

Computer networks and communications

Chap 3: Network Layer

Lecturer: Nguyễn Đức An



Nội dung

4.1 Các vấn đề trong thiết kế của lớp mạng

4.2 Thuật toán định tuyến mạng đơn

4.3 Chất lượng dịch vụ và ứng dụng

4.4 Kết nối mạng và Internet với phần mềm

4.5 Lớp mạng trên Internet



4.3 Chất lượng dịch vụ và ứng dụng

Một dòng các gói tin từ nguồn đến đích được gọi là một luồng.

Đặc trưng của mỗi luồng bởi bốn tham số chính: băng thông, độ trễ, jitter (độ dao động của độ trễ), và mất gói tin. Các tham số này xác định chất lượng dịch vụ (QoS - Quality of Service) mà luồng yêu cầu.

Application	Bandwidth	Delay	Jitter	Loss
Email	Low	Low	Low	Medium
File sharing	High	Low	Low	Medium
Web access	Medium	Medium	Low	Medium
Remote login	Low	Medium	Medium	Medium
Audio on demand	Low	Low	High	Low
Video on demand	High	Low	High	Low
Telephony	Low	High	High	Low
Videoconferencing	High	High	High	Low

4.3 Chất lượng dịch vụ và ứng dụng

Để đảm bảo chất lượng dịch vụ cần phải giải quyết các vấn đề sau:

1. Xác định các ứng dụng cần thiết từ môi trường mạng.
2. Điều chỉnh lưu lượng truy cập vào hệ thống mạng.
3. Dự trữ phân phối tài nguyên tại bộ định tuyến.
4. Xác định hệ thống có an toàn hay không khi tăng lưu lượng truy cập mạng.

4.3 Chất lượng dịch vụ và ứng dụng

Lập lịch gói tin

Các thuật toán lập lịch gói tin giúp phân bổ tài nguyên bộ định tuyến cho các gói của luồng và giữa các luồng. Ba loại tài nguyên mà các luồng có thể cạnh tranh:

1. Băng thông.
2. Không gian đệm.
3. Chu kỳ CPU.

4.3 Chất lượng dịch vụ và ứng dụng

Lập lịch gói tin: First-In-First-Out (FIFO)

Mỗi router lưu trữ các gói tin trong hàng đợi của các đường đầu ra cho đến khi chúng có thể được gửi đi theo thứ tự đã đến router trước đó. Thuật toán này được gọi là FIFO (First-In First-Out) hoặc FCFS (First-Come First-Served).

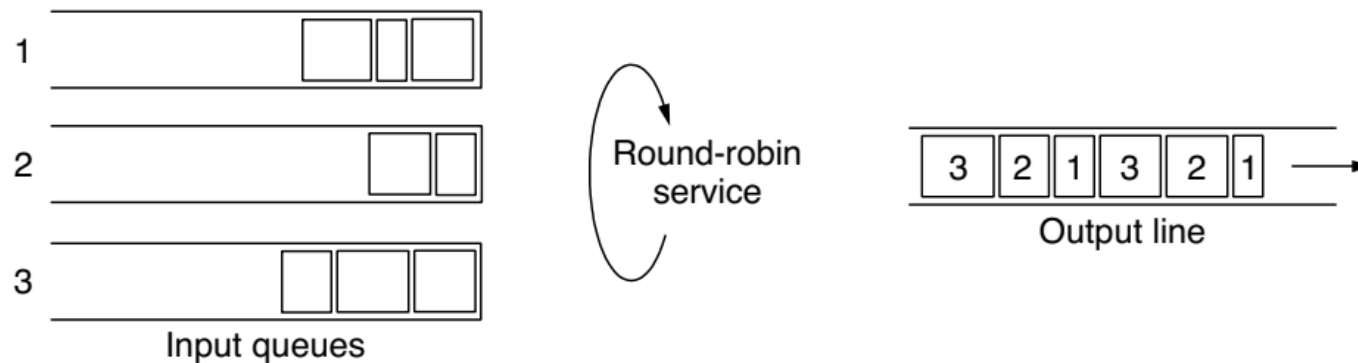
Các router FIFO thường bỏ các gói tin mới đến khi hàng đợi đầy. Vì gói tin mới đến sẽ được đặt ở cuối hàng đợi, hành vi này được gọi là tail drop.

