



# ***Internet và giao thức***

## ***Internet and Protocols***



## Chương 6: Kết nối mạng đa phương tiện

---

- Ứng dụng kết nối mạng đa phương tiện
- Phát trực tuyến audio/video lưu trữ
- Giải pháp đảm bảo chất lượng ứng dụng đa phương tiện
- Các giao thức cụ thể cho ứng dụng đa phương tiện: RTP, RTCP

## Các hạn chế của dịch vụ best-effort thông qua ví dụ Internet phone

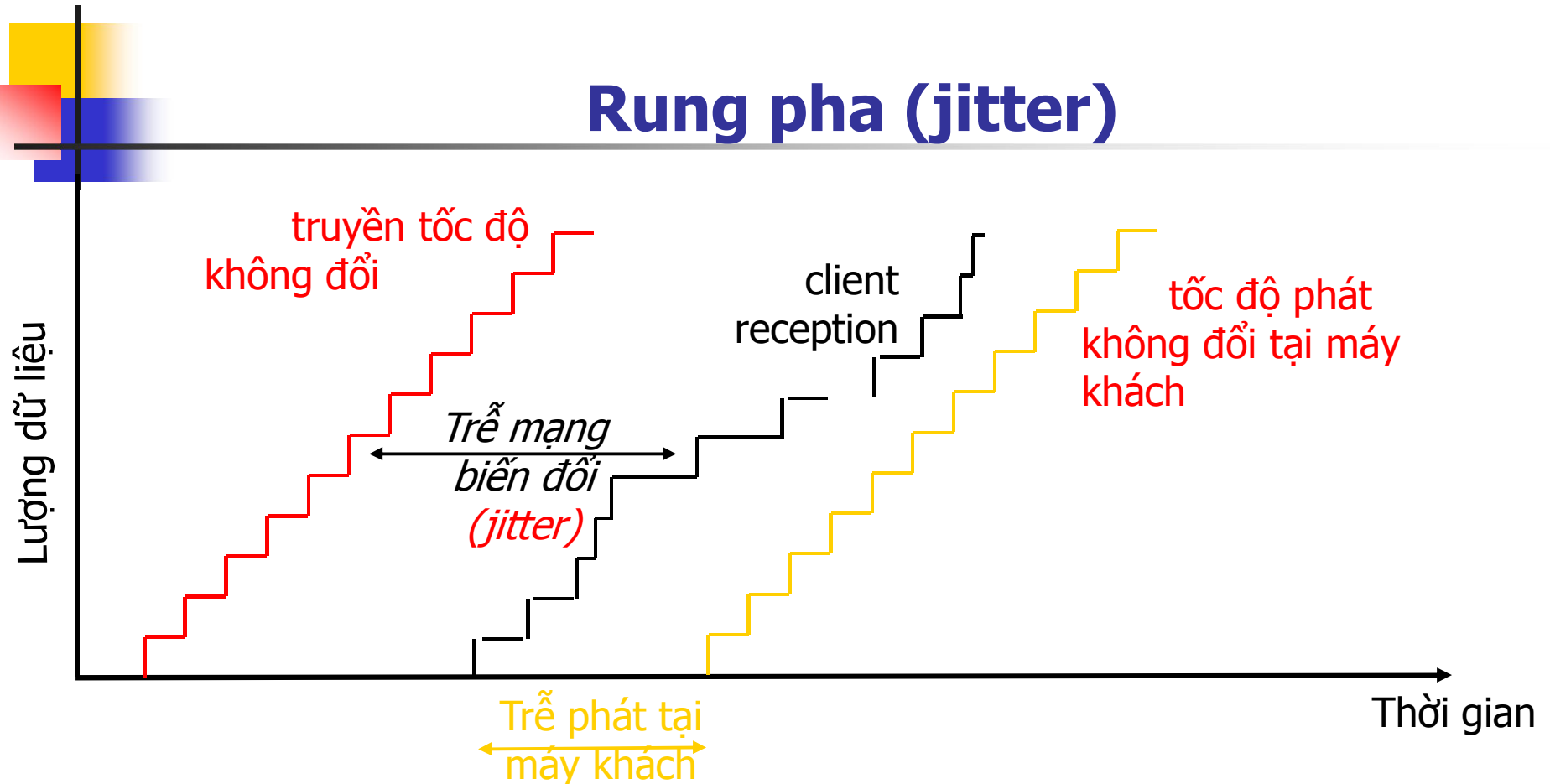
- Hội thoại: xen kẽ các khoảng tiếng nói và các khoảng lặng.
  - 64 kbps trong khoảng có tiếng nói
  - Các gói chỉ được tạo ra trong khoảng có tiếng nói
  - Khúc dữ liệu 20 msec tốc độ 8 Kbytes/sec: 160 bytes dữ liệu
- Tiêu đề lớp ứng dụng gán vào từng khúc.
- Khúc dữ liệu+tiêu đề được đóng gói vào đoạn UDP.
- Ứng dụng gửi đoạn UDP vào socket 20 msec một lần trong khoảng có tiếng nói



## Mất gói và trễ

- **Mất gói do mạng:** dữ liệu đồ IP bị mất do mạng tắc nghẽn (tràn bộ đệm tại bộ định tuyến)
- **Mất gói do trễ:** dữ liệu đồ IP đến quá muộn để phát tại bên nhận
  - Trễ: xử lý, hàng đợi, trễ tại hệ thống đầu cuối (bên gửi, bên nhận)
  - Trễ chấp nhận thông thường: 400 ms
- Chấp nhận mất gói: phụ thuộc vào mã hóa tiếng nói, kỹ thuật phục hồi mất gói, có thể chấp nhận mức mất gói từ 1% đến 10%.

