




## Chương 5. Giao thức TCP/UDP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh  
Bộ môn Kỹ thuật thông tin  
Viện Điện tử - Viễn thông  
ĐHBK Hà Nội  
Email: [thanhnh@mail.hut.edu.vn](mailto:thanhnh@mail.hut.edu.vn)



## Nội dung

- Giới thiệu chung
- UDP
- TCP
  - Chức năng TCP
  - Điều khiển luồng và chống tắc nghẽn trong TCP



S E T

# Đặt vấn đề

Giới thiệu

UDP

TCP


Chống tác nhân

- Ứng dụng trên mạng:
  - Đa dạng
  - Yêu cầu khác nhau về mặt chất lượng:
    - ◇ Ứng dụng thời gian thực: trễ nhỏ
    - ◇ Ứng dụng truyền số liệu (truyền file, web, email .v.v.): độ tin cậy cao, xác suất mất gói hoặc lỗi gói phải ~ 0%
  - Nhiều ứng dụng tại 1 máy trạm cùng chia sẻ đường truy nhập Internet
- Mạng Internet:
  - Chức năng chính: định tuyến (routing) và chuyển tiếp (forwarding)
  - Truyền tin không tin cậy
    - ◇ Không có cơ chế đảm bảo thứ tự gói
    - ◇ Không có cơ chế đảm bảo gói sẽ được truyền đến nơi nhận


→ **Vấn đề:** làm thế nào để truyền nhiều ứng dụng với các yêu cầu khác nhau trên giao thức IP không tin cậy, độc lập với ứng dụng?

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



3



S E T

# Đặt vấn đề (tiếp...)

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tác nhân


→ Cần các chức năng bổ sung giữa “Application” và “Internetwork”

Mô hình Internet

Application	Ứng dụng truyền thông: truyền file, ứng dụng thời gian thực, web, email, VoIP .v.v.	http, SIP, H.323, RTP, FTP, SMTP, POP, SNMP .v.v.
Host-to-Host	???	
Internetwork	Định tuyến và chuyển tiếp, truyền tin không tin cậy	IP, ICMP, routing protocols...
Network Access	Điều khiển truy nhập kênh, biến đổi dòng bit theo kênh vật lý	IEEE 802.x

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



4



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc  
ngẽn

## Chức năng của lớp Host-to-Host

- Lớp host-to-host thực hiện các chức năng bổ sung giữa “application” và “internetwork”
  - Ghép nhiều luồng dữ liệu trên một thiết bị đầu cuối để truyền trên mạng IP
  - Tăng độ tin cậy của luồng thông tin

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



5



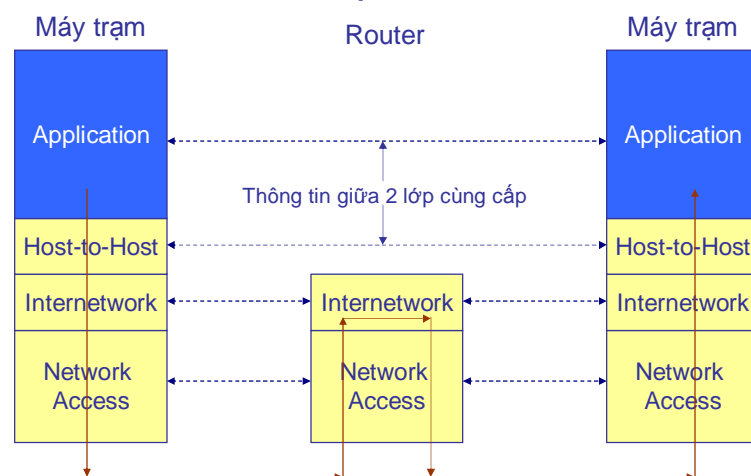
Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc  
ngẽn

## Chức năng của lớp Host-to-Host (tiếp ...)



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



6



## Chức năng của lớp Host-to-Host (tiếp ...)

### ■ Tại sao các chức năng của host-to-host lại được thực hiện ở thiết bị đầu cuối?

- Router chỉ thực hiện các chức năng định tuyến và chuyển tiếp
- Router không cần lưu giữ trạng thái của một luồng dữ liệu (flow state)

→ nâng cao hiệu năng của router

→ các chức năng khác được đưa ra “rìa” của mạng

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



7



## Cơ chế ghép kênh

### ■ Chức năng ghép kênh:

- Chia nhỏ dữ liệu của người sử dụng thành các **segment** lớp host-to-host
- Ghép nhiều luồng dữ liệu lớp ứng dụng vào để truyền trên mạng IP

Giới thiệu

UDP

TCP

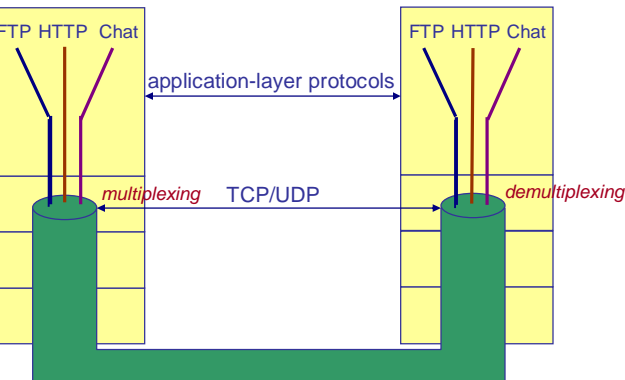
Chống tắc nghẽn

Application

Host2Host

Internetwork

Network Access



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



8



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tác  
nghẽn

## Cơ chế ghép kênh (tiếp...)

### ■ Phương pháp ghép kênh:

- Mỗi ứng dụng (hay tiến trình) có một địa chỉ cổng (**port number**) khác nhau
- Địa chỉ cổng: 16 bit
- Các ứng dụng trao đổi dữ liệu qua "**socket**". Mỗi socket được phân biệt qua 2 tham số:
  - ◆ Địa chỉ port
  - ◆ Địa chỉ IP

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



9



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tác  
nghẽn

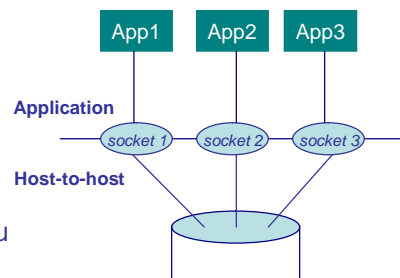
## Cơ chế ghép kênh (tiếp...)

