

Tầng liên kết và mạng LAN: Nội dung

5.1 Giới thiệu, các dịch vụ

5.2 Phát hiện và sửa lỗi

5.3 Các giao thức đa truy nhập

5.4 Mạng cục bộ chuyển mạch

5.4.1 Định địa chỉ, ARP

5.4.2 Ethernet

5.4.3 Switch

5.5 Mạng trung tâm dữ liệu

5.6 Tổng kết: Vòng đời của một yêu cầu web

Tầng liên kết 5-16

Các giao thức và các liên kết đa truy nhập

Có hai loại “liên kết”:

❖ Điểm-nối-điểm (Point-to-point)

- PPP cho truy nhập dial-up
- Liên kết point-to-point giữa các host, switch Ethernet

❖ **Quảng bá (broadcast) (chia sẻ đường truyền chung)**

- Ethernet mô hình cũ
- upstream HFC
- 802.11 wireless LAN (LAN không dây)



Chia sẻ đường truyền
(Ví dụ: cabled Ethernet)



Chia sẻ RF
(Ví dụ: 802.11 WiFi)



Chia sẻ RF
(vệ tinh)



Con người tại bữa tiệc cocktail (chia sẻ không khí, âm thanh)

Tầng liên kết 5-17

Các giao thức đa truy nhập

- ❖ Kênh quảng bá (broadcast) được chia sẻ
- ❖ Hai hoặc nhiều nút muốn truyền: giao thoa
 - **Tranh chấp (đụng độ, collision)** xảy ra khi nút nhận được hai hay nhiều tín hiệu tại cùng một thời điểm.

Giao thức đa truy nhập

- ❖ Giải thuật phân quyền xác định cách các nút chia sẻ kênh truyền, ví dụ: xác định khi nào nút có thể được truyền.
- ❖ Truyền thông về chia sẻ kênh phải dùng chính kênh đó!
 - Không có kênh riêng để điều phối

Tầng liên kết 5-18

Một giao thức đa truy nhập lý tưởng

Cho: Kênh quảng bá có tốc độ R bps

Mong muốn:

1. Khi một nút muốn truyền, nó có thể gửi đi với tốc độ R .
2. Khi M nút muốn truyền, mỗi nút có thể gửi đi với tốc độ trung bình là R/M .
3. Phân quyền hoàn toàn:
 - Không có nút đặc biệt cho việc điều phối truyền
 - Không có các khe (slot) hay đồng hồ đồng bộ
4. Đơn giản

Tầng liên kết 5-19

Các giao thức MAC: Phân loại

Gồm 3 loại chính:

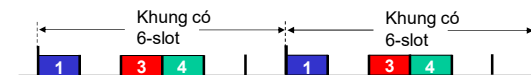
- ❖ **Phân chia kênh**
 - Chia kênh thành các “phần” nhỏ hơn (khe thời gian, tần số, mã)
 - Cấp phát các phần cho các nút để dùng riêng
- ❖ **Truy nhập ngẫu nhiên**
 - Kênh không được phân chia, cho phép tranh chấp
 - “Giải quyết” các tranh chấp
- ❖ **“Xoay vòng”**
 - Các nút lần lượt xoay vòng, nhưng nút gửi nhiều hơn được nắm quyền truyền lâu hơn.

Tăng liên kết 5-20

Giao thức MAC phân chia kênh: TDMA

TDMA: Đa truy nhập phân chia theo thời gian (time division multiple access)

- ❖ Truy nhập tới kênh theo “các vòng”
- ❖ Mỗi trạm có một khe thời gian (slot) có độ dài cố định (độ dài = thời gian truyền gói) trong mỗi vòng
- ❖ Không được dùng các khe đang “rảnh” (không hoạt động - idle)
- ❖ Ví dụ: LAN có 6 trạm, các trạm 1,3,4 có các gói tin, các khe 2,5,6 đang rảnh.