4.3 Chất lượng dịch vụ và ứng dụng

Lập lịch gói tin: Fair Queueing

Lập lịch FIFO dễ triển khai, nhưng không phù hợp để cung cấp chất lượng dịch vụ tốt vì khi có nhiều luồng, các luồng sẽ ảnh hưởng tới hiệu suất của nhau. Nếu luồng đầu tiên có số lượng nhiều, khi gửi các đợt gói tin lớn, chúng sẽ chiếm chỗ trong hàng đợi.

Fair Queueing là một trong những thuật toán đầu tiên mà ông Nagle (1987) đã nghĩ ra. Bản chất của thuật toán này là các router có các hàng đợi riêng biệt, mỗi hàng đợi phục vụ một luồng ở đầu ra của router.



4.3 Chất lượng dịch vụ và ứng dụng

Lập lịch gói tin: **Weighted Fair Queueing**

Trên thực tế, nhược điểm của thuật toán xếp hàng công bằng là nó cho tất cả các host cùng một mức ưu tiên. Trong nhiều tình huống, cần thiết để cho các máy chủ video nhiều băng thông hơn so với các máy chủ file. Điều này có thể dễ thực hiện dễ dàng bằng cách cấp cho máy chủ video hai hoặc nhiều byte mỗi round hoạt động. Thuật toán sửa đổi này được gọi là WFQ (Xếp hàng công bằng có trọng số).

$$F_i = \max(A_i, F_{i-1}) + L_i/W$$

Để số byte mỗi vòng là trọng số của một luồng W. A_i là thời gian đến, F_i là thời gian hoàn thành, và L_i là độ dài của gói tin i .

4.4 Internet connection and software-defined network

Internetworking:

Hai hay nhiều mạng được kết nối với nhau để tạo thành một internetwork, hoặc đơn giản hơn gọi là internet.

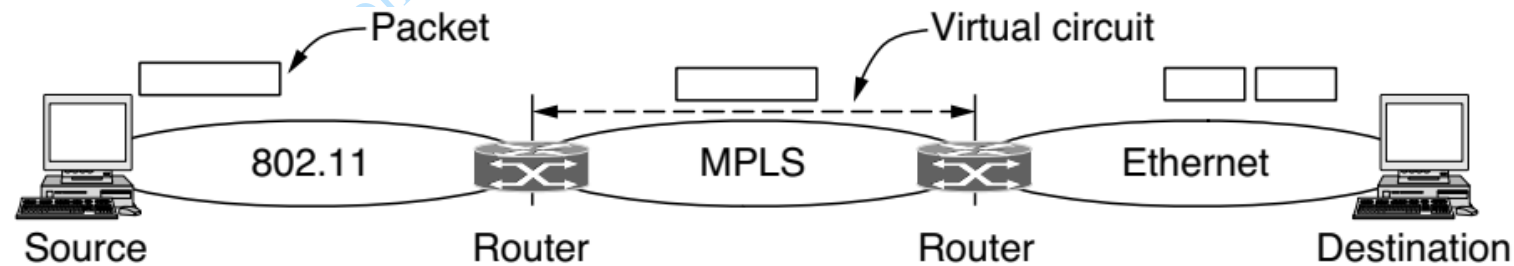
Networks can differ in many ways.

Item	Some Possibilities
Service offered	Connectionless versus connection oriented
Addressing	Different sizes, flat or hierarchical
Broadcasting	Present or absent (also multicast)
Packet size	Every network has its own maximum
Ordering	Ordered and unordered delivery
Quality of service	Present or absent; many different kinds
Reliability	Different levels of loss
Security	Privacy rules, encryption, etc.
Parameters	Different timeouts, flow specifications, etc.
Accounting	By connect time, packet, byte, or not at all

