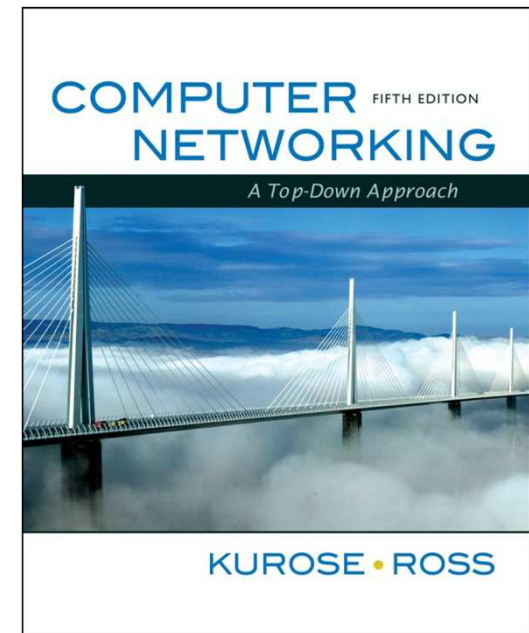


Chapter 4

Network Layer



*Computer Networking:
A Top Down Approach
5th edition.*

Jim Kurose, Keith Ross
Addison-Wesley, April
2009.

Chương 4: Tầng mạng

Mục tiêu:

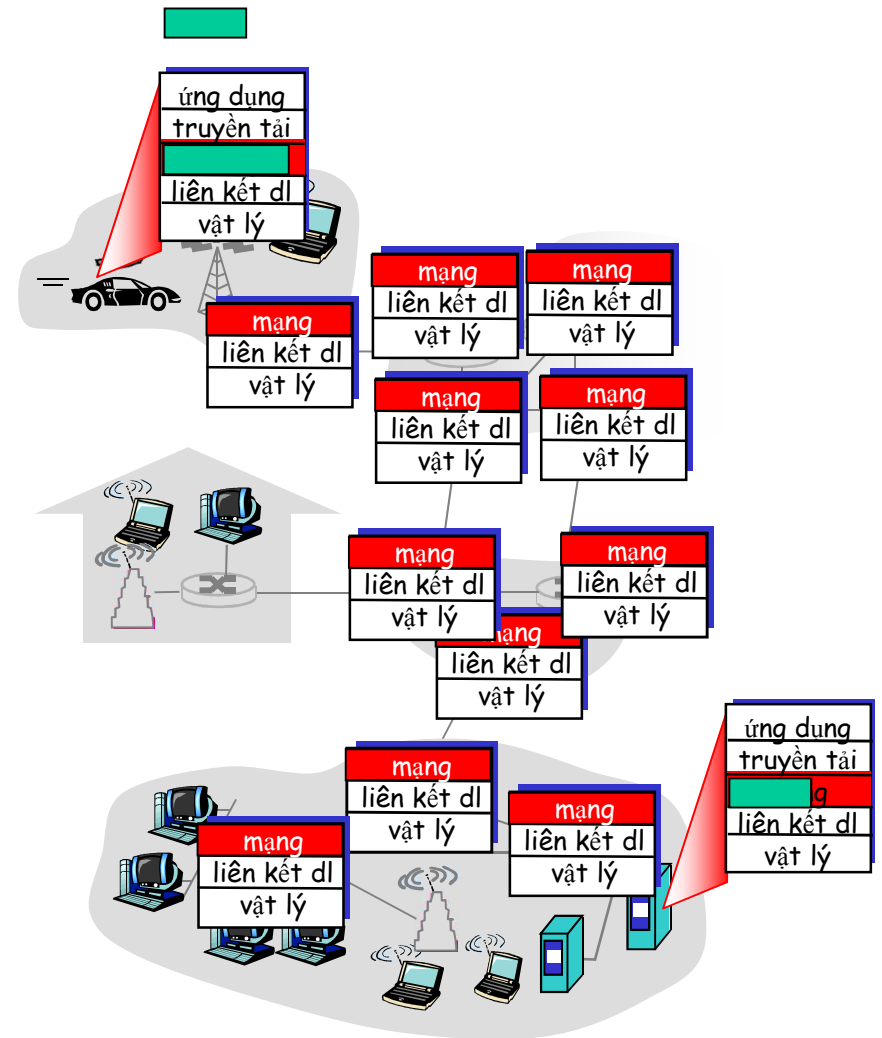
- ❑ hiểu các được nguyên lý đằng sau các dịch vụ tầng mạng:
 - các mô hình dịch vụ tầng mạng
 - chuyển tiếp so với định tuyến
 - một bộ định tuyến làm việc ntn
 - định tuyến (chọn đường đi)
 - xử lý với qui mô mạng
 - chủ đề nâng cao: IPv6, tính di động
- ❑ diễn giải, hiện thực trong Internet

Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Tầng mạng

- ❑ truyền đoạn dữ liệu từ máy gửi tới máy nhận
- ❑ máy gửi đóng gói đoạn thành gói tin (packet)
- ❑ máy nhận, đẩy gói tin lên tầng vận chuyển
- ❑ giao thức tầng mạng được hiện thực trong *mọi* máy, BĐT
- ❑ BĐT kiểm tra trường mào đầu trong mọi gói IP đi qua nó