## Rung pha (jitter)



- Xem xét trễ toàn trình của 2 gói tin liên tiếp: khác biệt có thể lớn hơn hay nhỏ hơn 20 msec (thời gian truyền khác nhau)



## Loại bỏ rung pha tại bên thu cho âm thanh

Bắt đầu mỗi khúc bằng một số thứ tự:

- Bên gửi tăng số thứ tự lên một đơn vị mỗi khi có một gói tin được tạo ra.

Bắt đầu mỗi khúc bằng một nhãn thời gian

- Bên gửi gán nhãn cho mỗi khúc với thời gian khúc được tạo ra.

Làm trễ phát lại các khúc tại bên nhận

- Trễ phát lại của các khúc audio nhận được phải đủ dài sao cho phần lớn các gói tin nhận được trước thời gian phát đã được lập lịch của chúng.
- Trễ phát này có thể là cố định trong suốt phiên audio hay thay đổi thích nghi trong vòng đời phiên audio.



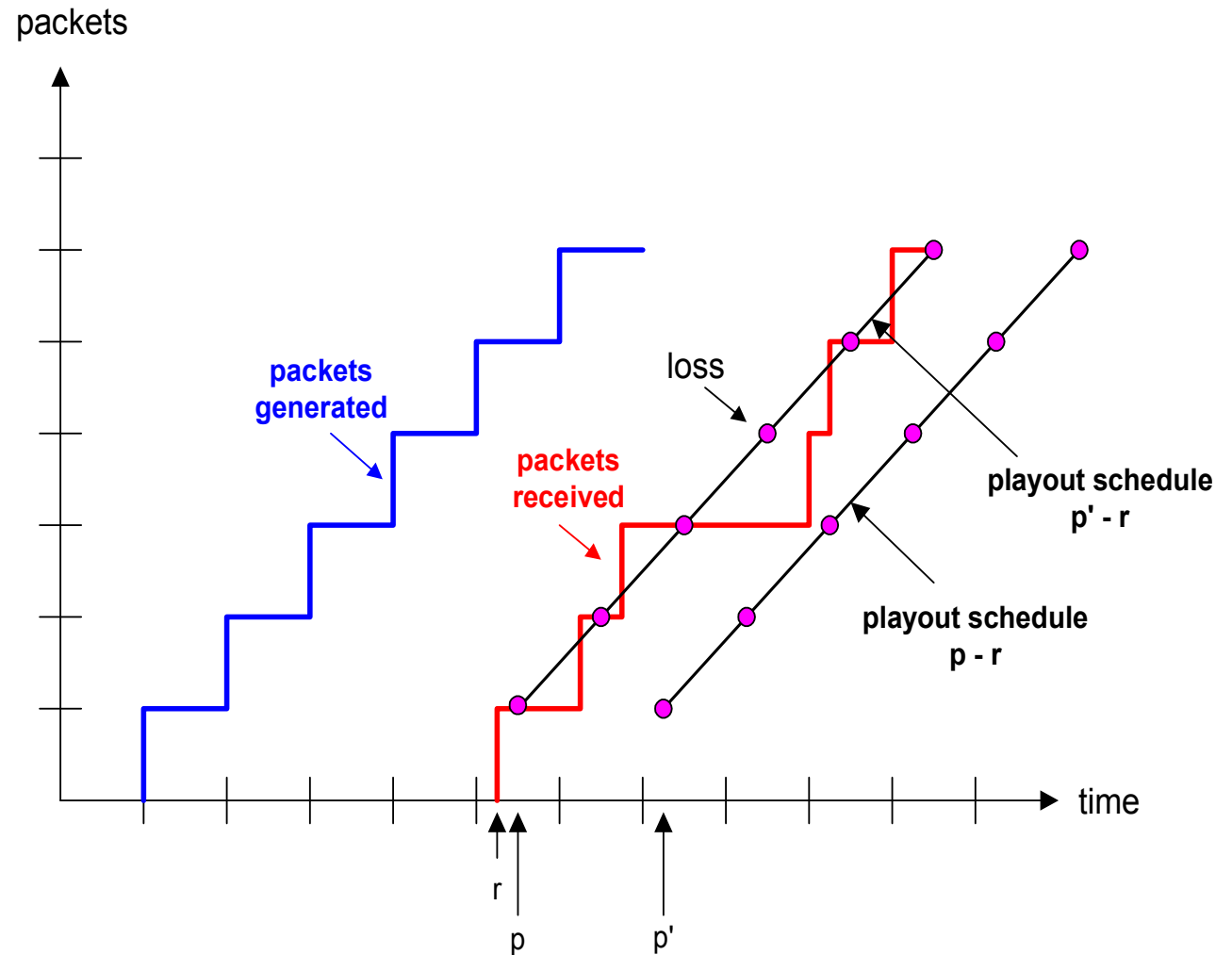
## Trễ phát cố định (1)

---

- Bên nhận cố gắng phát lại từng khúc dữ liệu chính xác  $q$  msec sau khi khúc dữ liệu được tạo ra.
  - Khúc có nhãn thời gian  $t$ : phát lại khúc tại  $t+q$  .
  - Khúc đến sau thời điểm  $t+q$ : dữ liệu đến quá muộn để phát, coi như dữ liệu bị mất.
- Điểm cân bằng lựa chọn  $q$ :
  - *$q$  lớn*: gói bị mất ít hơn
  - *$q$  nhỏ*: trải nghiệm tương tác tốt hơn

## Trễ phát cố định (2)

- Mỗi 20 msec bên gửi tạo 1 gói tin trong khoảng có tiếng nói.
- Gói tin đầu tiên nhận được tại thời điểm  $r$
- lịch phát thứ nhất: bắt đầu tại  $p$
- lịch phát thứ hai: bắt đầu tại  $p'$





## Trễ phát thích nghi (1)

- Mục tiêu: tối thiểu trễ phát, giữ tỉ lệ mất gói thấp
- Giải pháp: điều chỉnh trễ phát thích nghi:
  - Ước lượng trễ mạng, điều chỉnh trễ phát tại điểm đầu từng khoảng có tiếng nói.
  - Nén và dẫn khoảng lặng.
  - Các khúc dữ liệu vẫn phát ra mỗi 20 msec trong khoảng có tiếng nói.