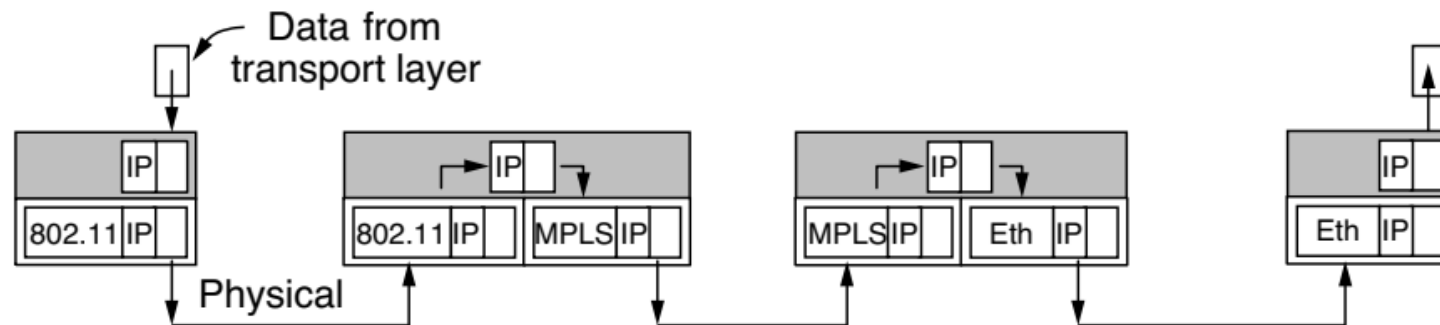
4.4 Internet connection and software-defined network

Internetworking:

Kết nối các mạng không đồng nhất



(a)

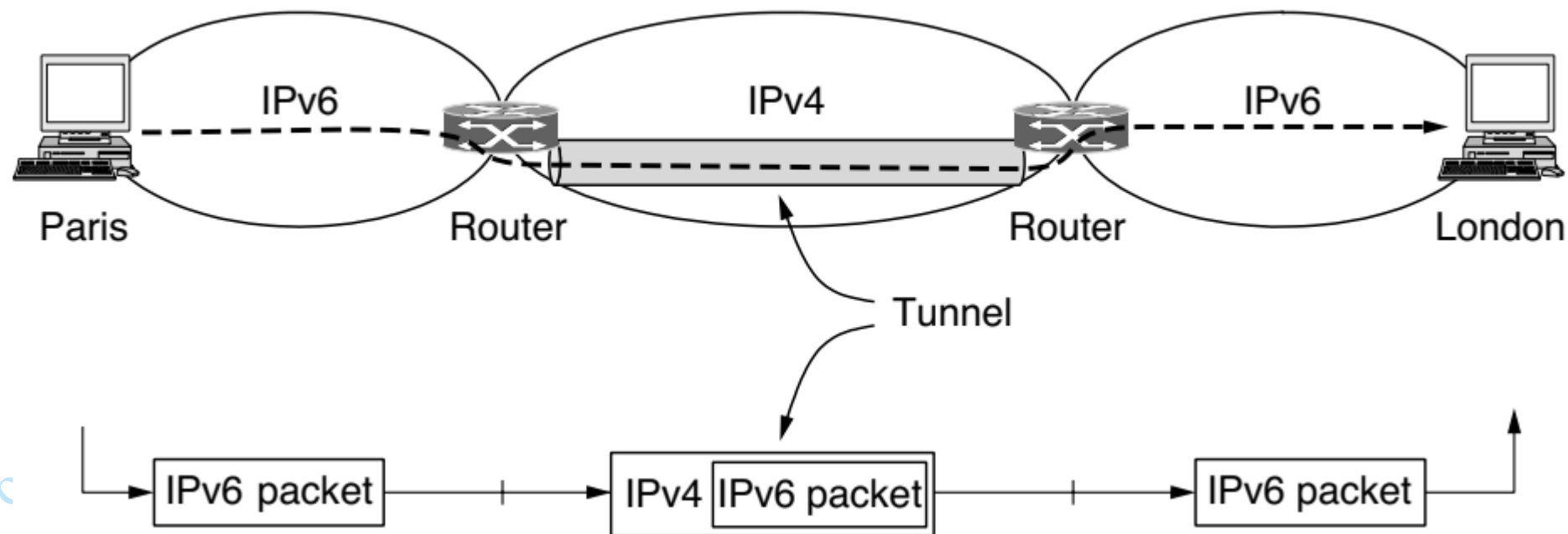


(b)

4.4 Internet connection and software-defined network

Internetworking:

Kết nối các Endpoints trên các mạng không đồng nhất



4.4 Internet connection and software-defined network

Internetworking: Định tuyến trên nhiều mạng

Trên các mạng tạo nên Internet, một giao thức định tuyến liên miền hoặc giao thức cổng ngoại vi được sử dụng để làm việc với các gói tin. Các mạng có thể sử dụng các giao thức nội miền khác nhau nhưng phải sử dụng cùng một giao thức liên miền. Trên Internet, giao thức định tuyến liên miền được gọi là Giao thức Cổng Biên (BGP).