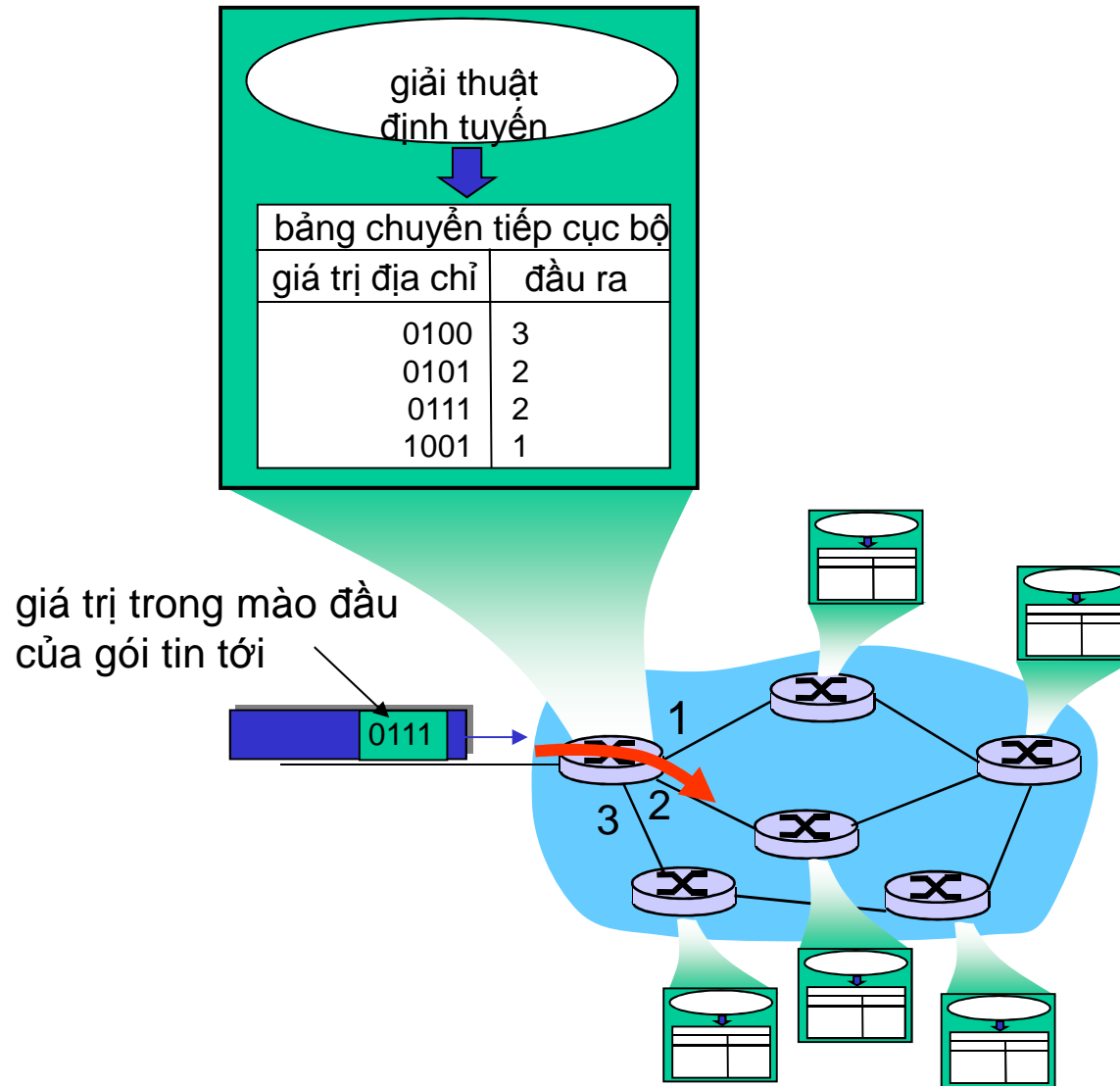
Hai chức năng quan trọng của tầng Mạng

- *chuyển tiếp*: di chuyển các gói tin từ đầu vào của BĐT tới đầu ra thích hợp
- *định tuyến*: xác định đường đi cho gói tin từ nguồn tới đích.
 - *các giao thức định tuyến*

ý nghĩa tương đồng: Di chuyển

- *định tuyến*: quá trình lập ra chuyến đi từ điểm xuất phát tới đích
- *chuyển tiếp*: quá trình đi qua một trạm trung gian

Tác động qua lại giữa định tuyến và chuyển tiếp



Thiết lập kết nối

- ❑ một trong những chức năng quan trọng trong *một vài* kiến trúc mạng:
 - ATM, frame relay, X.25
- ❑ trước khi gói tin di chuyển, hai máy đầu cuối và các BĐT trung gian thiết lập một kết nối ảo
 - BĐT tham gia vào quá trình thiết lập
- ❑ dịch vụ kết nối ở tầng mạng và truyền tải:
 - **mạng**: giữa 2 máy (BĐT có thể tham gia vào q/t này trong trường hợp mạch ảo - VC)
 - **truyền tải**: giữa hai tiến trình

Mô hình dịch vụ mạng

Hỏi: *Mô hình dịch vụ* nào cho “kênh” truyền tải gói tin từ ng/gửi tới ng/nhận?

Những dịch vụ mẫu cho những gói tin riêng lẻ:

- ❑ phân phát đảm bảo
- ❑ phân phát đảm bảo với độ trễ ngắn hơn 40 msec

Những dịch vụ mẫu cho luồng gói tin:

- ❑ phân phát đúng-trật-tự
- ❑ đảm bảo băng thông tối thiểu cho luồng
- ❑ hạn chế những thay đổi trong khoảng cách giữa các gói

Các mô hình dịch vụ tầng Mạng:

Kiến trúc Mạng	Mô hình Dịch vụ	Đảm bảo ?				Phản hồi Tắc nghẽn
		Băng thông	Mất gói	Trật tự	Timing	
Internet	nỗ lực tốt nhất	không	ko	ko	ko	ko (suy từ mất gói)
ATM	CBR	vận tốc cố định	có	có	có	ko có tắc nghẽn
ATM	VBR	vận tốc đảm bảo	có	có	có	ko có tắc nghẽn
ATM	ABR	đảm bảo tối thiểu	ko	có	ko	có
ATM	UBR	không	ko	có	ko	không

Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Dịch vụ hướng kết nối và không kết nối

- ❑ mạng gói tin cung cấp dịch vụ không kết nối ở tầng mạng
- ❑ mạng mạch ảo cung cấp dịch vụ hướng kết nối ở tầng mạng
- ❑ tương tự như dịch vụ tầng truyền tải, nhưng:
 - **dịch vụ:** từ máy-tới-máy
 - **không có sự lựa chọn:** tùy thuộc vào mạng cung cấp loại này hoặc kia
 - **hiện thực:** trong lõi của mạng

Mạch ảo

“đường đi từ nguồn-tới-đích giống như là mạch điện thoại”

- thiên về hiệu suất
 - mạng hoạt động dọc theo đường đi từ nguồn-tới-đích
-
- ❑ với mỗi phiên liên lạc, thiết lập cuộc gọi *trước khi* dữ liệu thực sự truyền đi và ngắt cuộc gọi sau khi hoàn thành.
 - ❑ mỗi gói tin mang kí hiệu định danh của VC (không phải địa chỉ của máy đích)
 - ❑ *mọi* BĐT trên đường đi nguồn-đích duy trì “trạng thái” cho mỗi kết nối qua nó
 - ❑ tài nguyên của liên kết, BĐT (bảng thông, bộ nhớ tạm) có thể được phân phát cho VC(tài nguyên chuyên dụng = dịch vụ đảm bảo)

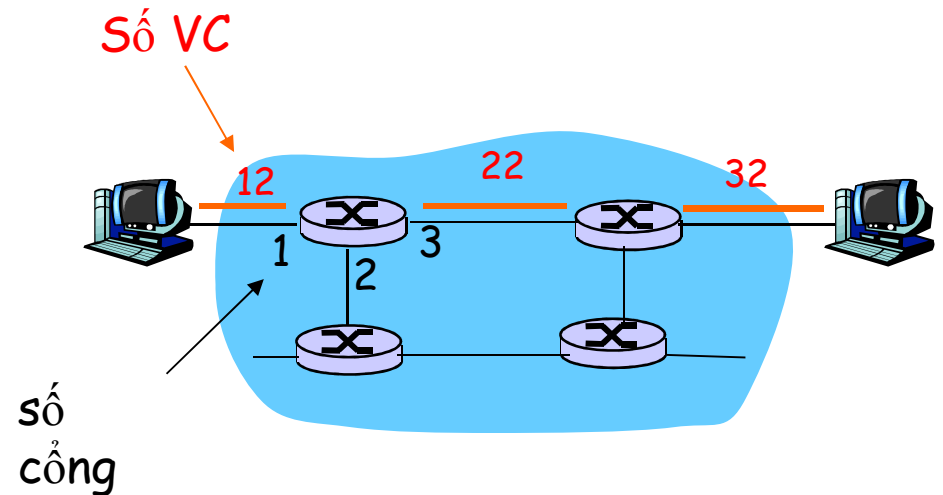
Hiện thực VC

một VC gồm có:

1. đường đi từ nguồn tới đích
 2. số VC, một số cho một đoạn đường đi
 3. mục trong bảng chuyển tiếp trong các BĐT dọc đường đi
- ❑ gói tin thuộc VC sẽ mang theo số VC (thay vì địa chỉ đích)
 - ❑ số VC có thể thay đổi trên mỗi liên kết.
 - Số VC mới được cung cấp bởi bảng chuyển tiếp tại từng BĐT