$t_i$  = nhãn thời gian của gói tin thứ  $i$  = thời gian gói tin được tạo ra tại bên gửi;

$r_i$  = thời gian gói tin thứ  $i$  nhận được tại bên nhận;

$p_i$  = thời gian gói tin thứ  $i$  được phát lại tại bên nhận.

$r_i - p_i$  = trễ mạng toàn trình của gói tin thứ  $i$ .

$d_i$  = ước lượng của trễ mạng trung bình đến khi nhận được gói tin thứ  $i$ .



## Trễ phát thích nghi (2)

Ước lượng động trễ trung bình tại bên nhận:

$$d_i = (1 - u)d_{i-1} + u(r_i - t_i)$$

$u$  là hằng số (ví dụ,  $u = 0.01$ ).

- Ước lượng vi sai của trễ,  $v_i$ :

$$v_i = (1 - u)v_{i-1} + u |r_i - t_i - d_i|$$

- Ước lượng  $d_i$ ,  $v_i$  cho tất cả gói tin nhận được
- Đối với gói tin đầu tiên của khoảng có tiếng nói, thời gian phát là:

$$p_i = t_i + d_i + Kv_i$$

$K$  là hằng số dương

- Các gói tin còn lại trong khoảng tiếng nói được phát định kì



## Trễ phát thích nghi (3)

Q: Làm thế nào để bên nhận xác định gói tin nào là gói tin đầu tiên của khoảng có tiếng nói?

- Nếu không có mất gói bên gửi xem xét các nhãn thời gian liên tiếp.
  - Nếu khác biệt giữa các nhãn liên tiếp  $> 20$  msec --> bắt đầu khoảng có tiếng nói.
- Nếu có khả năng mất gói bên gửi phải xem xét cả nhãn thời gian lần số thứ tự.
  - Nếu khác biệt giữa các nhãn liên tiếp  $> 20$  msec và số thứ tự liên nhau --> bắt đầu khoảng có tiếng nói.



## Phục hồi mất gói (1)

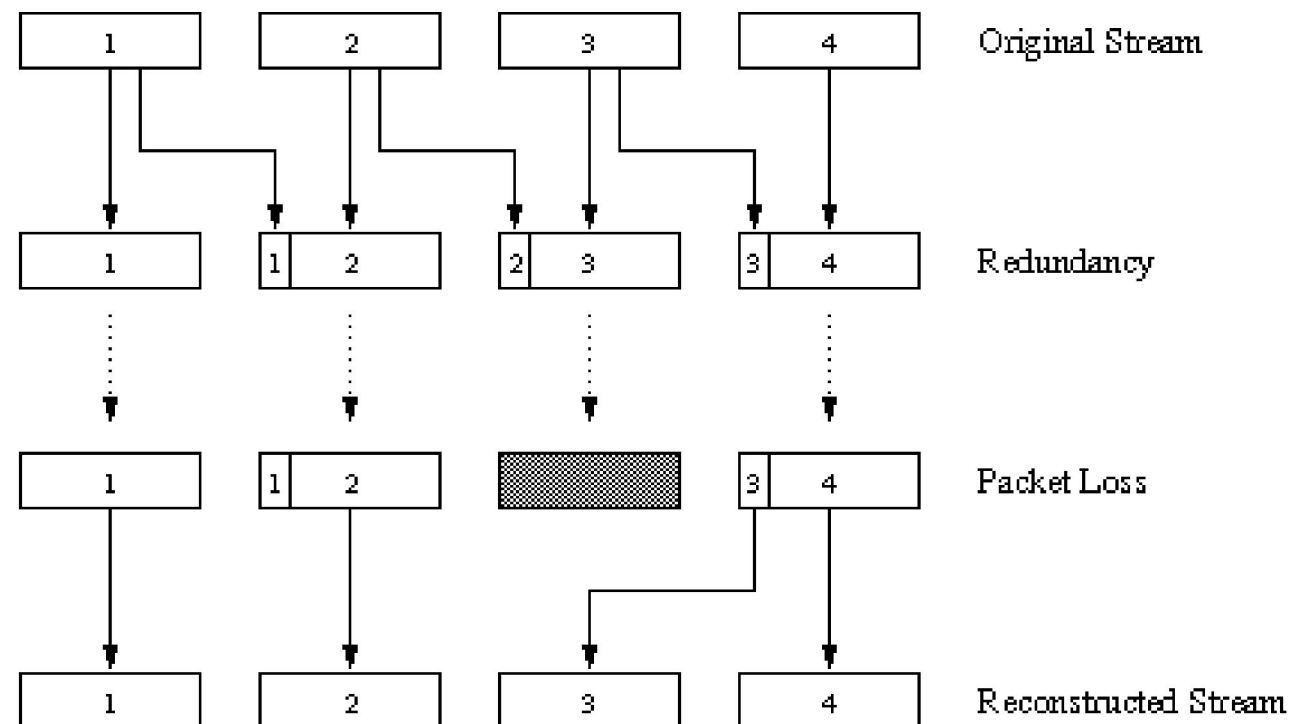
### Sửa lỗi tiến (Forward Error Correction - FEC): thiết kế đơn giản