("Gateway" là một thuật ngữ cũ cho "router".) Nó có thể là một giao thức trạng thái liên kết hoặc giao thức đếm bước nhảy.

4.4 Internet connection and software-defined network

Internetworking:

Hỗ trợ các kích thước gói khác nhau: Phân mảnh gói

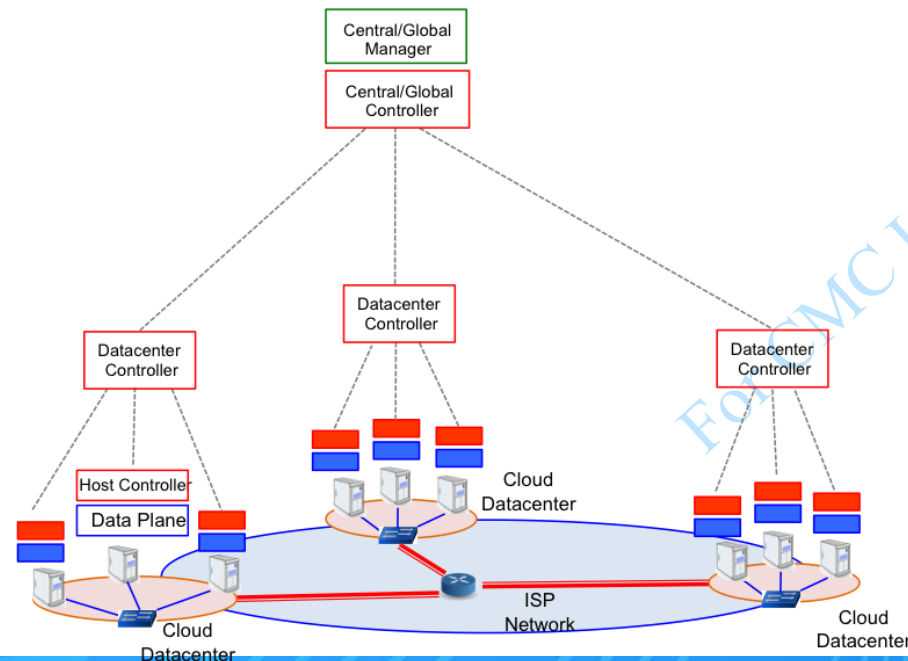
1. Phần cứng (ví dụ: kích thước của một khung Ethernet).
2. Hệ điều hành (ví dụ: tất cả các bộ đệm đều là 512 byte).
3. Các giao thức (ví dụ: số bit trong trường chiều dài gói).
4. Tuân thủ một số tiêu chuẩn (liên) quốc gia.
5. Mong muốn giảm các lần truyền lại do lỗi.
6. Mong muốn ngăn chặn một gói chiếm kênh quá lâu.

Tải trọng tối đa cho một số công nghệ thông thường là 1500 byte cho Ethernet và 2272 byte cho 802.11. IP rộng rãi hơn, cho phép các gói tin có kích thước lên tới 65.515 byte.