Bảng chuyển tiếp

Bảng chuyển tiếp trong
BĐT tây-bắc:

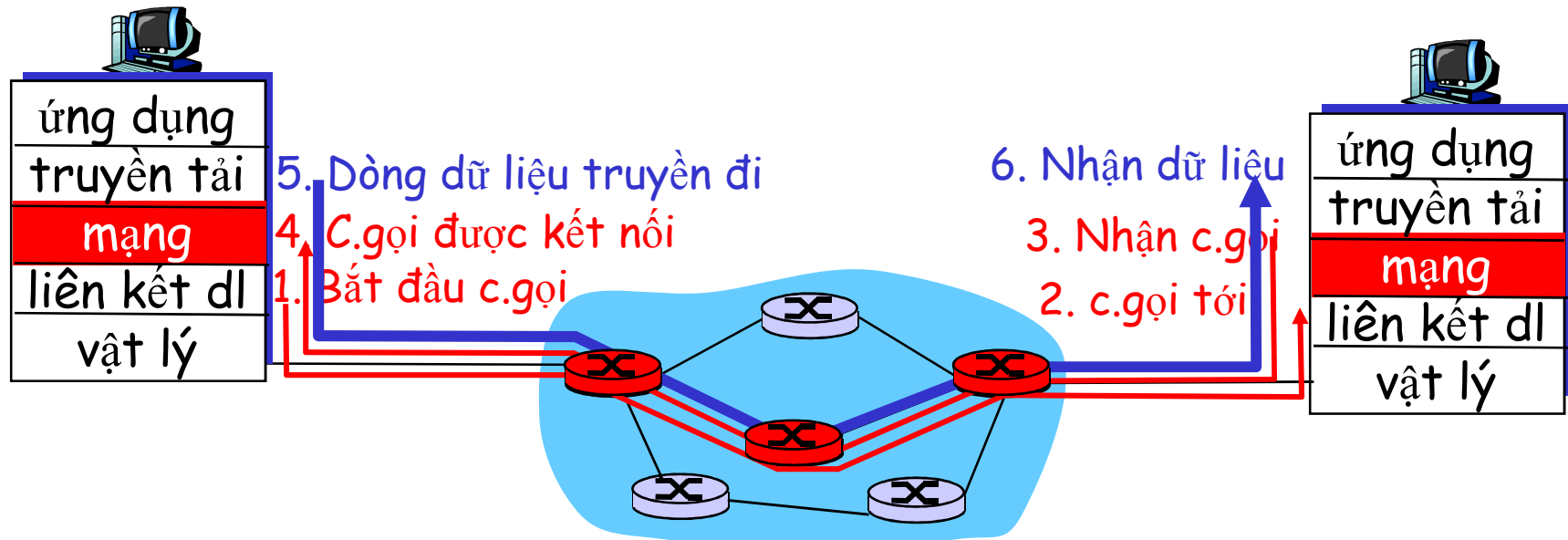


cổng vào	số VC đi vào	cổng ra	số VC đi ra
1	12	3	22
2	63	1	18
3	7	2	17
1	97	3	87
...

Các BĐT duy trì thông tin trạng thái kết nối

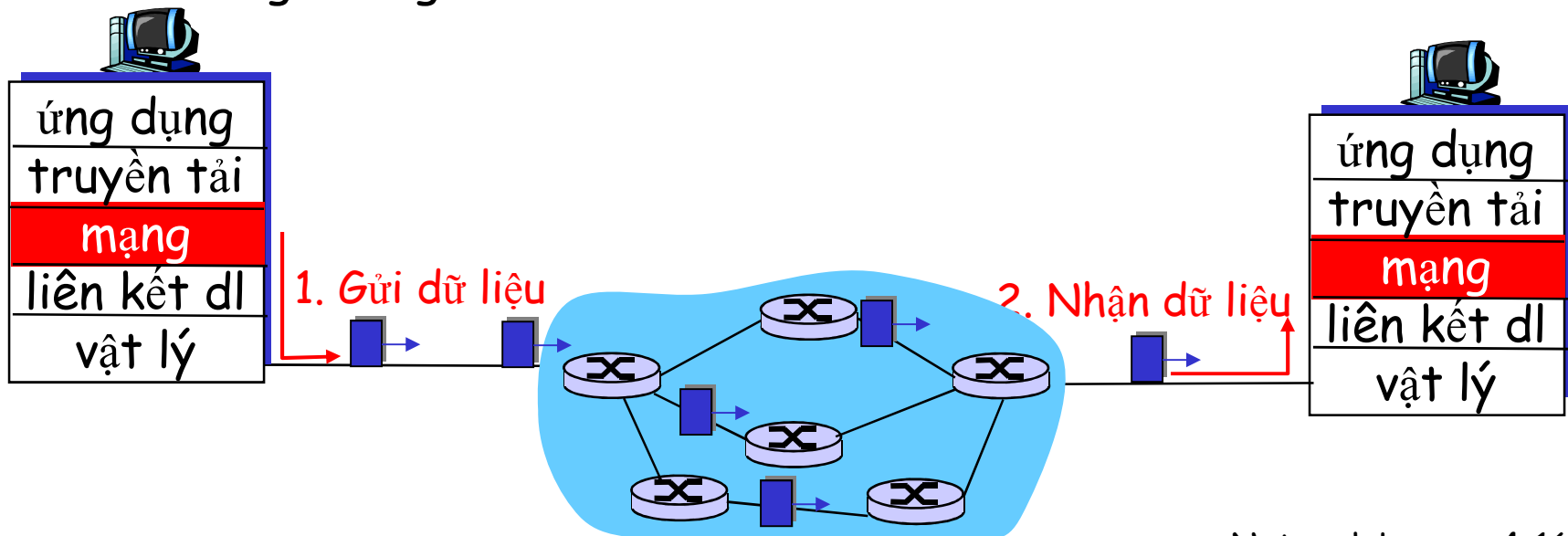
Mạch ảo: các giao thức báo hiệu

- ❑ dùng để thiết lập, duy trì và ngắt VC
- ❑ dùng trong ATM, frame-relay, X.25
- ❑ không dùng trong Internet hiện nay



Mạng gói tin

- ❑ ko thiết lập cuộc gọi ở tầng mạng
- ❑ BĐT: không lưu trạng thái của kết nối đầu cuối-đầu cuối
 - không có khái niệm "kết nối" ở tầng mạng
- ❑ gói tin được chuyển tiếp dùng địa chỉ đích
 - các gói tin giữa cùng một cặp nguồn-đích có thể đi theo những đường khác nhau



Bảng chuyển tiếp

4 tỉ mục

<u>Phạm vi địa chỉ đích</u>	<u>Cổng liên kết</u>
11001000 00010111 00010000 00000000 đến 11001000 00010111 00010111 11111111	0
11001000 00010111 00011000 00000000 đến 11001000 00010111 00011000 11111111	1
11001000 00010111 00011001 00000000 đến 11001000 00010111 00011111 11111111	2
ngoài ra	3

Trùng lặp tiền tố dài nhất

<u>Trùng lặp tiền tố</u>	<u>Cổng liên kết</u>
11001000 00010111 00010	0
11001000 00010111 00011000	1
11001000 00010111 00011	2
ngoài ra	3

Ví dụ

DA: 11001000 00010111 00010110 10100001

Cổng ra nào?

DA: 11001000 00010111 00011000 10101010

Cổng ra nào?

Mạng gói tin hay mạch ảo: tại sao?