### ■ Một số cổng điển hình:

- 0 – 1023: cổng mặc định định nghĩa bởi IANA
  - ◆ FTP: 20, TCP
  - ◆ SSH: 22, TCP/UDP
  - ◆ Telnet: 23, TCP
  - ◆ SMTP: 25, TCP
  - ◆ DNS: 53, TCP/UDP
  - ◆ HTTP: 80, TCP/UDP

- Từ 1024: do người sử dụng tự định nghĩa

- Socket được quản lý bởi hệ điều hành
- Có thể tạo, trao đổi dữ liệu qua socket thông qua các API của HĐH



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



10



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Cơ chế tăng độ tin cậy

### ■ Độ tin cậy:

- Kiểm tra và chống lỗi: thêm các mã **kiểm tra lỗi phần dữ liệu** (CRC .v.v.)

- ◇ ARQ (auto-repeat request)
- ◇ FEC (forwarding error correction)

- Chống tắc nghẽn

### ■ Câu hỏi:

- Sự khác nhau giữa ARQ và FEC?
- Trong giao thức IP có kiểm tra và chống lỗi không? Ở đâu?

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



11



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Cơ chế tăng độ tin cậy (tiếp...)

### ■ ARQ:

- Trao đổi dữ liệu thông qua cơ chế: **gửi – phúc đáp**

- Phân loại:

- ◇ Stop-and-Wait
- ◇ Go-Back-N
- ◇ Selective Repeat

- Chức năng:

- ◇ Phát hiện lỗi gói
- ◇ Phát hiện mất gói
- ◇ Sắp xếp thứ tự gói
- ◇ Điều khiển luồng: điều chỉnh kích thước cửa sổ trượt

### ■ Câu hỏi:

- Phân biệt các cơ chế Stop-and-Wait, Go-Back-N, Selective Repeat?
- Tham khảo tài liệu môn “Cơ sở mạng thông tin”

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



12



## Cơ chế tăng độ tin cậy (tiếp...)

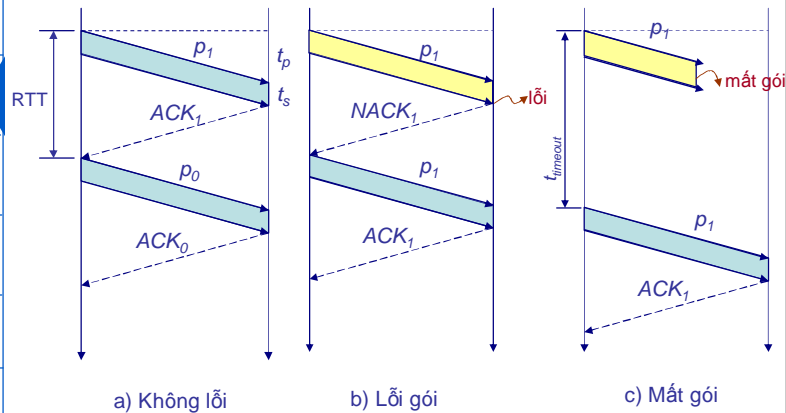
### ■ ARQ - Stop and Wait:

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



13



## Cơ chế tăng độ tin cậy (tiếp...)

### ■ ARQ - Go-Back-N:

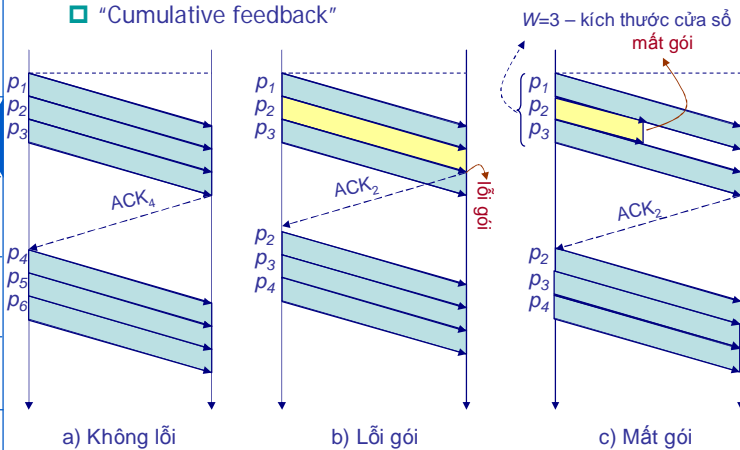
■ "Cumulative feedback"

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh

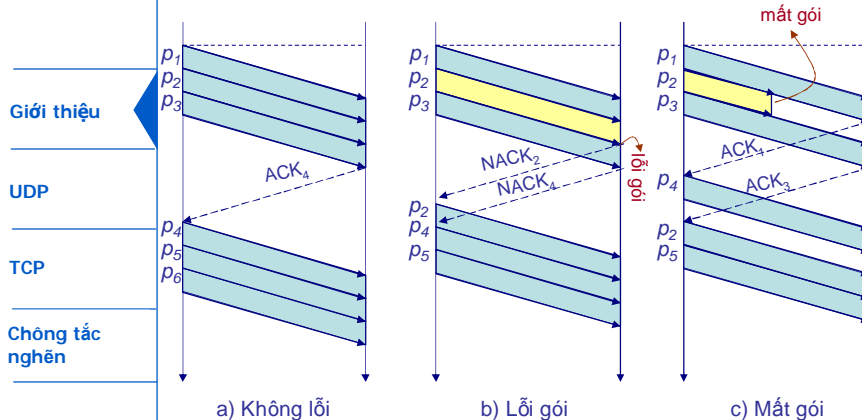


14



## Cơ chế tăng độ tin cậy (tiếp...)

### ■ ARQ - Selective Repeat



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



15



## Cơ chế tăng độ tin cậy (tiếp...)

### ■ Điều khiển luồng trong ARQ:

#### □ Để thay đổi tốc độ truyền:

- ◇ Thay đổi kích thước cửa sổ trượt  $W$
- ◇ Thay đổi thời gian ACK để điều chỉnh RTT

### ■ Nhận xét:

#### □ ARQ không thích hợp cho các dịch vụ thời gian thực:

- ◇ RTT lớn
- ◇ Băng thông của luồng dữ liệu bị giới hạn bởi  $W$

→ ARQ được áp dụng trong TCP

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



16





## Cơ chế tăng độ tin cậy (tiếp...)

### ■ Câu hỏi:

- Tính hiệu suất kênh truyền trong "Stop-and-Wait", "Go-Back-N" và "Selective Repeat" khi:

- ◇ Kênh truyền lý tưởng
- ◇ Kênh chịu xác suất mất gói là  $P_e$

→ Tham khảo bài giảng môn "Cơ sở mạng thông tin"

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



17



## Cơ chế tăng độ tin cậy (tiếp...)

### ■ FEC:

- Bên phát không phát lại gói

- Bên thu có chức năng:

- ◇ Kiểm tra lỗi
- ◇ Nếu phát hiện gói lỗi:
  - Bên thu sửa lỗi (xác định vị trí bit lỗi)
  - Nếu lỗi không sửa được: hủy gói

- Nhận xét:

- ◇ FEC thích hợp cho các dịch vụ thời gian thực

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



18



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tác  
ngành

# Giao thức UDP

■ UDP – User Datagram Protocol

■ RFC 768

■ Gói tin UDP – UDP datagram

■ Đặc điểm:

- Sử dụng cơ chế không liên kết (connectionless): không cần thiết lập một phiên truyền giữa nguồn – đích
- UDP là giao thức không tin cậy
  - ◇ Không có phúc đáp (ACK)
  - ◇ Không cơ chế tự động phát lại
  - ◇ Kiểm tra lỗi (checksum): chỉ kiểm tra phần đầu khung (header), không có kiểm tra lỗi phần dữ liệu
  - ◇ Không có cơ chế phát hiện gói mất, gói đến không đúng thứ tự
  - ◇ Không có cơ chế điều khiển luồng → UDP có thể gửi dữ liệu nhanh và nhiều nhất có thể

→ Chức năng cơ bản của UDP là gì?