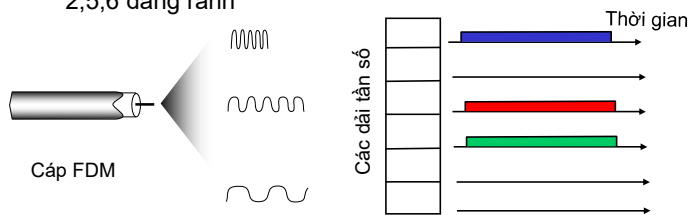


Tăng liên kết 5-21

Giao thức MAC phân chia kênh: FDMA

FDMA: Đa truy nhập phân chia theo tần số (frequency division multiple access)

- ❖ Phổ kênh truyền được chia theo các dải tần số
- ❖ Mỗi trạm được gán một dải tần số cố định
- ❖ Trong lúc truyền không được dùng các dải tần số “rảnh” khác.
- ❖ Ví dụ: LAN có 6 trạm, các trạm 1,3,4 có gói tin, các dải tần 2,5,6 đang rảnh



Tăng liên kết 5-22

Giao thức truy nhập ngẫu nhiên

- ❖ Khi nút có gói cần gửi đi
 - Truyền dữ liệu với tốc độ của kênh truyền R.
 - Không có điều phối *ưu tiên* giữa các nút
- ❖ Khi hai hoặc nhiều nút truyền → “tranh chấp”,
- ❖ **Giao thức MAC truy nhập ngẫu nhiên** xác định:
 - Cách phát hiện ra tranh chấp
 - Cách giải quyết các tranh chấp (Ví dụ: thông qua truyền lại)
- ❖ Các ví dụ của giao thức MAC truy nhập ngẫu nhiên:
 - Chia slot ALOHA
 - ALOHA thuần nhất
 - CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA

Tăng liên kết 5-23

Chia Slot ALOHA

Giả thiết:

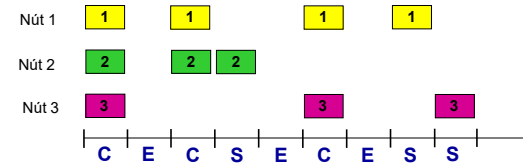
- ❖ Tất cả các frame có cùng kích thước
- ❖ Thời gian được chia thành các slot có kích thước bằng nhau (thời gian đủ để truyền 1 frame)
- ❖ Các nút bắt đầu truyền chỉ khi slot bắt đầu
- ❖ Các nút được đồng bộ hóa
- ❖ Nếu có 2 hoặc nhiều nút truyền trong một slot, thì tất cả các nút đều phát hiện có tranh chấp.

Hoạt động:

- ❖ Khi nút có một khung mới, nó được phép truyền trong slot tiếp theo.
 - Nếu không có tranh chấp: nút có thể gửi khung mới trong slot kế tiếp
 - Nếu có tranh chấp: nút truyền lại frame trong mỗi slot kế tiếp với xác suất bằng p cho đến khi thành công

Tăng liên kết 5-24

Chia Slot ALOHA



Ưu điểm:

- ❖ Nút kích hoạt có thể truyền liên tục với tốc độ tối đa của kênh.
- ❖ Phân quyền cao: chỉ các slot trong các nút cần được đồng bộ
- ❖ Đơn giản

Nhược điểm:

- ❖ Có tranh chấp, lãng phí các slot không hoạt động
- ❖ Các nút có thể phát hiện tranh chấp với thời gian ít hơn truyền gói
- ❖ Cần đồng hồ đồng bộ hóa

Tăng liên kết 5-25

Chia slot ALOHA: Hiệu suất

Hiệu suất: là phần slot truyền thành công trong số nhiều frame cần truyền của nhiều nút.