Internet (gói tin)

- ❑ dữ liệu trao đổi giữa máy tính với nhau
 - dịch vụ "mềm dẻo", ko y/cầu cao về t/g.
- ❑ các máy đầu cuối "thông minh"
 - có thể thích nghi, kiểm soát, phục hồi lỗi
 - đơn giản bên trong mạng, phức tạp ở "rìa"
- ❑ nhiều loại liên kết
 - nhiều đặc tính khác nhau
 - rất khó để có dịch vụ cùng loại

ATM (VC)

- ❑ phát triển từ điện thoại
- ❑ cuộc nói chuyện của con người:
 - yêu cầu thời gian chính xác, tính tin cậy
 - cần đảm bảo dịch vụ
- ❑ máy đầu cuối "câm (dumb)"
 - điện thoại
 - phức tạp bên trong mạng

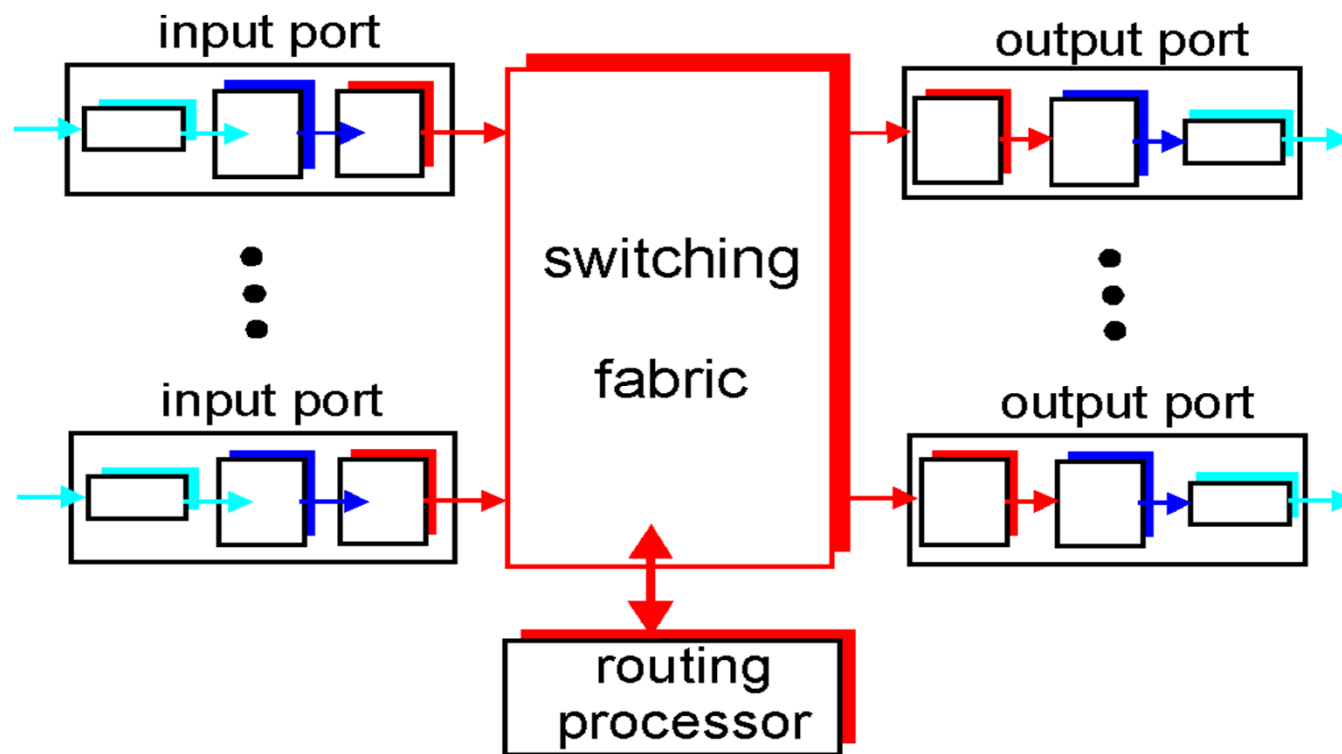
Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

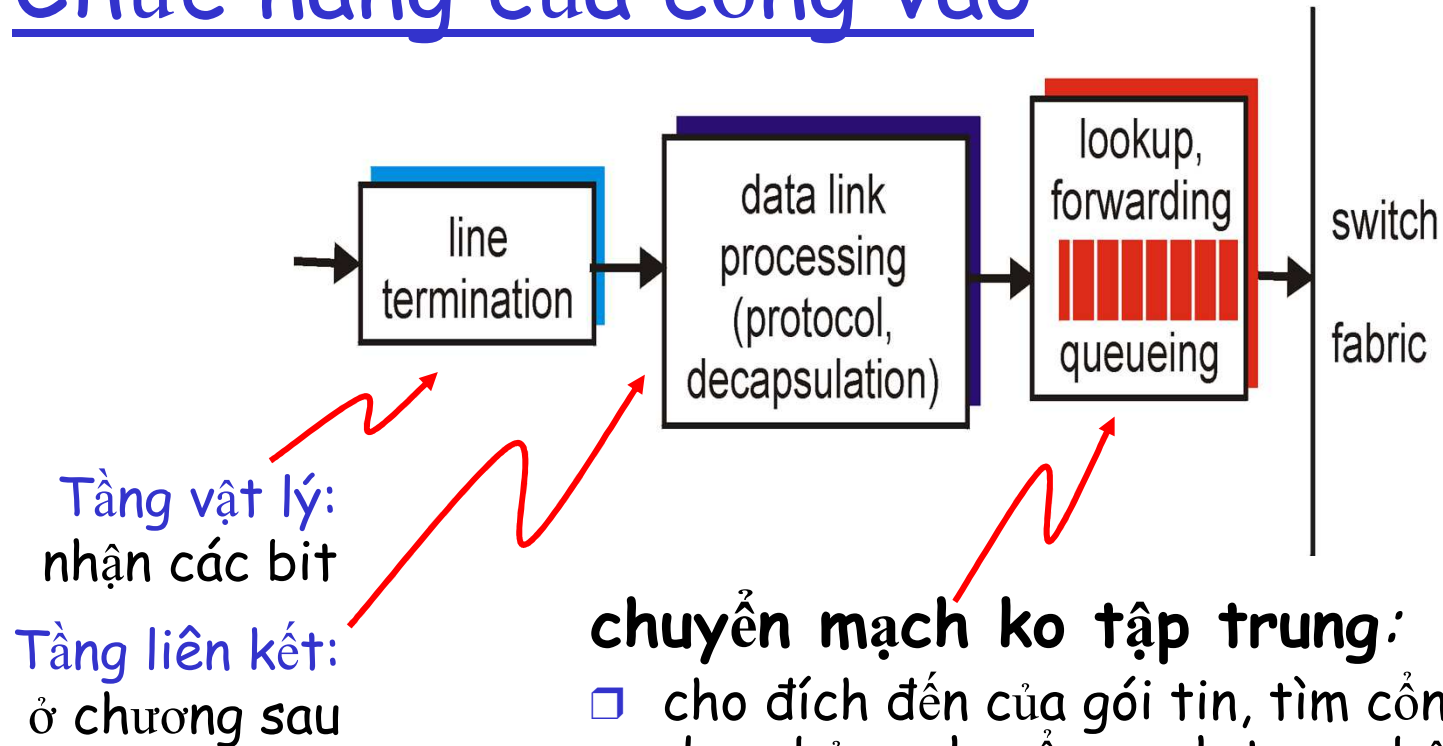
Tổng quan về kiến trúc Bộ Định Tuyến

Hai chức năng chính của BĐT:

- chạy giải thuật/giao thức định tuyến (RIP, OSPF, BGP)
- *chuyển tiếp* các gói tin từ đầu vào tới đầu ra



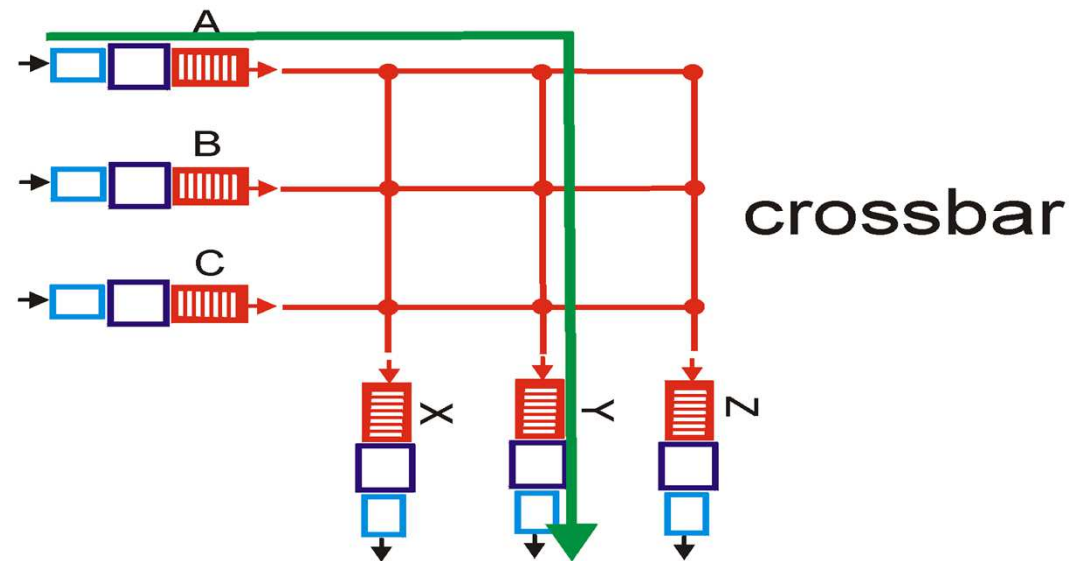
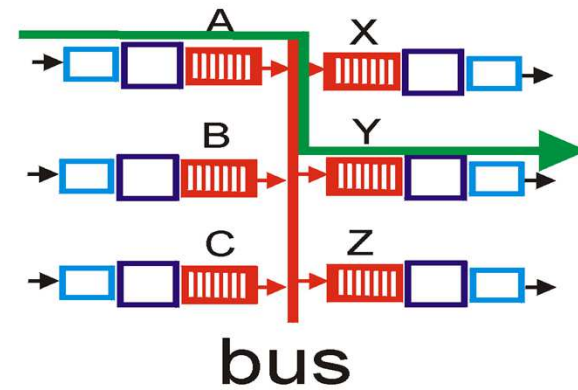
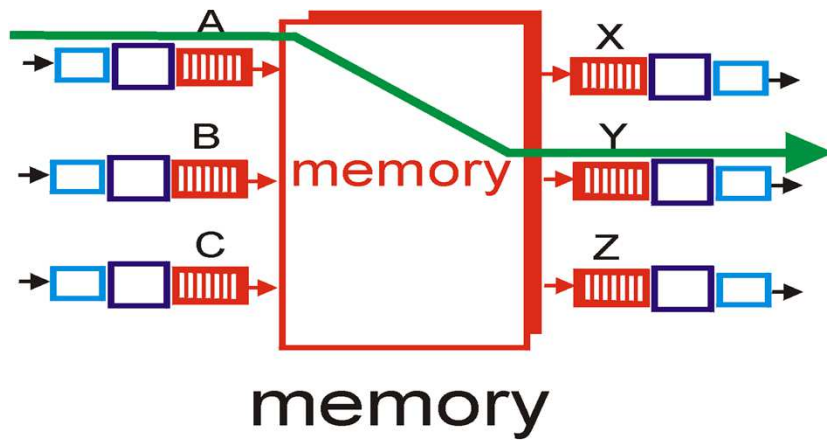
Chức năng của cổng vào



chuyển mạch ko tập trung:

- ❑ cho đích đến của gói tin, tìm cổng ra sử dụng bảng chuyển mạch trong bộ nhớ của cổng vào
- ❑ mục tiêu: hoàn thành xử lý ở cổng vào với 'tốc độ đường truyền'
- ❑ xếp hàng: nếu tốc độ tới của gói tin nhanh hơn tốc độ chuyển tiếp vào cơ cấu chuyển mạch

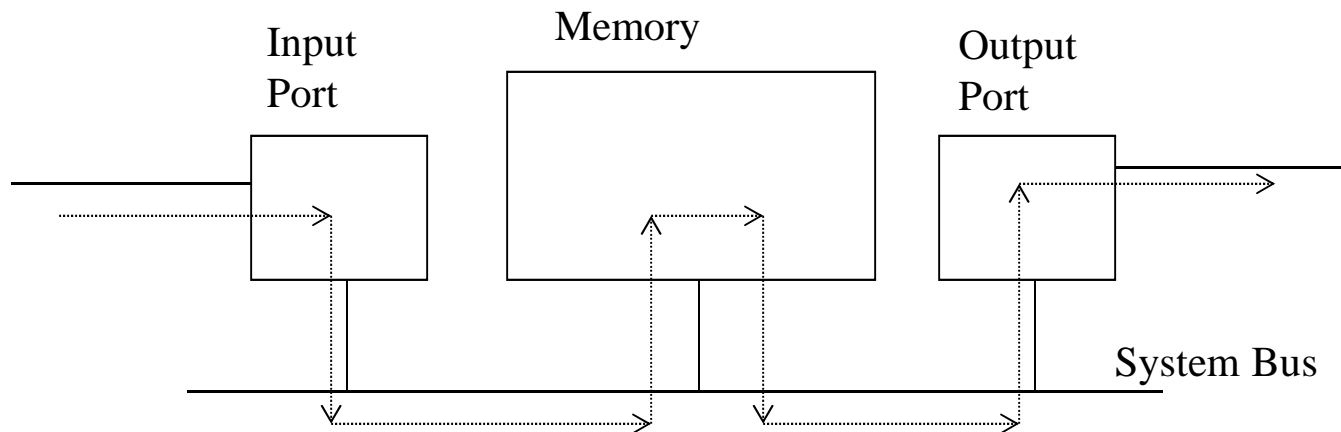
Ba loại cơ cấu chuyển mạch



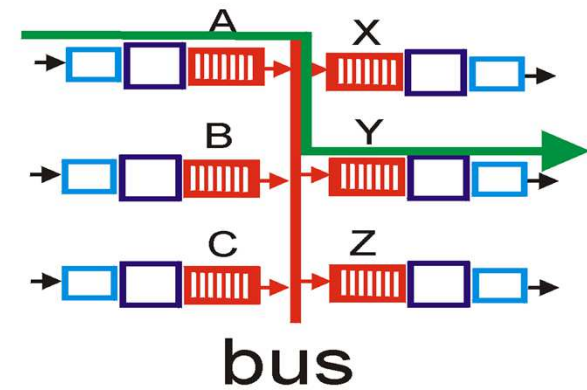
Chuyển mạch thông qua Bộ Nhớ

BĐT thể hệ đầu tiên:

- ❑ máy tính truyền thông với cơ chế chuyển mạch dưới sự điều khiển trực tiếp của CPU
- ❑ gói tin được chép vào bộ nhớ hệ thống
- ❑ vận tốc bị hạn chế bởi băng thông của bộ nhớ (mỗi gói đi qua mạch bus 2 hai lần)



Chuyên gói thông qua mạch dẫn Bus

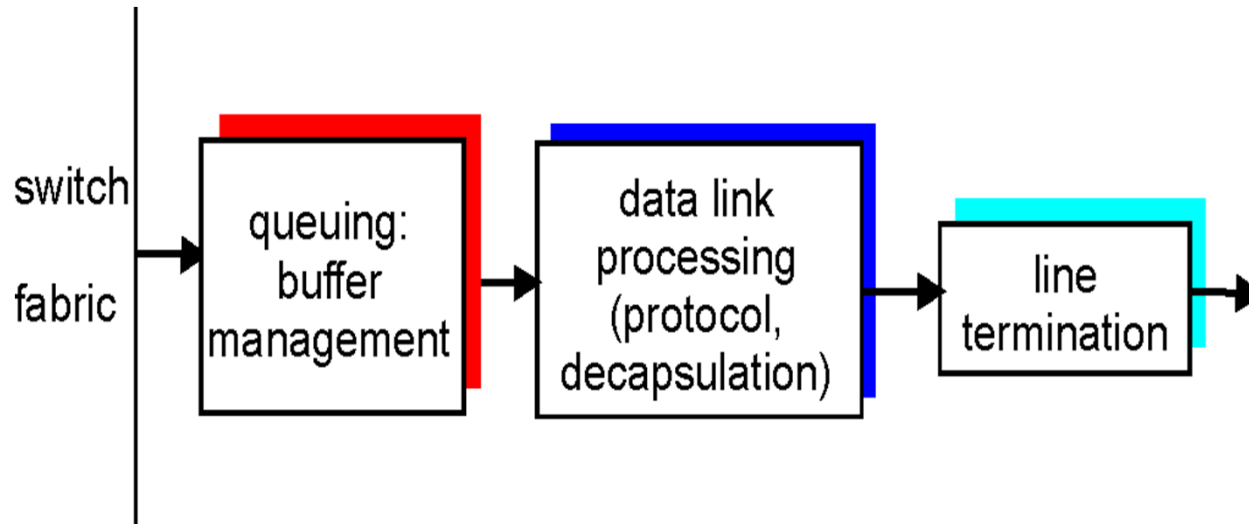


- ❑ gói tin đi từ bộ nhớ của cổng vào tới bộ nhớ của cổng ra thông qua một mạch chia sẻ (shared bus)
- ❑ **tranh giành bus:** tốc độ chuyển mạch bị hạn chế bởi băng thông của bus
- ❑ 32 Gbps bus, Cisco 5600: vận tốc vừa phải cho các BĐT truy cập và xí nghiệp

Chuyển mạch thông qua một Mạng Liên Kết Lẫn Nhau

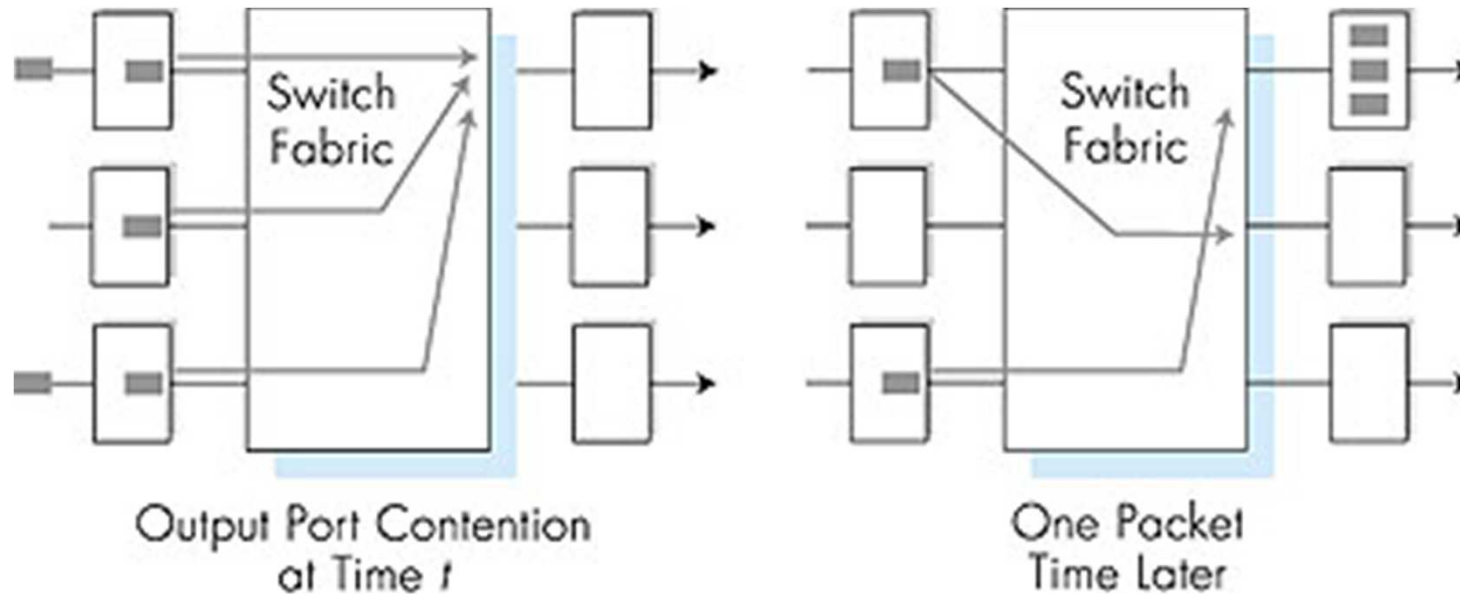
- ❑ khắc phục được hạn chế băng thông của bus
- ❑ thiết kế cao cấp: chia gói tin thành những ô độ dài xác định, chuyển các ô đó qua cơ cấu c/mạch.
- ❑ Cisco 12000: chuyển 60 Gbps thông qua một mạng kết nối lẫn nhau

Công ra



- ❑ *Sự nhó tạm* diễn ra khi các gói tin đến từ cơ cấu c/mạch nhanh hơn tốc độ truyền tải
- ❑ *Nguyên lý lập biểu (scheduling)* sẽ lựa chọn giữa những gói tin đang xếp hàng để truyền tải

Xếp hàng ở Cổng Ra



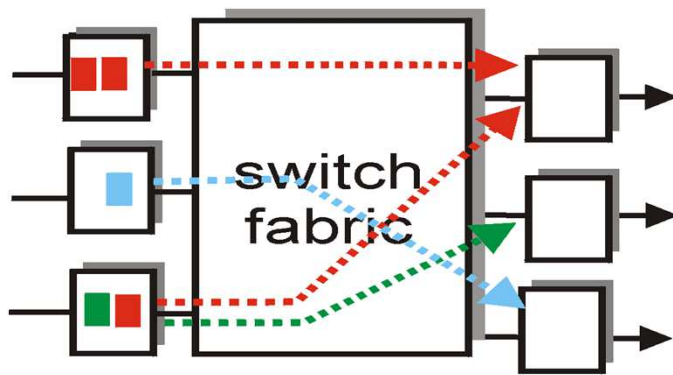
- ❑ nhớ tạm khi mà tốc độ tới vượt quá tốc độ của đường đi ra
- ❑ *xếp hàng (trễ) và mất gói là do tràn bộ nhớ tạm của cổng ra!*

Nhớ tạm bao nhiêu thì đủ?