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



19



Giới thiệu

UDP

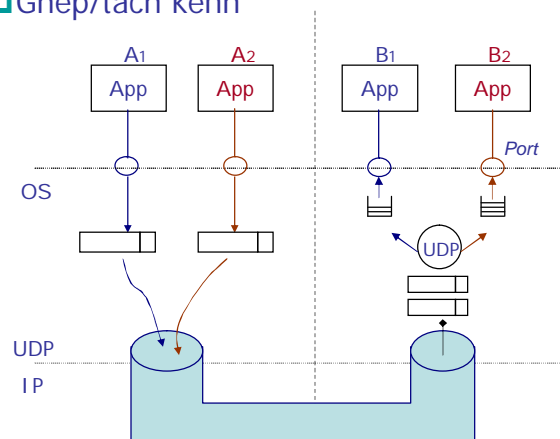
TCP

Chống tác  
ngành

# Giao thức UDP (tiếp...)

■ Chức năng chính của UDP:

■ Ghép/tách kênh



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



20



Giới thiệu

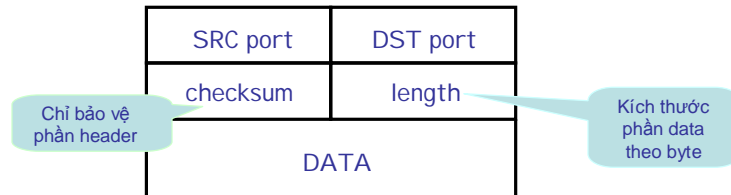
UDP

TCP

Chống tắc  
ngẽn

## Giao thức UDP (tiếp...)

### ■ Cấu trúc gói UDP



### ■ UDP được dùng cho ứng dụng gì?

- Các ứng dụng không cần độ tin cậy cao
- Các phiên truyền ngắn, thiết lập kết nối hướng liên kết theo kiểu TCP đem lại hiệu suất thấp
- Các ứng dụng thời gian thực

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



21



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc  
ngẽn

## Giao thức TCP

### ■ TCP – Transmission Control Protocol

### ■ RFC 793, 1122, 1323, 2018, 2581

### ■ Đặc điểm:

- Hướng liên kết (connection-oriented)
  - ◇ Thiết lập kết nối: “3-way handshake” – thiết lập kết nối 3 bước
  - ◇ Huỷ bỏ kết nối: “2-way handshake” – huỷ bỏ kết nối 2 bước
- Client – server: client thiết lập kết nối
- TCP là **giao thức truyền tin cậy**:
  - ◇ Cơ chế phúc đáp (ACK) khi nhận được dữ liệu
  - ◇ Mã chống lỗi để bảo vệ dữ liệu
  - ◇ Số thứ tự (sequence number) để phát hiện gói mất và gói không đúng thứ tự
  - ◇ Cơ chế timeout (sau một thời gian bèn phát không nhận được ACK) để gửi lại dữ liệu
  - ◇ Cơ chế sắp xếp lại thứ tự gói ở đầu thu
  - ◇ Cơ chế điều khiển luồng sử dụng cửa sổ trượt
  - ◇ Cơ chế chống tắc nghẽn để chia sẻ băng thông giữa nhiều nguồn dữ liệu

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



22



Giới thiệu

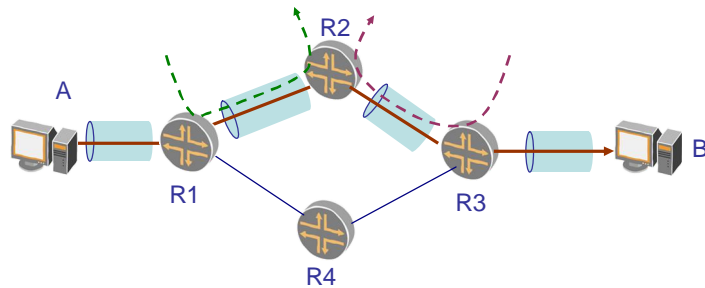
UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Hướng liên kết

- Không liên kết ở lớp Internetwork, hướng liên kết trên lớp Host-to-Host



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



23



Giới thiệu

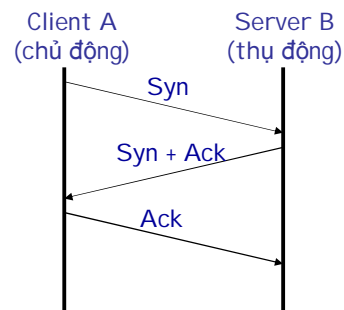
UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Hướng liên kết (tiếp...)

- Thiết lập kết nối: 3-way handshake
  - **Bước 1:** A gửi SYN cho B
    - ◇ chỉ ra giá trị khởi tạo seq # của A
    - ◇ không có dữ liệu
  - **Bước 2:** B nhận SYN, trả lời bằng SYN/ACK
    - ◇ B khởi tạo vùng đệm
    - ◇ chỉ ra giá trị khởi tạo seq. # của B
  - **Bước 3:** A nhận SYN/ACK, trả lời ACK, có thể kèm theo dữ liệu
- Ghi chú: phiên truyền TCP là phiên song công (số liệu truyền theo 2 hướng)



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



24



Giới thiệu

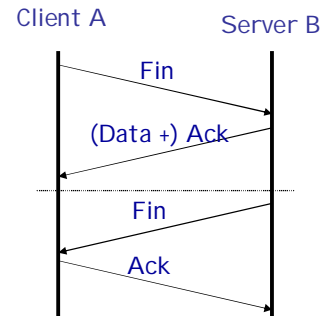
UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Hướng liên kết (tiếp...)