4.4 Internet connection and software-defined network

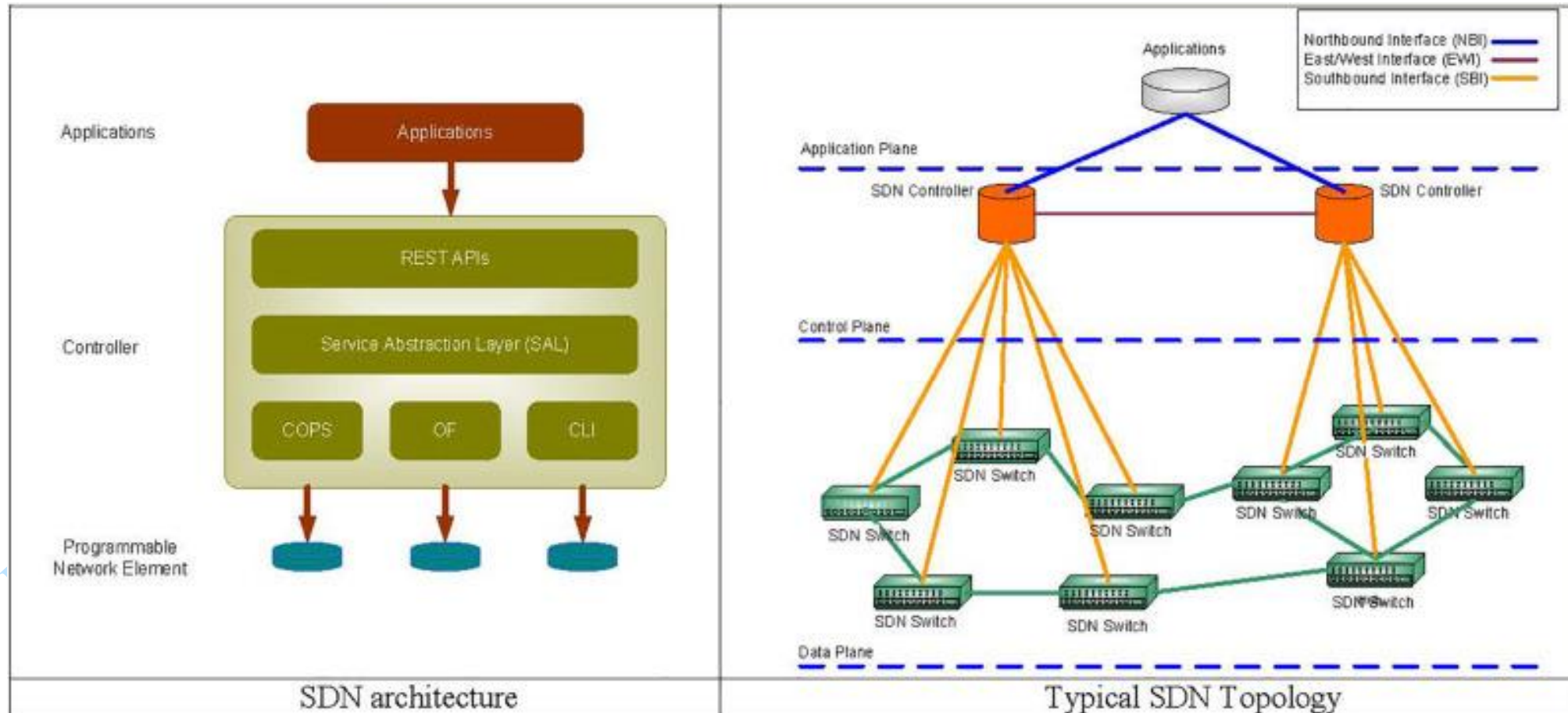
SOFTWARE-DEFINED NETWORKING

Một trong những khái niệm chính thúc đẩy SDN là nhận ra rằng mặt giao diện điều khiển, phần mềm và logic chọn các tuyến và quyết định cách xử lý lưu lượng chuyển tiếp, chạy trong phần mềm và có thể hoạt động hoàn toàn tách biệt với giao diện dữ liệu, công nghệ dựa trên phần cứng chịu trách nhiệm thực hiện việc tra cứu các gói tin và quyết định xử lý chúng.