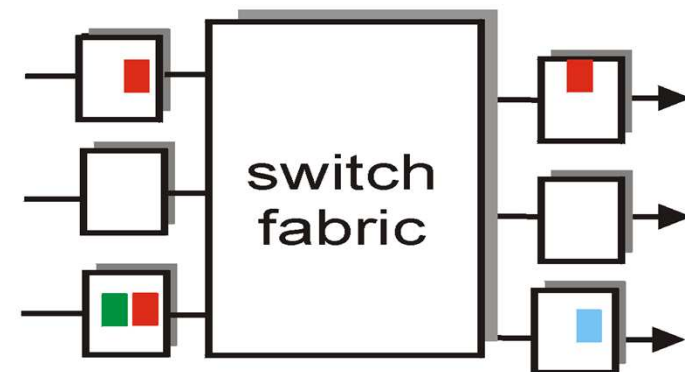
- ❑ RFC 3439: bộ nhớ đệm trung bình bằng RTT “trung bình” (khoảng 250 msec) nhân với băng thông của liên kết C
 - vd, $C = 10 \text{ Gps}$: bộ nhớ 2.5 Gbit
- ❑ Giá trị khuyến cáo: với N luồng, bộ nhớ tạm bằng
$$\frac{RTT \cdot C}{\sqrt{N}}$$

Xếp hàng ở cổng vào

- Cơ cấu c/m chậm hơn tốc độ cổng vào -> xếp hàng có thể xảy ra ở cổng vào
- **Khóa đầu-hàng (HOL blocking)** : gói tin xếp ở đầu dòng ngăn các gói khác di chuyển về trước
- *độ trễ xếp hàng và mất gói là do tràn bộ nhớ tạm ở cổng vào!*