- Với mỗi nhóm  $n$  khúc dữ liệu tạo một khúc dư thừa bằng toán tử OR từ  $n$  khúc gốc
- Gửi  $n+1$  khúc, tăng băng thông lên  $1/n$ .
- Có thể tái tạo  $n$  khúc dữ liệu gốc nếu chỉ có 1 khúc từ  $n+1$  khúc bị mất
- Trễ phát: trễ đủ lớn để nhận tất cả  $n+1$  gói tin
- Điểm cân bằng:
  - Tăng  $n$ , giảm băng thông dư thừa
  - Tăng  $n$ , trễ phát càng lớn
  - Giảm  $n$ , xác suất có 2 hay nhiều khúc bị mất càng lớn

## Phục hồi mất gói (2)

### Thiết kế FEC thứ hai

- ❑ Kèm thêm dòng chất lượng thấp
- ❑ gửi dòng audio chất lượng thấp như thông tin dư thừa
- ❑ Ví dụ, dòng danh định là PCM tốc độ 64 kbps và dòng dư thừa GSM tốc độ 13 kbps.

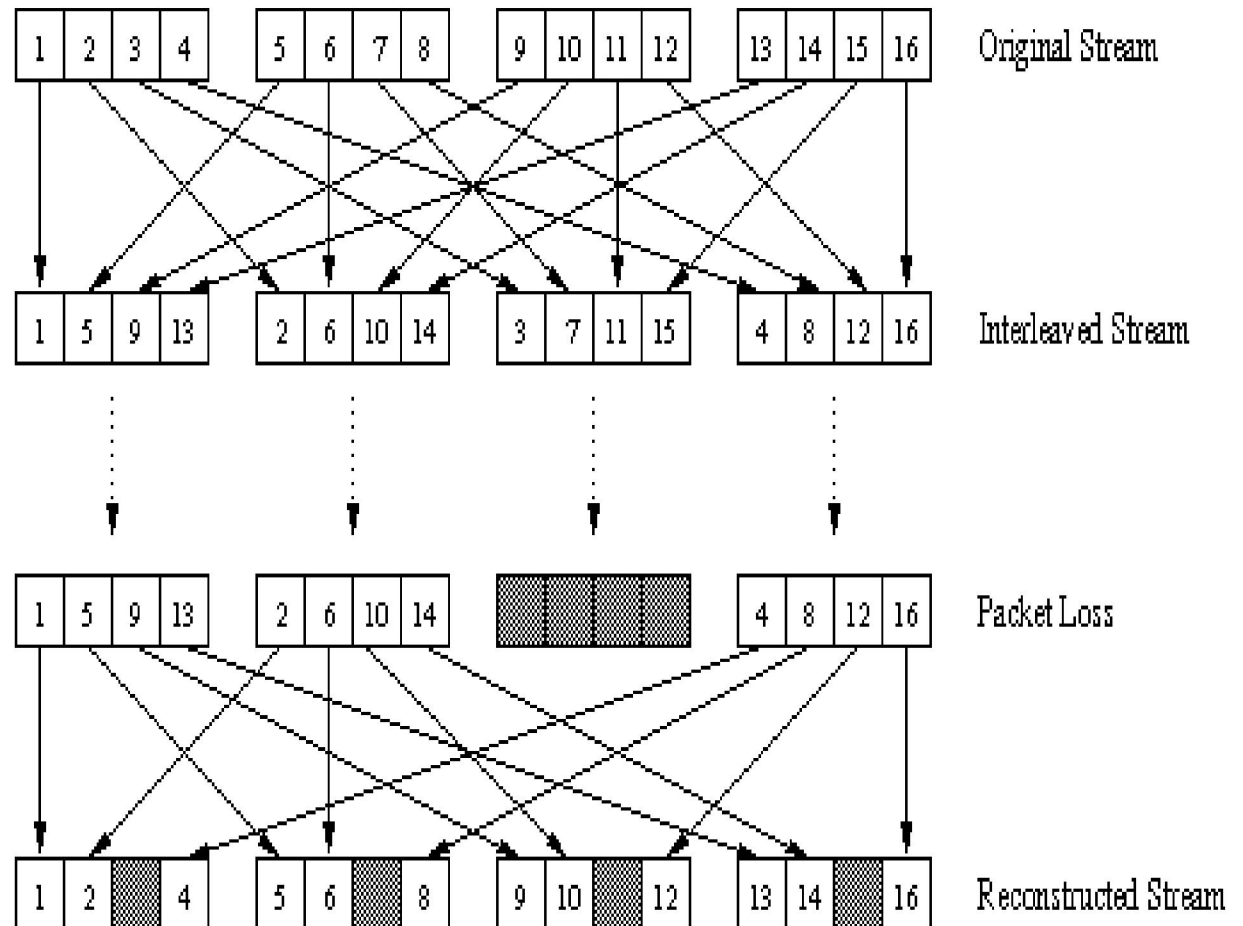


- ❑ Bất cứ khi nào bị mất gói không liên tục bên nhận đều có thể phục hồi gói mất.
- ❑ Có thể gán thêm khúc chất lượng thấp (n-1)<sup>st</sup> and (n-2)<sup>nd</sup>