- ❖ Giả sử: N nút với nhiều frame cần truyền, mỗi cuộc truyền trong slot có xác suất là p .
- ❖ Xác suất để một nút truyền trong một slot thành công là $p(1-p)^{N-1}$
- ❖ Xác suất để một nút bất kỳ truyền thành công là $Np(1-p)^{N-1}$

- ❖ Để tìm hiệu suất tối đa: tìm p^* để $Np(1-p)^{N-1}$ đạt giá trị lớn nhất
- ❖ Với nhiều nút, tìm giới hạn của $Np(1-p)^{N-1}$ khi N tiến đến vô cùng:

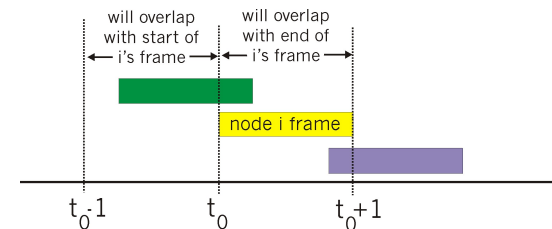
Hiệu suất tối đa = $1/e = .37$

Tốt nhất: kênh hữu dụng truyền trong khoảng 37% thời gian!

Tăng liên kết 5-26

ALOHA thuần nhất (không chia slot)

- ❖ Aloha không chia slot: đơn giản hơn, không đồng bộ
- ❖ Khi frame đầu tiên đi đến
 - Truyền đi ngay lập tức
- ❖ Khả năng tranh chấp tăng lên:
 - Frame gửi tại thời điểm t_0 xung đột với các frame khác được gửi trong thời điểm $[t_0-1, t_0+1]$



Tăng liên kết 5-27

Hiệu suất của ALOHA thuần nhất

$P(\text{thành công của một nút}) = P(\text{nút truyền}) \cdot P(\text{không có nút nào khác truyền trong } [t_0-1, t_0])$

$$= p \cdot (1-p)^{N-1} \cdot (1-p)^{N-1} \\ = p \cdot (1-p)^{2(N-1)}$$

... chọn p tối ưu sau đó cho $n \rightarrow \infty$
 $= 1/(2e) = .18$

Thậm chí hiệu suất còn kém hơn chia slot Aloha!

Tăng liên kết 5-28

Đa truy nhập sóng mang CSMA (carrier sense multiple access)

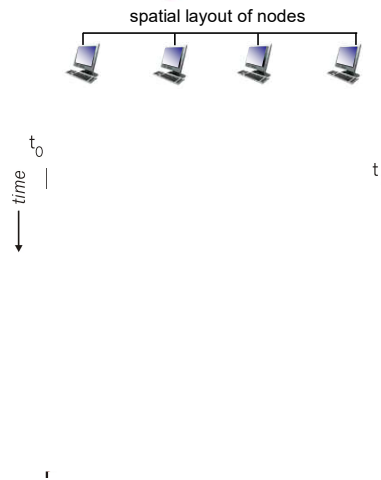
CSMA: nghe trước khi truyền:

- ❖ Nếu kênh truyền đang rảnh: truyền toàn bộ frame
- ❖ Nếu kênh truyền đang bận, trì hoãn việc truyền
- ❖ Tương tự với giao tiếp của con người: không ngắt lời khi người khác đang nói!

Tăng liên kết 5-29

Các tranh chấp trong CSMA

- ❖ **Tranh chấp vẫn có thể xảy ra:** do trễ lan truyền, nghĩa là hai nút không “nghe” thấy việc truyền của nhau.
- ❖ **Tranh chấp:** toàn bộ thời gian truyền gói tin bị lãng phí
 - Chú ý vai trò của khoảng cách và trễ lan truyền trong việc xác định khả năng có tranh chấp.