- Huỷ bỏ kết nối: 2-way handshake
  - **Bước 1:** Gửi FIN cho B
  - **Bước 2:** B nhận được FIN, trả lời ACK, đồng thời đóng liên kết và gửi FIN.
  - **Bước 3:** A nhận FIN, trả lời ACK, vào trạng thái "chờ".
  - **Bước 4:** B nhận ACK. đóng liên kết.
- Ghi chú: cả client hoặc server đều có thể yêu cầu huỷ bỏ kết nối



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



25



Giới thiệu

UDP

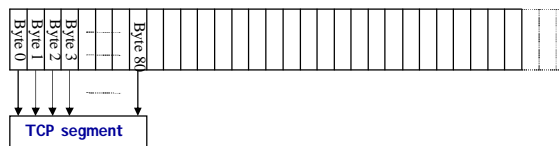
TCP

Chống tắc nghẽn

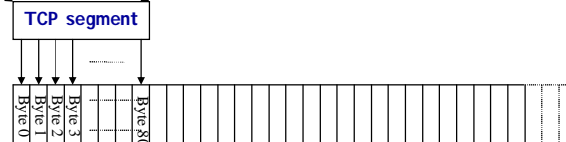
## TCP data segment

- Dữ liệu lớp ứng dụng được đóng gói vào các "TCP segment"
- MSS (Maximum Segment Size): chiều dài tối đa cho phép của 1 TCP segment

Gửi



Nhận



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



26



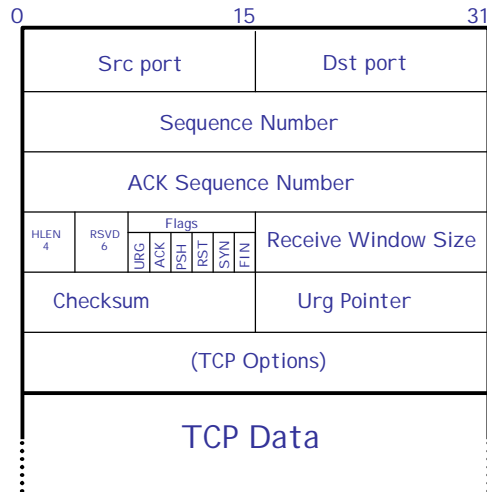
Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Bản tin TCP



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



27



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Ý nghĩa các trường

- **Source/Destination Port**: địa chỉ cổng
- **Checksum**: mã chống lỗi – cho cả TCP header và phần dữ liệu
- **Receive Window Size (RWND)**: kích thước cửa sổ trượt bên nhận → chỉ ra lượng dữ liệu tối đa bên thu có thể tiếp nhận → điều khiển luồng

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



28



Giới thiệu

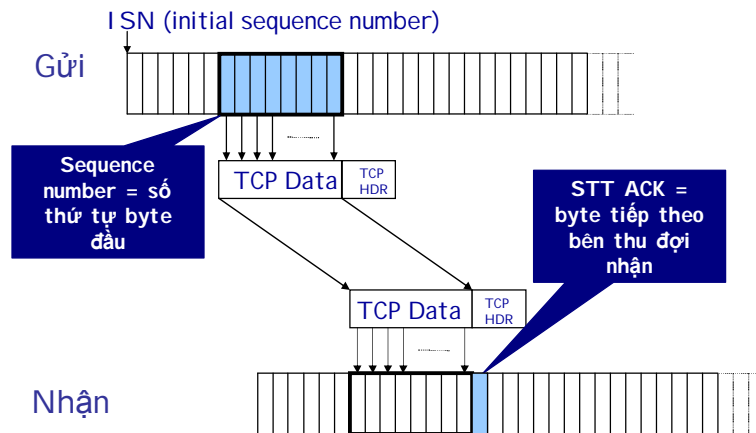
UDP

TCP

Chông tác  
nghẽn

## Sequence Number

- Sequence Number: số thứ tự TCP segment



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



29



Giới thiệu

UDP

TCP

Chông tác  
nghẽn

## Sequence Number (tiếp...)

- Sequence number:
  - Số thứ tự byte đầu tiên của 1 segment  
→ sequence number của TCP segment
  - Được tính bằng byte

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



30



S E T

Giới thiệu

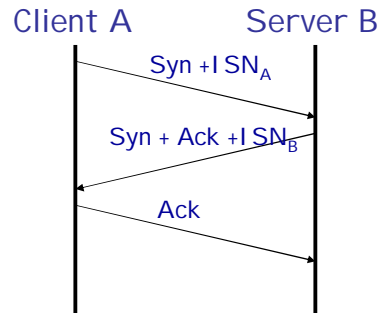
UDP

TCP

Chống tắc  
ngẽn

## Initial Sequence Number

- ISN – giá trị thứ tự khởi tạo
  - Được thiết lập trong giai đoạn bắt tay 3 bước để khởi tạo kết nối



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



31



S E T

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc  
ngẽn

## Cửa sổ trượt trong TCP

- Vấn đề:
  - Một kết nối TCP có thể gửi bao nhiêu gói dữ liệu liên tiếp qua mạng?
  - Khi lỗi xảy ra, TCP truyền lại gói thể nào? Sử dụng cơ chế “selective repeat” hay “Go-Back-N”?
  - Làm cách nào để TCP không làm tràn bộ đệm bên thu?

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



32





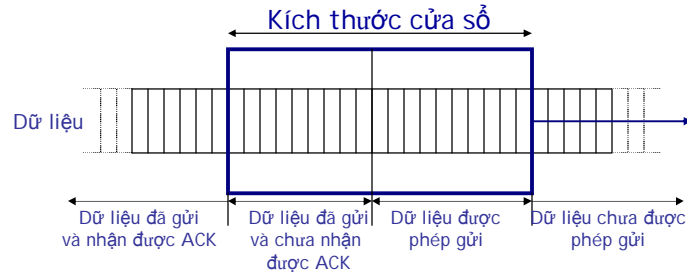
Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Cửa sổ trượt trong TCP (tiếp...)



- Kích thước cửa sổ phải điều chỉnh cho phù hợp với bộ đệm của bên thu
- Kích thước cửa sổ tối đa bên thu cho phép sẽ được gửi cho bên phát RWND trong trường Receive Window Size (thông thường từ 4kB – 8kB)
- Cơ chế truyền lại trong TCP: **Go-Back-N**

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



33



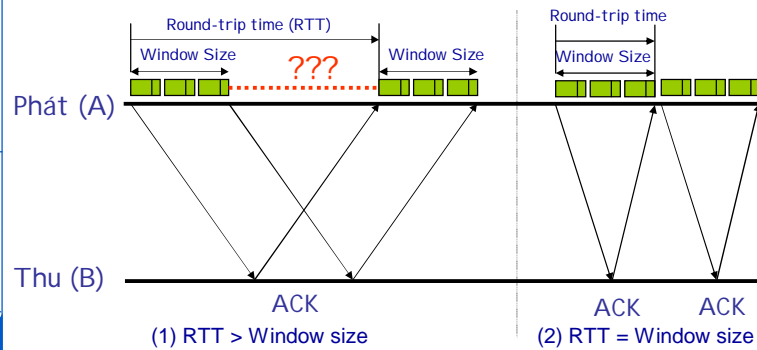
Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Cửa sổ trượt trong TCP (tiếp...)