output port contention
at time t - only one red
packet can be transferred



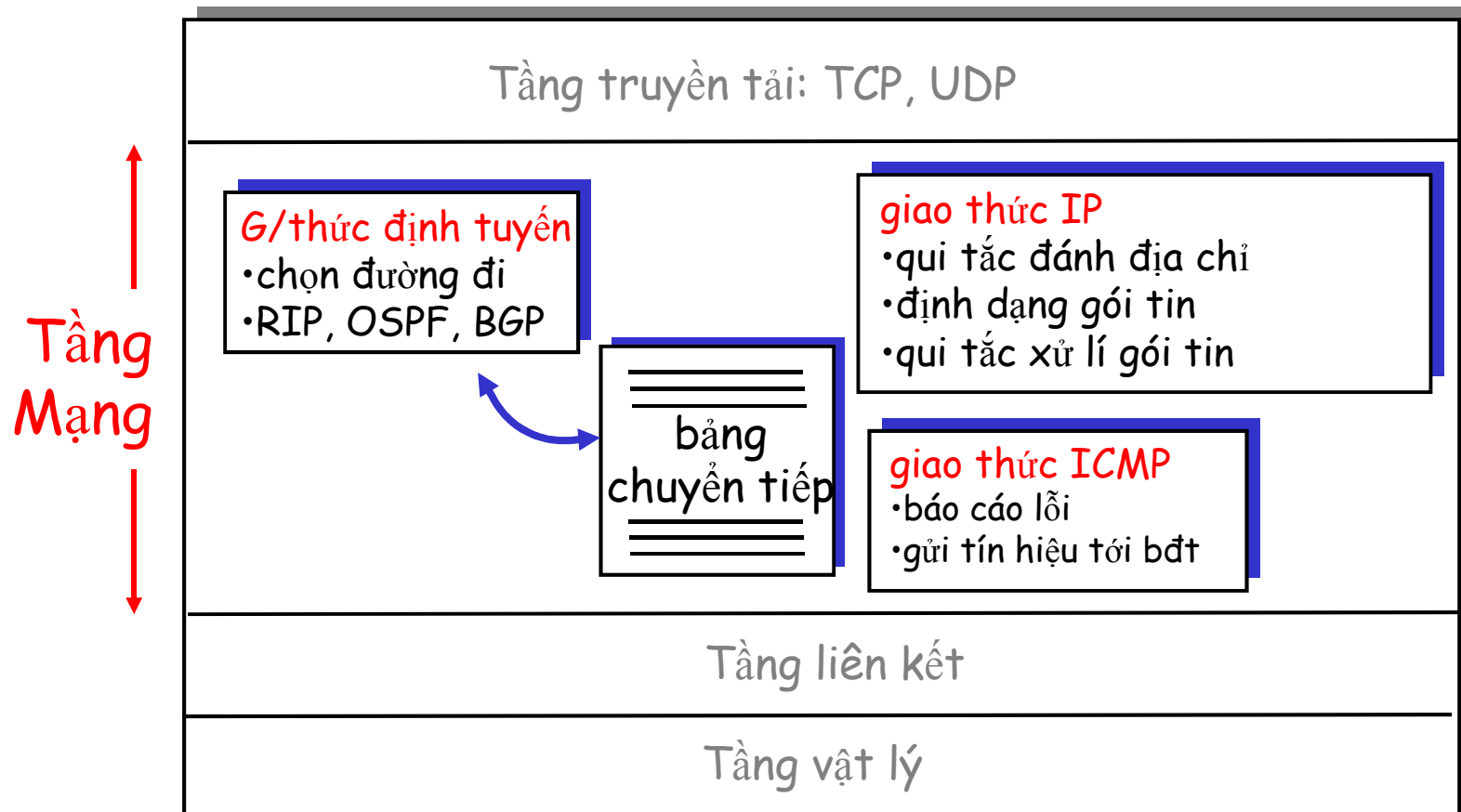
green packet
experiences HOL blocking

Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Tầng mạng của Internet

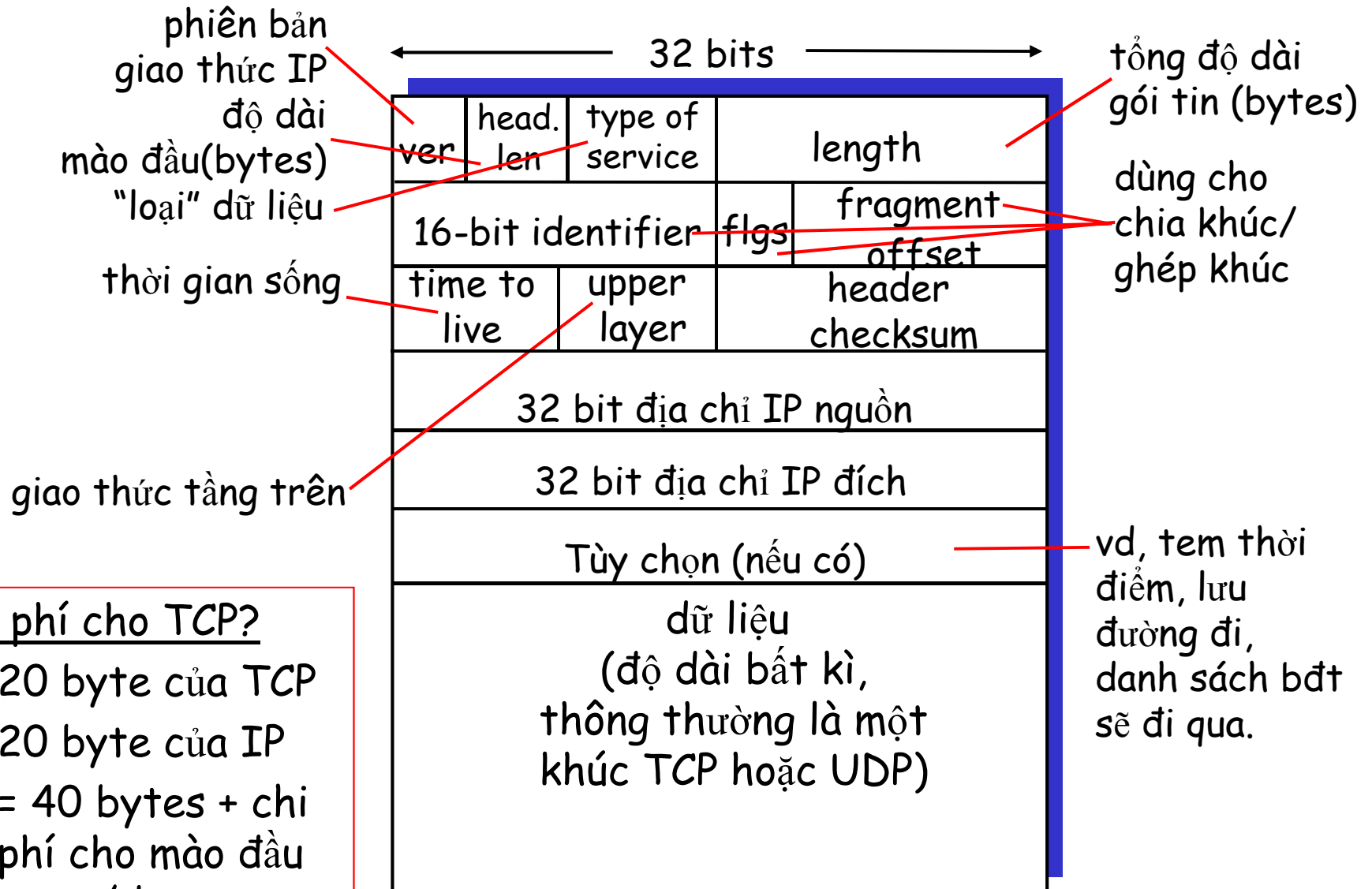
Chức năng của tầng mạng của máy tính, BĐT



Chương 4: Tầng Mạng

- ❑ 4.1 Giới thiệu
- ❑ 4.2 Mạch ảo và mạng gói tin
- ❑ 4.3 Bên trong bộ định tuyến là gì?
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
 - Định dạng gói tin
 - Đánh địa chỉ IPv4
 - ICMP
 - IPv6
- ❑ 4.5 Các giải thuật định tuyến
 - Trạng thái liên kết
 - Véc-tơ Khoảng cách
 - Định tuyến phân cấp
- ❑ 4.6 Định tuyến trong Internet
 - RIP
 - OSPF
 - BGP
- ❑ 4.7 Định tuyến quảng bá và gửi nhiều đích

Định dạng gói tin IP

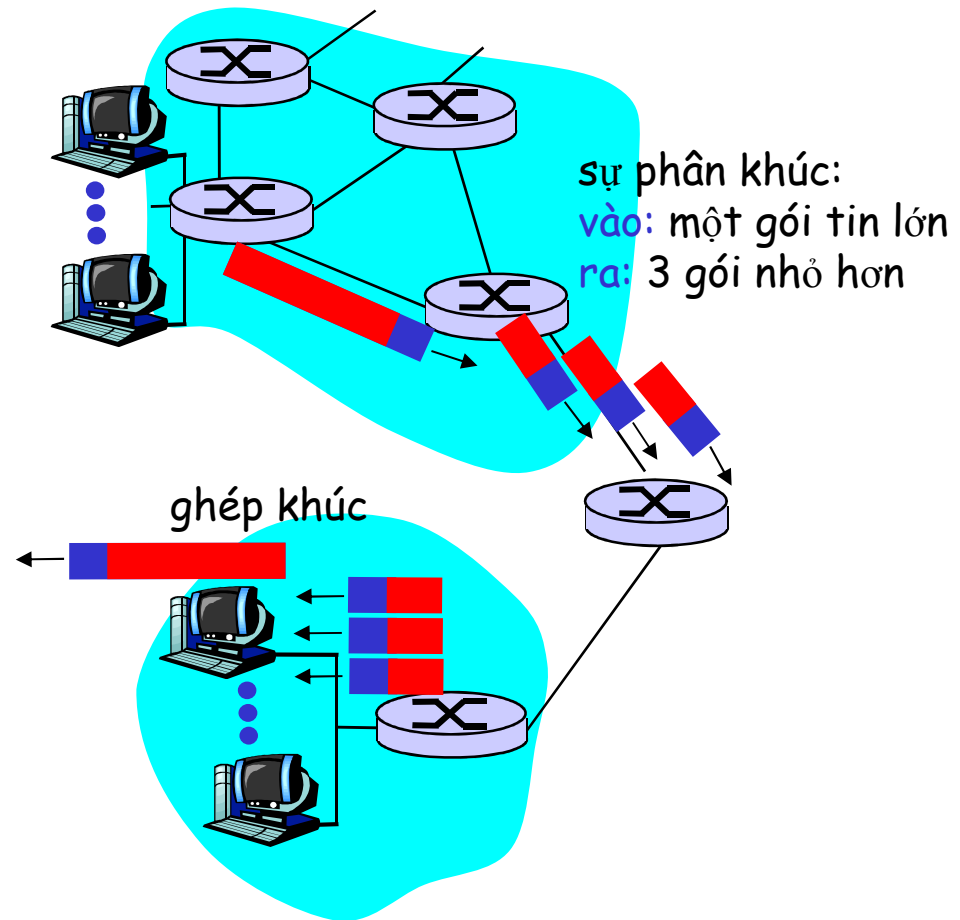


chi phí cho TCP?

- ☐ 20 byte của TCP
- ☐ 20 byte của IP
- ☐ = 40 bytes + chi phí cho mào đầu của Ứ/DỤNG

Chia khúc & ghép khúc IP

- ❑ liên kết trong mạng có kích thước truyền tải tối đa MTU - là kích thước lớn nhất có thể của một khung dữ liệu lớp liên kết.
 - các loại liên kết khác nhau sẽ có MTU khác nhau
- ❑ gói tin IP lớn được chia ra ("chia khúc")
 - một gói tin trở thành vài gói tin (fragment)
 - chỉ "ghép khúc" tại đích đến cuối cùng
 - các bit trong mào đầu IP được dùng để xác định và sắp thứ tự các khúc



Phân khúc & ghép khúc IP

Ví dụ

- gói tin 4000 byte
- MTU = 1500 bytes

	length	ID	fragflag	offset
	=4000	=x	=0	=0

Một gói tin lớn bị chia thành
vài gói tin nhỏ hơn

1480 bytes trong
trường dữ liệu

khoảng cách =
 $1480/8$

	length	ID	fragflag	offset
	=1500	=x	=1	=0

	length	ID	fragflag	offset
	=1500	=x	=1	=185

	length	ID	fragflag	offset
	=1040	=x	=0	=370