Tăng liên kết 5-30

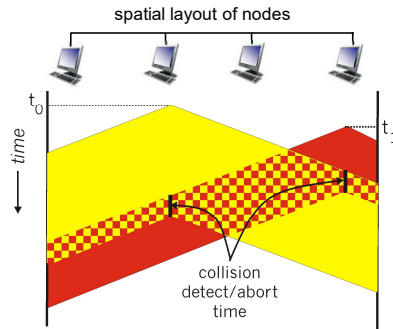
Đa truy nhập sóng mang có phát hiện tranh chấp CSMA/CD (collision detection)

CSMA/CD: trì hoãn như trong CSMA

- Tranh chấp *được phát hiện* trong thời gian ngắn
- Tranh chấp đường truyền được bỏ qua, giảm sự lãng phí kênh truyền
- ❖ Phát hiện tranh chấp:
 - Dễ dàng trong các mạng LAN không dây: đo cường độ tín hiệu, so sánh với các tín hiệu đã truyền, đã nhận.
 - Khó khăn trong các mạng LAN có dây: cường độ tín hiệu nhận được bị áp đảo bởi cường độ truyền cục bộ
- ❖ Tương tự với con người: đàm thoại lịch sự

Tăng liên kết 5-31

Đa truy nhập sóng mang có phát hiện tranh chấp CSMA/CD (collision detection)



Tăng liên kết 5-32

Giải thuật CSMA/CD trong Ethernet

1. NIC nhận datagram từ tầng mạng, tạo ra frame
2. Nếu NIC nhận thấy kênh truyền đang rảnh, sẽ bắt đầu truyền frame. Nếu NIC nhận thấy kênh truyền đang bận, sẽ đợi cho đến khi kênh truyền rảnh thì mới truyền.
3. Nếu NIC truyền toàn bộ frame mà không phát hiện thấy bất kỳ cuộc truyền nào khác, thì NIC sẽ hoàn thành việc truyền frame!
4. Nếu NIC phát hiện thấy có cuộc truyền khác trong khi đang truyền thì sẽ hủy bỏ và không gửi tín hiệu nữa
5. Sau khi hủy bỏ, NIC thực hiện **quay trở lại theo cơ chế (mũ) nhị phân**:
 - Sau tranh chấp thứ m , NIC chọn K ngẫu nhiên trong $\{0, 1, 2, \dots, 2^m - 1\}$. NIC chờ trong khoảng thời gian $K \cdot 512$ bit, quay trở lại bước 2
 - Khoảng thời gian chờ quay trở lại sẽ lâu hơn nếu có nhiều tranh chấp hơn.

Tăng liên kết 5-33

Hiệu suất CSMA/CD

- ❖ T_{prop} = trễ lan truyền lớn nhất giữa 2 nút trong LAN
- ❖ t_{trans} = thời gian truyền frame có kích thước lớn nhất

$$HieuSuat = \frac{1}{1 + 5t_{prop}/t_{trans}}$$

- ❖ Hiệu suất sẽ tiến đến 1
 - khi t_{prop} tiến đến 0
 - khi t_{trans} tiến đến vô cùng
- ❖ Hiệu suất tốt hơn ALOHA: và đơn giản, chi phí thấp và phân quyền!

Tăng liên kết 5-34

Giao thức MAC “xoay vòng”

Các giao thức MAC phân chia kênh:

- Chia sẻ kênh *hiệu quả* và *công bằng* với tải cao
- Không hiệu quả với tải thấp: trễ trong việc tiếp cận kênh, băng thông được cấp phát bằng $1/N$ ngay cả khi chỉ có 1 nút cần truyền!

Các giao thức MAC truy nhập ngẫu nhiên:

- Hiệu quả với tải thấp: một nút có thể dùng hết khả năng của kênh
- Với tải cao: có tranh chấp.

Các giao thức MAC “xoay vòng”

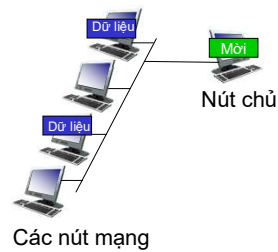
Tìm kiếm giải pháp tốt nhất!