- Lựa chọn kích thước cửa sổ:
  - $RTT > \text{Window Size}$ : hiệu suất kênh truyền thấp
  - $RTT = \text{Window Size}$ : hiệu suất kênh  $\rightarrow 100\%$

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



34



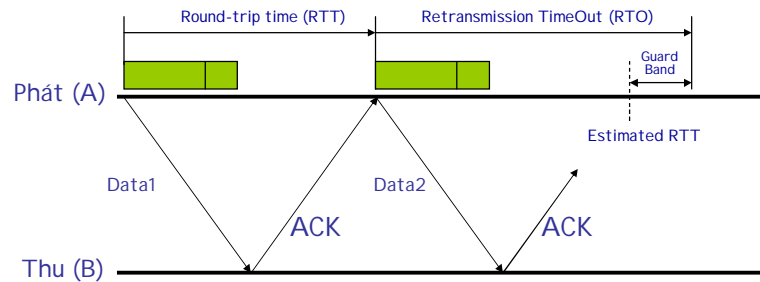
Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Cơ chế truyền lại



- TCP sử dụng đồng hồ timeout để truyền lại
  - Sau khoảng thời gian  $RTO > RTT$ , nếu không nhận được gói → truyền lại
- RTO là giá trị thay đổi, thích ứng với trạng thái kênh. Nguyên nhân:
  - Tắc nghẽn, đường đi thay đổi → RTT thay đổi → RTO cũng thay đổi theo
- Câu hỏi:
  - Giá trị RTO được tính thế nào?
  - Nếu RTO quá lớn/quá bé thì sao?

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



35



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Cơ chế truyền lại (tiếp...)

- Ước lượng giá trị RTO:
  - Vấn đề:
    - ◇ Nếu giá trị RTO quá lớn: trễ truyền lại lớn
    - ◇ Nếu giá trị RTO quá nhỏ: phát trùng gói không cần thiết
  - Thuật toán ước lượng RTO – sử dụng phương pháp “trung bình của số trượt theo trọng số mũ” (Exponential Weighted Moving Average - EWMA)
    - ◇ Gọi:
      - $\alpha$  – trọng số thuật toán EWMA ( $0 \leq \alpha \leq 1$ , thông thường  $\alpha = 0,125$ )
      - $k$  – số bước lặp
      - EstimatedRTT: giá trị RTT ước lượng theo EWMA
      - SampleRTT: giá trị RTT đo được tại bước  $k$
    - ◇ Thuật toán:

1.  $EstimatedRTT_k = \alpha EstimatedRTT_{k-1} + (1 - \alpha) SampleRTT$
2.  $RTO = 2 * EstimatedRTT$

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh

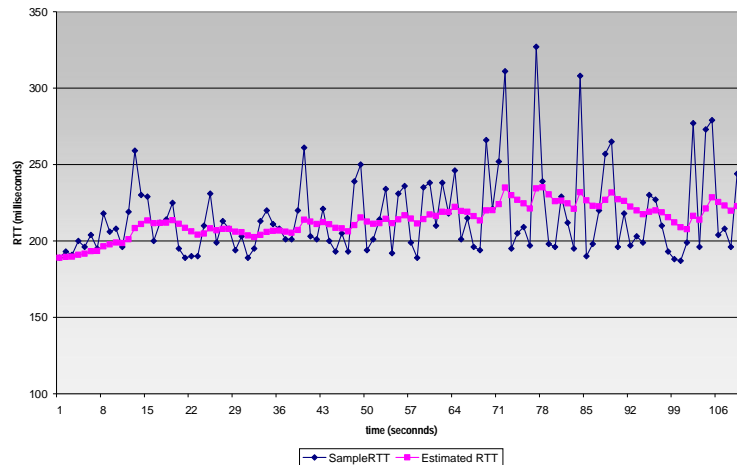


36



## Cơ chế truyền lại (tiếp...)

RTT: gaia.cs.umass.edu to fantasia.eurecom.fr



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



37



## Cơ chế truyền lại (tiếp...)

### ■ Trong thuật toán trên

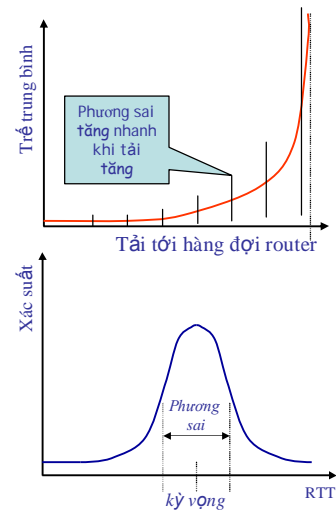
- Giả thiết: Phương sai của giá trị RTT là hằng số

### □ Trong thực tế:

- ◇ Chiều dài hàng đợi của router tăng dần khi tải tăng
- ◇ Phương sai của RTT tăng nhanh khi tải tăng
- ◇ Phân bố xác suất của RTT không xác định

### ■ Yêu cầu:

- Ước lượng RTT chính xác để tránh ước lượng sai RTO



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



38



## Cơ chế truyền lại (tiếp...)

### Thuật toán ước lượng RTO mới:

Cho phép đánh giá cả phương sai của RTT

1.  $\text{EstimatedRTT}_k = \alpha \text{ EstimatedRTT}_{k-1} + (1 - \alpha) \text{ SampleRTT}$
2.  $\text{Difference}_k = (1 - \delta) * \text{Difference}_{k-1} + \delta * |\text{SampleRTT} - \text{EstimatedRTT}_k|$
3.  $\text{RTO} = \mu * \text{EstimatedRTT}_k + \phi * \text{Difference}_k$   
 $\alpha \approx 0,125; \mu \approx 1; \phi \approx 4; \delta \approx 0,25$

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

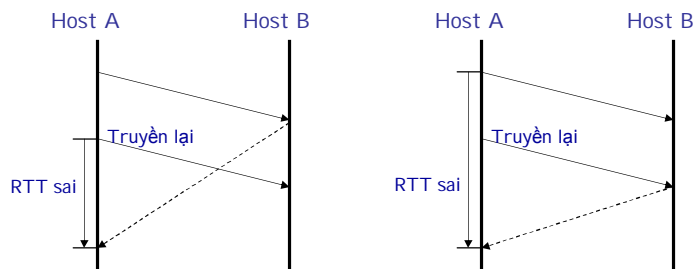
PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



39



## Cơ chế truyền lại (tiếp...)



### Thuật toán Karn:

**Vấn đề:** Khi truyền lại thì RTT được ước lượng thế nào cho chính xác?

**Giải pháp:**

- ◇ Không cập nhật giá trị EstimatedRTT
- ◇  $\text{RTO}_k = 2 * \text{RTO}_{k-1}$