4.4 Internet connection and software-defined network

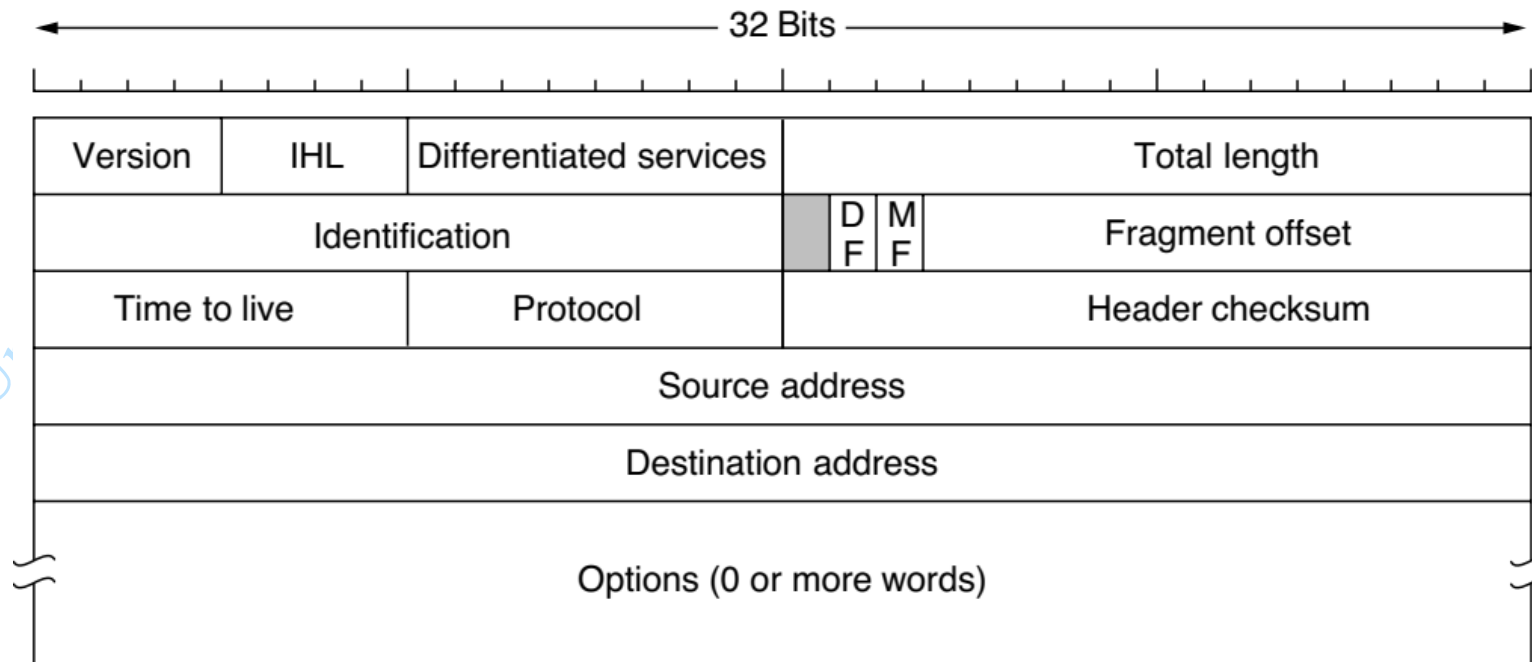
SOFTWARE-DEFINED NETWORKING



4.5 Lớp mạng trong Internet

The IP Version 4 Protocol

Một datagram IPv4 bao gồm hai phần: phần tiêu đề (Header) và phần nội dung hoặc payload. Phần tiêu đề gồm phần cố định dài 20 byte và một phần tùy chọn có độ dài thay đổi được.



4.5 Network Layer in the Internet

The IP Version 4 Protocol: Địa chỉ IP

IPv4 gồm 32-bit. Mỗi host và router trên Internet đều có một địa chỉ IP có thể được sử dụng trong trường địa chỉ nguồn và địa chỉ đích của các IP packets. Một mạng tương ứng với một khối liên tục không gian địa chỉ IP. Khối này được gọi là một tiền tố (prefix).