## Phục hồi mất gói (3)

### Đan xen

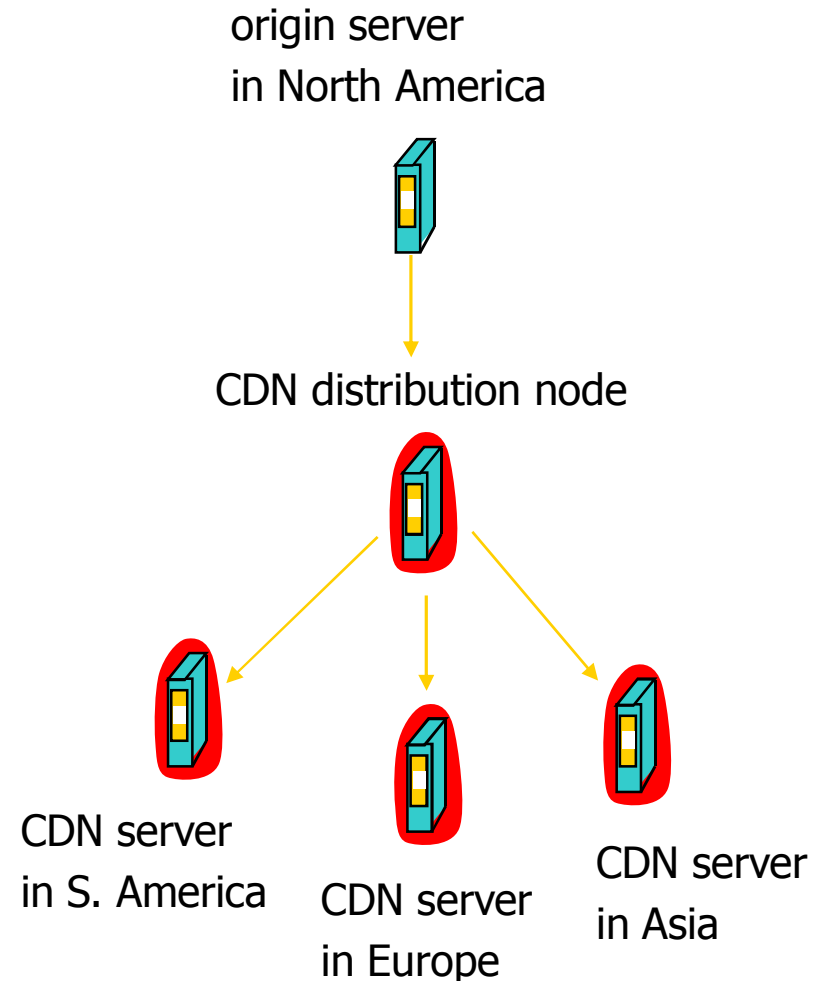
- Khúc được chia thành các đơn vị nhỏ hơn
- Ví dụ, mỗi đơn vị 5 msec
- Gói tin chứa các đơn vị nhỏ từ các khúc khác nhau
- Nếu gói bị mất, hãy còn phần lớn khúc dữ liệu.
- Không có dữ liệu thừa, nhưng tăng trễ phát



## Mạng phân bố nội dung (CDN)

### Sao chép nội dung

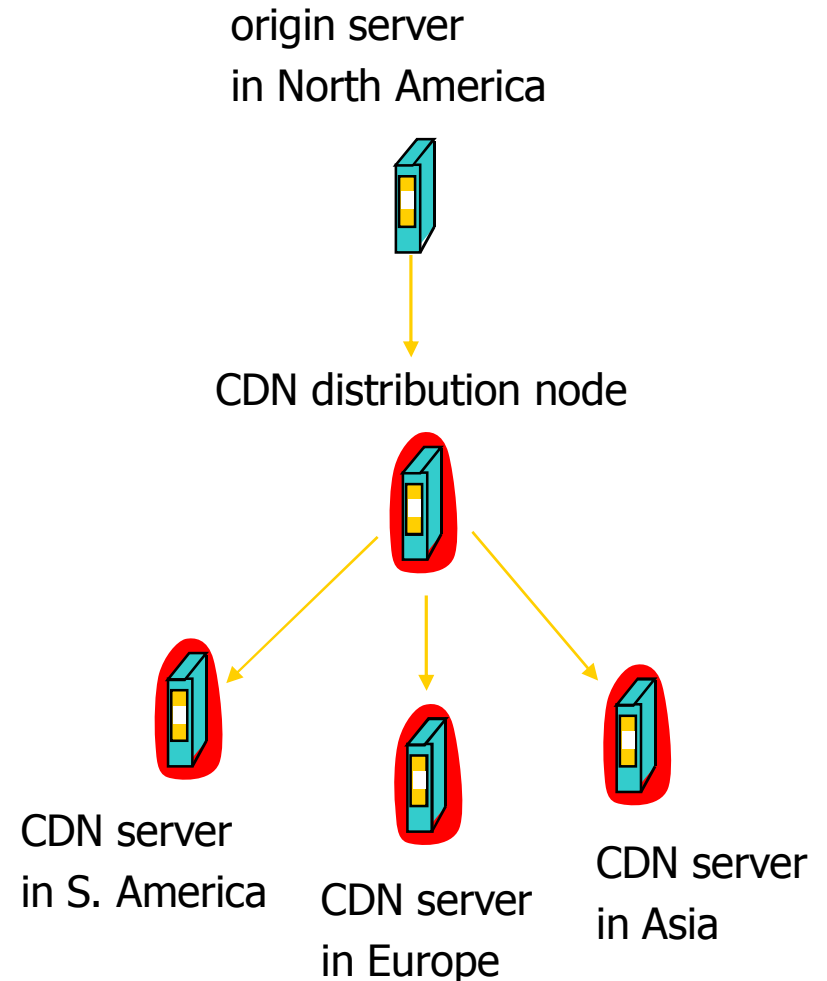
- Thách thức: Phát trực tuyến nhiều tệp lớn (video) từ một máy chủ gốc trên thời gian thực.
- *Giải pháp*: sao chép nội dung tại hàng trăm máy chủ trên khắp Internet
  - Nội dung được tải về các máy chủ CDN trước
  - *Đặt các nội dung gần người sử dụng để tránh sự cố (mất gói, trễ) do phải truyền nội dung trên tuyến đường dài*
  - Máy chủ CDN thường đặt tại các mạng biên/truy nhập