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



40



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Tắc nghẽn trong Internet

- Tắc nghẽn trong mạng thường xuyên xảy ra và không thể tránh được
- Tắc nghẽn xảy ra ở nhiều cấp độ khác nhau (mức gói, mức luồng .v.v.)
- Bên phát TCP phải có khả năng phát hiện tắc nghẽn và giảm tắc nghẽn (giảm kích thước cửa sổ trượt)
- Router cũng có thể giảm tốc độ luồng TCP bằng cách tăng trễ hàng đợi (khi tải tăng)

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



41



Giới thiệu

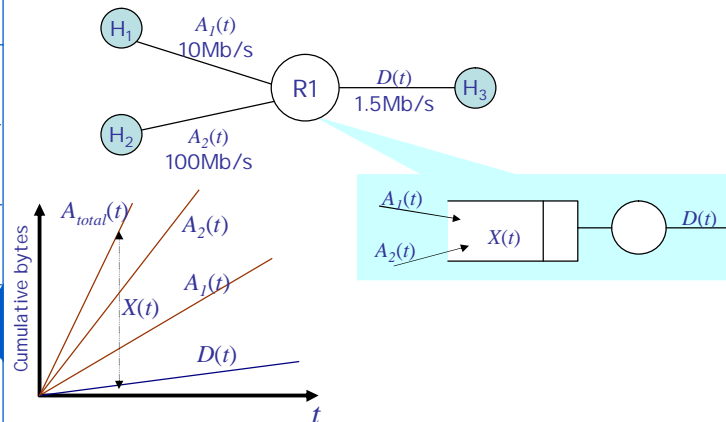
UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Tắc nghẽn trong Internet (tiếp...)

- Tắc nghẽn xảy ra khi tải tới nút mạng tăng ( $\rightarrow$  100%)



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



42



Giới thiệu

UDP

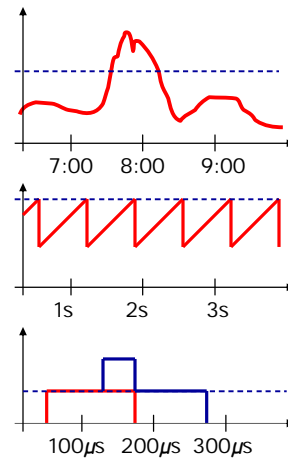
TCP

Chống tắc nghẽn

## Tắc nghẽn trong Internet (tiếp...)

### ■ Các cấp độ của tắc nghẽn

- **Mức người sử dụng:** quá nhiều người truy nhập trong giờ cao điểm
- **Mức luồng:** các luồng dữ liệu chiếm trọn dung lượng kênh đầu ra
- **Mức gói:** 2 gói xung đột tại router



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



43



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Tắc nghẽn trong Internet (tiếp...)

### ■ Tắc nghẽn và trễ:

- RTT bao gồm:
  - ◇ Trễ lan truyền (propagation delay)
  - ◇ Trễ hàng đợi (queue delay)
- Thông thường trễ hàng đợi đóng vai trò quyết định đến RTT
- Trễ hàng đợi phụ thuộc vào chiều dài hàng đợi
  - tải tăng thì trễ tăng. Khi tắc nghẽn xảy ra → trễ hàng đợi lớn
  - RTT là đại lượng được sử dụng để ước lượng tắc nghẽn trong mạng (TD: ping)

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh

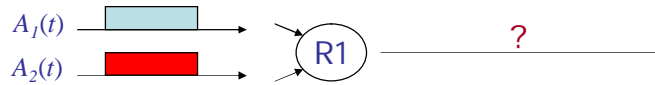


44



## Tránh tắc nghẽn trong Internet

- TD: 2 luồng dữ liệu đến router



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc  
nghẽn

Chính sách	
Từ chối một luồng	
Đệm một luồng trong bộ đệm cho đến khi luồng kia được phục vụ xong	
Chuyển thời gian phục vụ một luồng tới thời điểm muộn hơn	
Yêu cầu các luồng giảm tốc độ	

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



45



## Tránh tắc nghẽn trong Internet (tiếp...)

- **Nhận xét:** tắc nghẽn không thể tránh khỏi
    - Cơ chế hợp kênh thống kê trong chuyển mạch gói cho phép sử dụng kênh truyền hiệu quả → bộ đệm thường xuyên bị đầy
    - Nếu bộ đệm rỗng → trễ nhỏ, mạng không bị tắc nghẽn. Nhưng: hiệu suất sử dụng kênh thấp
    - Nếu bộ đệm luôn đầy → trễ lớn, tắc nghẽn. Nhưng: hiệu suất sử dụng kênh cao
- Tắc nghẽn thế nào là vừa phải?

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



46



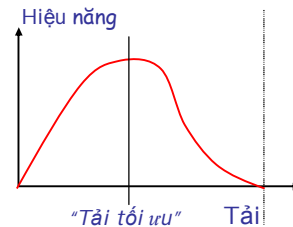
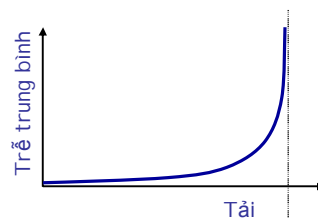
## Tải, trễ và hiệu năng

### ■ Quan hệ giữa tải và trễ:

- Tải:  $L$  (bit/s)
- Trễ:  $D$  (s)

### ■ Gọi $P$ là một tham số đơn giản để đánh giá hiệu năng mạng, với:

- $P = L/D$
- $P$  càng lớn càng tốt



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



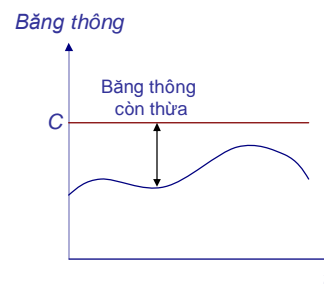
47



## Chống tắc nghẽn trong TCP

### ■ Yêu cầu:

- TCP phải ước lượng chính xác băng thông còn thừa
- Thay đổi tốc độ phát theo tình trạng kênh:
  - ◇ Tăng tốc độ phát khi còn băng thông
  - ◇ Khi tắc nghẽn xảy ra → giảm tốc độ phát



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



48





Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Chống tắc nghẽn trong TCP (tiếp...)

- Bên phát TCP thay đổi tốc độ bằng việc **thay đổi kích thước cửa sổ**

$$\text{Window} = \min\{\text{ReceiveWindow}, \text{CongestionWindow}\}$$

RWND bên thu

CWND bên phát

- “cwnd” hoạt động theo cơ chế:
  - Tăng kích thước cửa sổ theo cấp số cộng
  - Giảm kích thước cửa sổ theo cấp số nhân

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



49



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Chống tắc nghẽn trong TCP (tiếp...)

