer Networking: A Top Down Approach
- □ CCNA, version 3.0, Cisco

68