## Mạng phân bố nội dung (CDN)

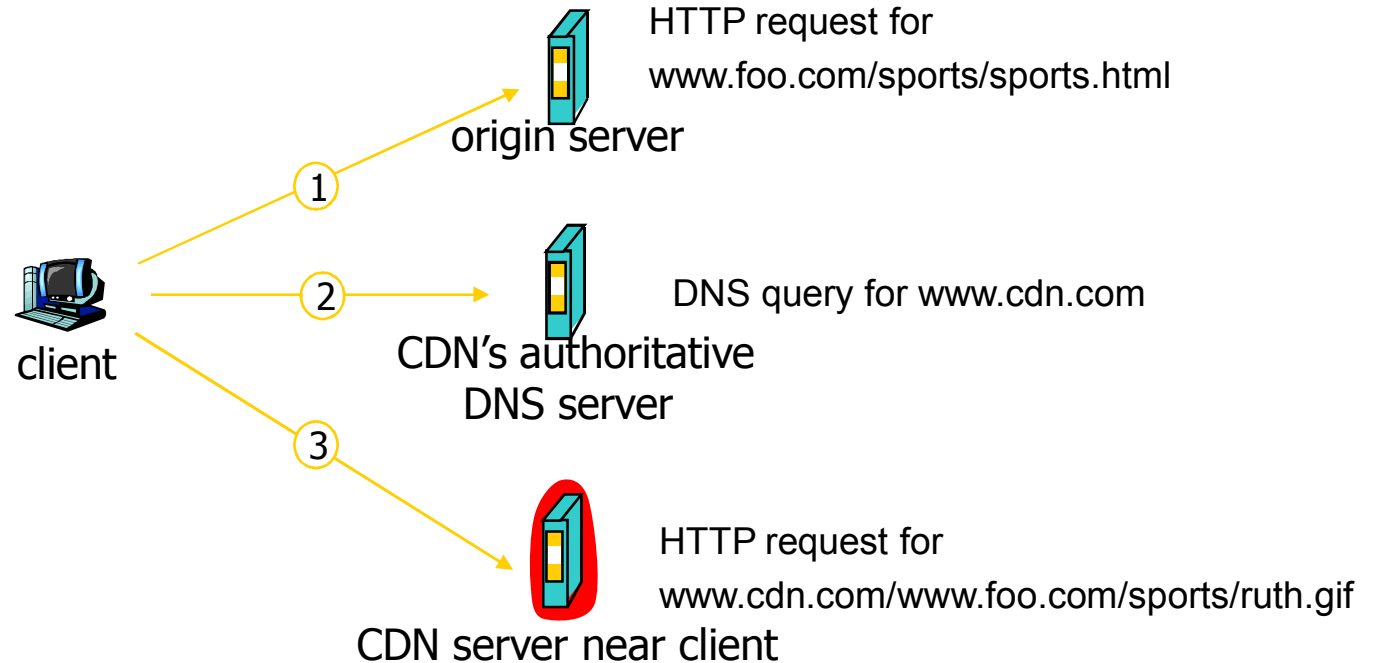
### Sao chép nội dung

- CDN (như Akamai) khách hàng là nhà cung cấp nội dung (như CNN).
- CDN sao chép nội dung vào các máy chủ CDN.
- Khi nhà cung cấp cập nhật nội dung, CDN cập nhật các máy chủ





## Ví dụ CDN



Máy chủ gốc  
(www.foo.com)

- Phân bố HTML
- Thay thế:  
`http://www.foo.com/sports.ruth.gif`  
bằng  
`http://www.cdn.com/www.foo.com/sports/ruth.gif`

Công ty CDN (cdn.com)

- r Phân bố gif files
- r Sử dụng máy chủ DNS thẩm quyền của nó để định tuyến các yêu cầu định hướng lại



## CDN

---

### Định tuyến các yêu cầu

- CDN tạo “bản đồ” chỉ thị khoảng cách từ các ISP và các nút CDN
- Khi truy vấn đến máy chủ thẩm quyền DNS:
  - Máy chủ xác định ISP xuất phát của truy vấn
  - Sử dụng “bản đồ” để xác định máy chủ CDN tốt nhất
- Các nút mạng CDN tạo thành mạng che phủ lớp ứng dụng



## Real-Time Protocol (RTP)

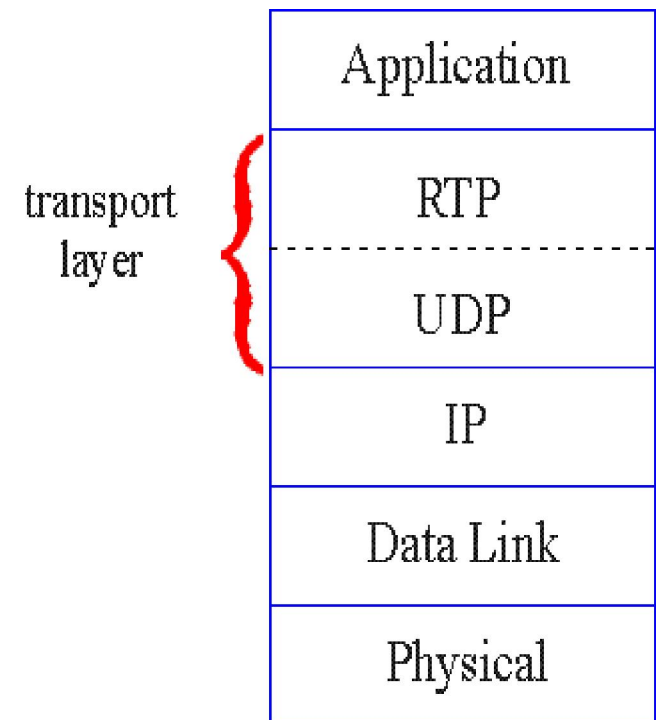
---

- RTP xác định cấu trúc gói tin cho các gói tin mang dữ liệu audio, video
- Được định nghĩa trong RFC 3550
- Gói tin RTP cung cấp
  - Thông tin loại tải trọng
  - Số thứ tự gói tin
  - Nhãn thời gian
- RTP hoạt động trên các hệ thống cuối
- Gói tin RTP được đóng gói trong các đoạn UDP
- Tính tương tác: nếu hai ứng dụng thoại Internet chạy trên RTP thì chúng có khả năng làm việc với nhau