- Các trạng thái của 1 luồng TCP:
  - “slow start”:
    - ◇ Khi mới khởi tạo luồng
    - ◇ Kích thước *cwnd* tăng theo hàm mũ cho đến mức ngưỡng *sssthresh*
  - Tránh tắc nghẽn:
    - ◇ Từ mức *sssthresh*, kích thước cửa sổ tăng thêm một MSS (maximum segment size) sau mỗi chu kỳ RTT  
→ kích thước cửa sổ tăng tuyến tính đến khi phát hiện tắc nghẽn
  - Phát hiện tắc nghẽn:
    - ◇ Tắc nghẽn xảy ra khi gói tin bị mất → TCP giảm kích thước cửa sổ xuống một nửa.

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



50



Giới thiệu

UDP

TCP

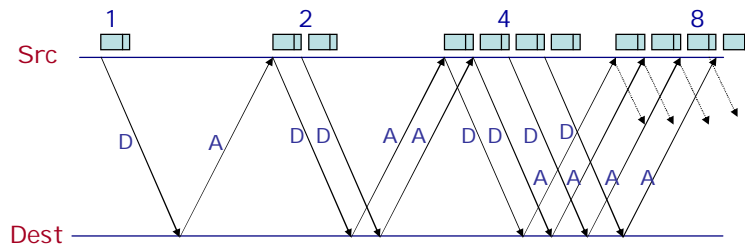
Chống tắc nghẽn

## "Slow Start"

- Mục đích: cho phép phiên TCP tăng tốc độ nhanh chóng sau khi thiết lập kết nối

- Nguyên tắc:

- $cwnd = 1$  (MSS)
- Tăng  $cwnd$  1 đơn vị mỗi khi nhận được ACK → kích thước  $cwnd$  tăng theo cấp số nhân



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



51



Giới thiệu

UDP

TCP

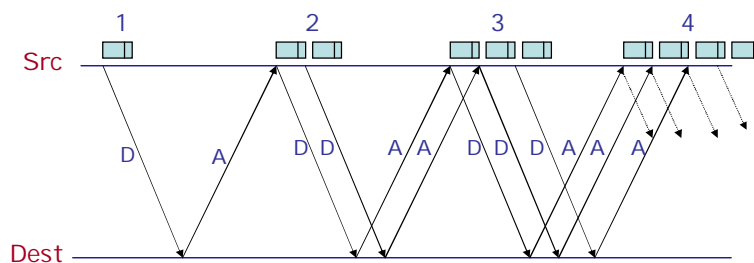
Chống tắc nghẽn

## Tránh tắc nghẽn

- Tránh tắc nghẽn – congestion avoidance

- Nguyên tắc:

- Sau khi kích thước  $cwnd$  đạt đến giá trị  $ssthresh$ , kết nối TCP chuyển sang chế độ tránh tắc nghẽn
- $cwnd$  tăng một đơn vị (01 MSS) sau một RTT không có gói lỗi →  $cwnd$  tăng tuyến tính



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



52



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Phát hiện tắc nghẽn

### ■ Vấn đề:

- ❑ Làm sao để phát hiện tắc nghẽn?

### ■ Khi xảy ra mất gói → hàng đợi tại các nút trung gian bị tràn → tắc nghẽn xảy ra

### ■ TCP chuyển sang trạng thái phát hiện tắc nghẽn khi mất gói xảy ra:

- ❑ Không nhận được ACK (timeout)
- ❑ Nhận được 3 ACK trùng yêu cầu phát lại

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



53



Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Phát hiện tắc nghẽn (tiếp...)

### ■ Khi timeout (không nhận được ACK)

- ❑ TCP đặt ngưỡng *ssthresh* xuống còn một nửa giá trị hiện tại của *cwnd*

- ❑ TCP đặt *cwnd* về 1 MSS

- ❑ TCP chuyển về trạng thái slow start

### ■ Nếu nhận được 3 ACK trùng

- ❑ TCP đặt ngưỡng *ssthresh* xuống còn một nửa giá trị hiện tại của *cwnd*

- ❑ TCP đặt *cwnd* bằng  $\frac{1}{2}$  giá trị hiện tại

- ❑ TCP chuyển về trạng thái tránh tắc nghẽn

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



54



## Phát hiện tắc nghẽn (tiếp...)

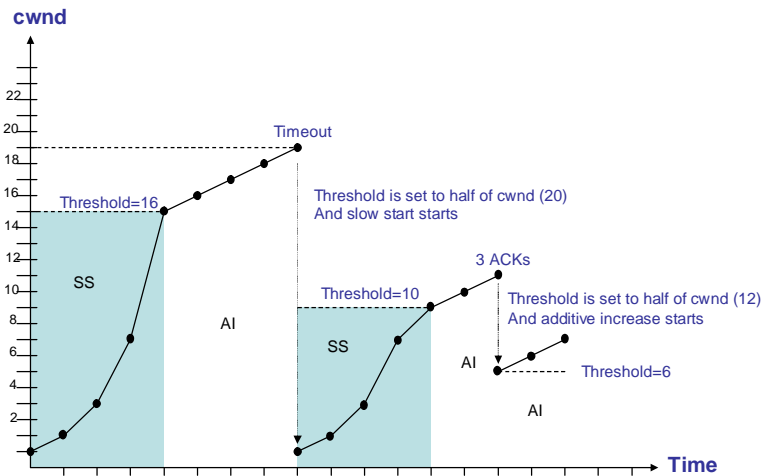
■ Nhận xét: cửa sổ *cwnd* có dạng răng cưa

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc  
nghẽn



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



55



## Thông lượng của phiên TCP

■ Trong một chu kỳ RTT: số byte phiên TCP gửi là *cwnd*

■ Gọi  $R$  – thông lượng phiên TCP

$$R = cwnd / RTT$$

■ Câu hỏi:

■ Dạng lưu lượng một phiên TCP có tuân theo dạng răng cưa không?

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc  
nghẽn

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh

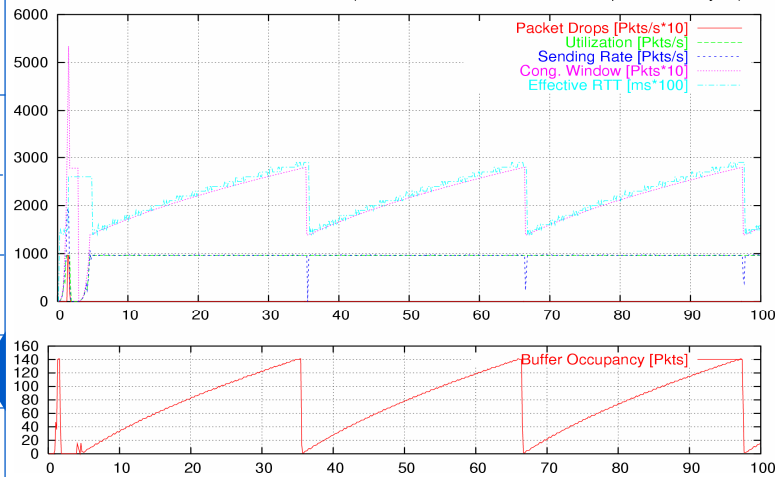


56



## Thông lượng của phiên TCP (tiếp...)

TCPSIM: Time evolution of a TCP flow#(RTT 142ms, BW 8000kb, buffer 142 pkts of 1000 bytes)



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



57



## Thông lượng của phiên TCP (tiếp...)

### ■ Nhận xét:

- Dạng lưu lượng TCP không nhất thiết có dạng răng cưa. Như trong hình trước, lưu lượng là hằng số.