Tăng liên kết 5-35

Giao thức MAC “xoay vòng”

Mời tuần tự:

- ❖ Nút chủ “mời” các nút truyền theo lượt tuần tự.
- ❖ Liên quan:
 - Việc mời truyền
 - Độ trễ
 - Một điểm chịu lỗi (Nút chủ)

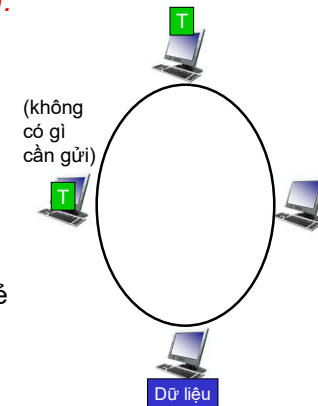


Tăng liên kết 5-36

Giao thức MAC “xoay vòng”

Chuyển thẻ bài (token):

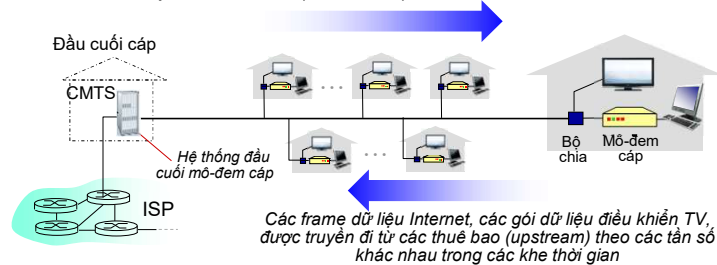
- ❖ Điều khiển *thẻ bài* chuyển tuần tự từ một nút đến nút kế tiếp.
- ❖ Thông điệp thẻ bài
- ❖ Liên quan:
 - Thẻ bài
 - Độ trễ
 - Một điểm chịu lỗi (thẻ bài)



Tăng liên kết 5-37

Mạng truy nhập cáp

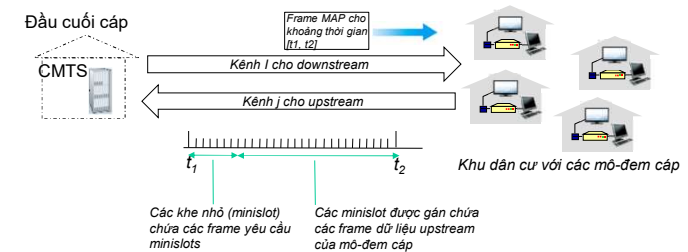
Các frame Internet, các kênh TV hay gói dữ liệu điều khiển được truyền đến thuê bao (downstream) theo các tần số khác nhau



- ❖ **Nhiều** kênh downstream (broadcast) 40 Mbps
 - Từ CMTS đơn truyền vào trong các kênh
- ❖ **Nhiều** kênh upstream 30 Mbps
 - **Đa truy nhập:** Tất cả người dùng đều có thể tranh kênh upstream nào đó trong các khe thời gian (mà những người khác đã được gán).

Tăng liên kết 5-38

Mạng truy nhập cáp



DOCSIS: chuẩn dữ liệu tốc độ cao cho hệ thống cáp (data over cable service interface specifications).

- ❖ FDM trên các kênh tần số upstream, downstream
- ❖ TDM upstream: một số slot được gán, một số có tranh chấp
 - Các khung MAP downstream: gán các slot upstream
 - Yêu cầu cho các slot upstream (và dữ liệu) được truyền truy cập ngẫu nhiên trong các khe thời gian đã được chọn

Tăng liên kết 5-39

Tổng kết về các giao thức MAC

- ❖ *Phân chia kênh*, theo thời gian, tần số hoặc mã
 - TDMA, FDMA
- ❖ *Truy nhập ngẫu nhiên* (động),
 - ALOHA, S-ALOHA, CSMA, CSMA/CD
 - Sóng mang: dễ dàng trong một số công nghệ (có dây), khó khăn trong một số khác (không dây)
 - CSMA/CD được dùng trong Ethernet
 - CSMA/CA được dùng trong 802.11
- ❖ *Xoay vòng*
 - Trạm trung tâm mời các trạm truyền, chuyển thẻ bài
 - Bluetooth, FDDI, token ring