## RTP trên UDP

Thư viện RTP cung cấp giao diện lớp truyền tải mở rộng UDP:

- số của cổng, địa chỉ IP
- định danh loại tải trọng
- số thứ tự gói tin
- nhãn thời gian





## Ví dụ RTP

---

- Xem xét gửi thoại mã hóa PCM tốc độ 64 kbps trên RTP.
- Ứng dụng thu thập dữ liệu mã hóa vào các khúc, ví dụ, 20 msec = 160 bytes cho một khúc.
- Khúc audio + tiêu đề RTP tạo thành gói tin RTP, được đóng gói vào đoạn UDP
- Tiêu đề RTP chỉ thị loại của mã hóa audio trong từng gói tin
  - Bên gửi có thể thay đổi mã hóa trong quá trình hội nghị.
- Tiêu đề RTP cũng chứa số thứ tự, nhãn thời gian.



## RTP và QoS

---

- RTP không cung cấp cơ chế đảm bảo dữ liệu đến đúng thời hạn hay bất cứ đảm bảo QoS khác.
- Đóng gói RTP chỉ thấy được tại các hệ thống cuối và các bộ định tuyến không thể nhận biết.
  - Bộ định tuyến cung cấp dịch vụ best-effort, không đảm bảo gói tin RTP có đến đích đúng thời hạn hay không.

## Tiêu đề RTP (1)



**RTP Header**

**Loại tải trọng (7 bits):** Chỉ thị mã hóa sử dụng. Nếu bên gửi thay đổi mã hóa giữa hội nghị, bên gửi thông báo bên nhận thông qua trường tải trọng.

- Payload type 0: PCM mu-law, 64 kbps
- Payload type 3, GSM, 13 kbps
- Payload type 7, LPC, 2.4 kbps
- Payload type 26, Motion JPEG
- Payload type 31. H.261
- Payload type 33, MPEG2 video

**Số thứ tự (16 bits):** Tăng thêm 1 mỗi lần gói tin RTP được gửi đi, và có thể được sử dụng để phát hiện mất gói và lưu lại thứ tự gói. 23

## Tiêu đề RTP (2)



RTP Header

- *Trường nhãn thời gian (32 bits):* thời điểm lấy mẫu của byte đầu tiên trong gói dữ liệu RTP
  - Đối với audio đồng hồ nhãn thời gian tăng thêm 1 với mỗi chu kỳ lấy mẫu (ví dụ, 125 usecs cho đồng hồ lấy mẫu 8 KHz)
  - Nếu ứng dụng tạo khúc từ 160 mẫu, thì nhãn thời gian tăng thêm 160 đối với mỗi gói RTP khi nguồn hoạt động. Đồng hồ nhãn thời gian tiếp tục tăng với tốc độ hông đổi khi nguồn không hoạt động.
- *Trường SSRC (32 bits):* Xác định nguồn của dòng RTP. Mỗi dòng RTP trong một phiên RTP phải có SSRC phân biệt.