### ■ Nguyên nhân:

- Nếu độ lớn của bộ đệm tại router đủ lớn:
  - ◇ Số gói đến router tăng → kích thước bộ đệm tăng → RTT tăng tỷ lệ với  $cwnd$
  - lưu lượng TCP là hằng số

### ■ Có 2 cách tránh tắc nghẽn:

- 1. Đệm gói đến để **tăng RTT**
- 2. Hủy gói để **giảm kích thước cửa sổ  $cwnd$**

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



58





Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn

## Tính công bằng của TCP (tiếp...)

### TCP công bằng đến đâu?

□ Các ứng dụng có thể mở song song nhiều luồng TCP

◇ Web browser

◇ Flashget

□ TD:

◇ một liên kết dung lượng  $C$  phục vụ 10 luồng TCP → mỗi luồng nhận băng thông trung bình là  $C/10$

◇ ứng dụng mới mở thêm 10 luồng TCP → ứng dụng đó nhận được băng thông  $C/2$

CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



61



Giới thiệu

UDP

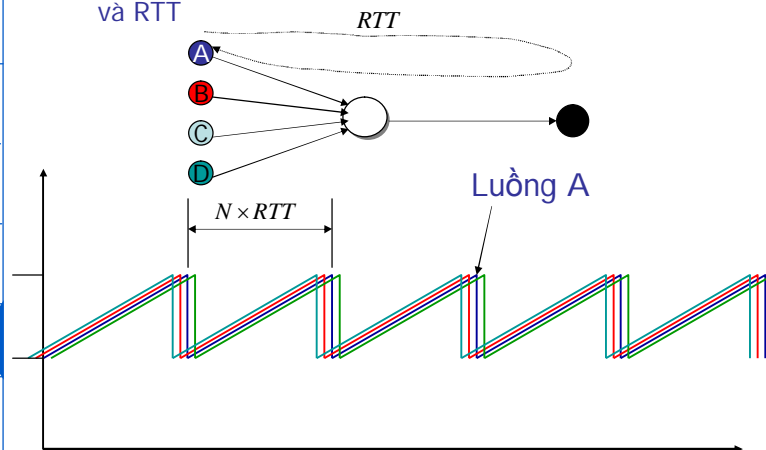
TCP

Chống tắc nghẽn

## Đồng bộ giữa nhiều luồng TCP

### Vấn đề:

□ Khi truyền nhiều luồng TCP với cùng thời gian bắt đầu và RTT



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



62



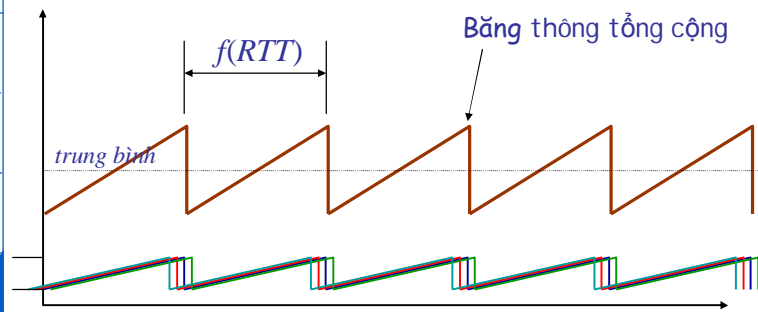
## Đồng bộ giữa nhiều luồng TCP (tiếp...)

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



63



## Đồng bộ giữa nhiều luồng TCP (tiếp...)

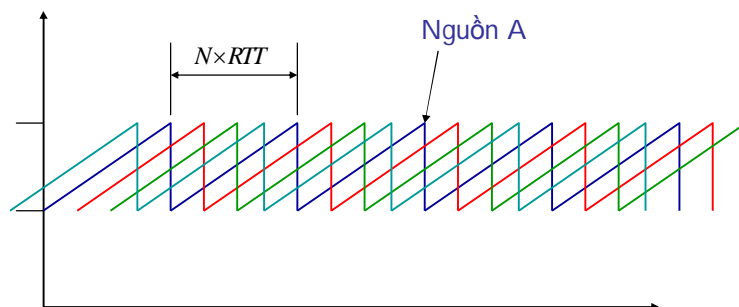
- Nếu thay đổi thời gian bắt đầu giữa các luồng (không đồng bộ) → bảng thông tổng hợp ít dao động hơn

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



64





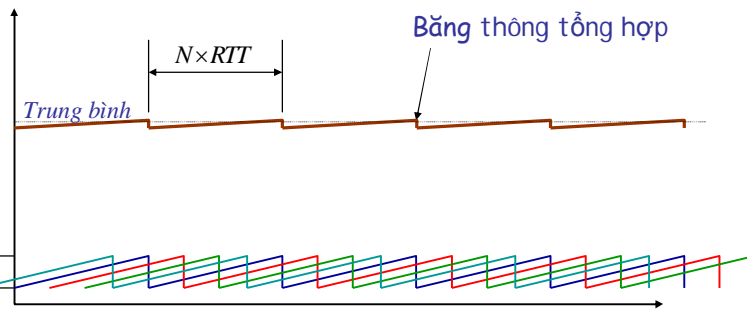
## Đồng bộ giữa nhiều luồng TCP (tiếp...)

Giới thiệu

UDP

TCP

Chống tắc nghẽn



CHƯƠNG 5 – UDP/TCP

PGS. TS. Nguyễn Hữu Thanh



65



## Tài liệu tham khảo

- *Internetworking with TCP/IP, Vol 1*, Douglas Comer, Prentice Hall Computer
- Karn, Phil; Craig Partridge, "Improving Round-Trip Time Estimates in Reliable Transport Protocols", *ACM SIGCOMM '87*. pp. 2–7
- *Computer Networks*, Nick McKeown, Stanford University
- *Networking: a top-down approach featuring the Internet*, James F. Kurose, Keith W. Ross, Addison Wesley, 4<sup>th</sup>ed, 2006
- Một số tài liệu và bài giảng khác trên Internet