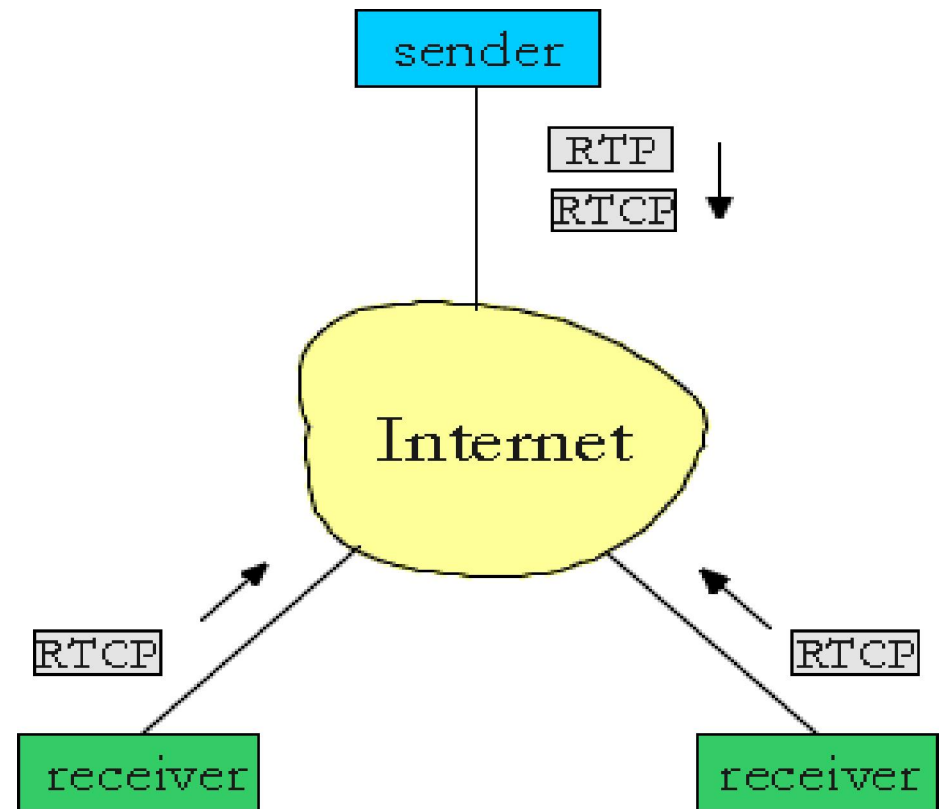


## Real-Time Control Protocol (RTCP)

- RTCP hoạt động gắn với RTP.
- Mỗi bên tham gia phiên RTP định kì gửi gói tin điều khiển RTP tới các bên tham gia khác.
- Mỗi gói RTCP chứa các báo cáo của bên gửi và/hoặc bên nhận
  - Báo cáo thống kê hữu ích cho ứng dụng: số gói tin gửi đi, số gói tin mất, rung pha giữa các khoảng thời gian đến ...
- Phản hồi có thể được sử dụng để kiểm soát hiệu năng
  - Bên gửi có thể thay đổi truyền dẫn dựa trên phản hồi

## RTCP

- ❑ Mỗi phiên RTP: thường có một địa chỉ multicast; tất cả gói tin RTP/RTCP thuộc phiên đều sử dụng địa chỉ multicast.
- ❑ Các gói tin RTP, RTCP phân biệt bằng các cổng khác nhau.
- ❑ Để hạn chế lưu lượng mỗi bên tham gia giảm lưu lượng RTCP khi số lượng người tham gia tăng lên.





## Gói tin RTCP

---

### Gói tin báo cáo bên nhận:

- Phần mất gói, số thứ tự cuối cùng, rung pha trung bình

### Gói tin báo cáo bên gửi:

- SSRC của dòng RTP, thời gian hiện thời, số gói tin gửi đi, số byte gửi đi

### Gói tin mô tả nguồn:

- Địa chỉ e-mail của bên gửi, tên bên gửi, SSRC của dòng RTP liên quan
- Cung cấp ánh xạ giữa SSRC và tên người sử dụng/trạm chủ



## Đồng bộ các dòng

- RTCP có thể đồng bộ các dòng phương tiện khác nhau trong một phiên RTP
- Xem xét ứng dụng hội nghị trong đó mỗi bên gửi tạo ra một dòng RTP cho audio, một dòng RTP cho video.
- Nhãn thời gian trong gói RTP liên kết với đồng hồ lấy mẫu của audio, video
  - *Không liên kết với đồng hồ thời gian thực*
- Mỗi gói tin báo cáo của bên gửi chứa (đối với gói tin mới nhất được tạo ra trong dòng RTP):
  - Nhãn thời gian của gói tin RTP
  - Thời gian thực (wall-clock time) khi gói tin được tạo thành.
- Bên nhận sử dụng liên hệ này để đồng bộ phát lại audio, video



## Bảng thông RTCP

- RTCP cố gắng hạn chế lưu lượng của nó nhỏ hơn 5% bảng thông của phiên.

### Ví dụ

- Giả sử một người gửi gửi video tốc độ 2 Mbps. RTCP cố gắng hạn chế tốc độ của nó nhỏ hơn 100 Kbps.
- RTCP dành 75% tốc độ cho bên nhận, 25% cho bên gửi
- 75 kbps được chia sẻ đều giữa các bên nhận:
  - Với R bên nhận, mỗi bên nhận được gửi lưu lượng RTP tốc độ  $75/R$  kbps.
- Bên nhận gửi lưu lượng RTCP với tốc độ 25 kbps.
- Mỗi bên tham gia xác định chu kì truyền gói RTCP bằng cách tính toán kích cỡ trung bình của gói RTCP (trên toàn bộ phiên) và chia cho tốc độ được ấn định.



## Tổng kết

---

Giải pháp đảm bảo chất lượng ứng dụng MM:

Loại bỏ rung pha bên nhận (trễ phát)

Phục hồi mất gói

Mạng phân bố nội dung  
CDN

Giao thức RTP

Khái niệm

Khuôn dạng

Giao thức RTCP

Loại gói tin RTCP

Đồng bộ sử dụng RTCP

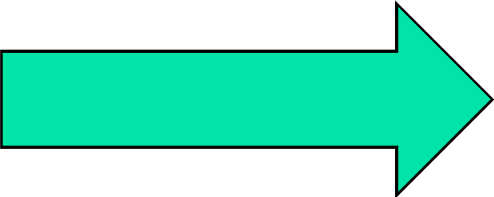
Hạn chế băng thông

RTCP



## Nội dung chuẩn bị

---

- 
- Nội dung về nhà và học buổi tối:
    - Chương 7: Xu hướng ứng dụng và dịch vụ trên nền mạng Internet

# Tham khảo

1. **Slide** [Internet và các giao thức](#) (2013), Bộ môn Mạng viễn thông, Khoa Viễn thông 1, PTIT.
2. **Bài giảng và slide môn học** [Cơ sở kỹ thuật mạng truyền thông](#), Bộ môn Mạng viễn thông 2013, Khoa Viễn thông 1, PTIT.
3. **Bài giảng và slide môn học** [Mạng viễn thông 2010](#), Bộ môn Mạng viễn thông, Khoa Viễn thông 1, PTIT.
4. [Computer Networking: A Top Down Approach](#), 5<sup>th</sup> edition. Jim Kurose, Keith Ross Addison-Wesley, July 2009.
5. [Tài liệu tham khảo TCP/IP căn bản](#), Nguyễn Xuân Khánh, Trung tâm đào tạo bưu chính viễn thông 2, PTIT.