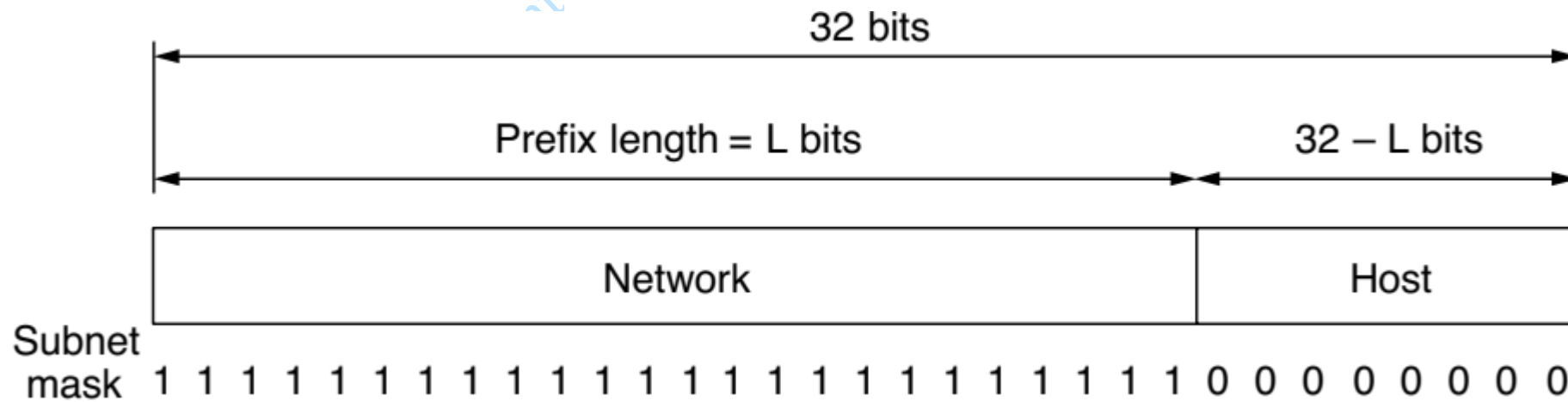
Địa chỉ IP được viết theo định dạng thập phân từ 0 đến 255, ngăn cách nhau giữa các phần bằng dấu chấm.

Ví dụ, địa chỉ 32-bit theo hệ thập lục phân 80D00297 được viết là 128.208.2.151. Các tiền tố được viết bằng cách đưa ra địa chỉ IP thấp nhất trong khối và kích thước của khối. Nếu tiền tố chứa 28 địa chỉ và để lại 24 bit cho phần mạng, nó được viết là 128.208.2.0/24.

4.5 Network Layer in the Internet

The IP Version 4 Protocol: IP Addresses

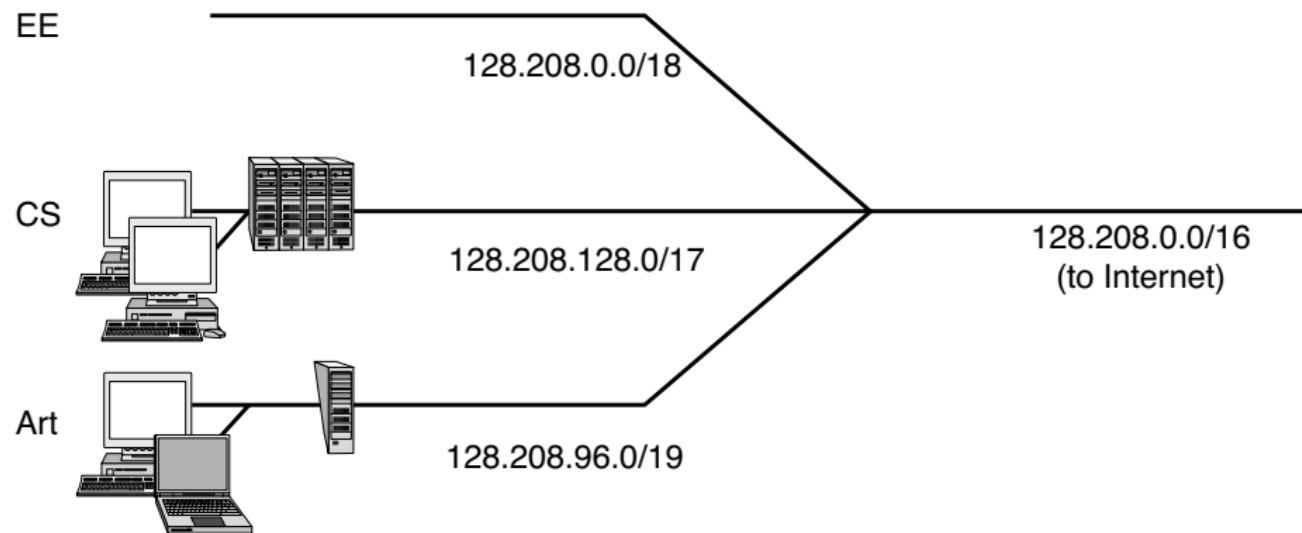
Subnet mask.



4.5 Network Layer in the Internet

The IP Version 4 Protocol: subnetting

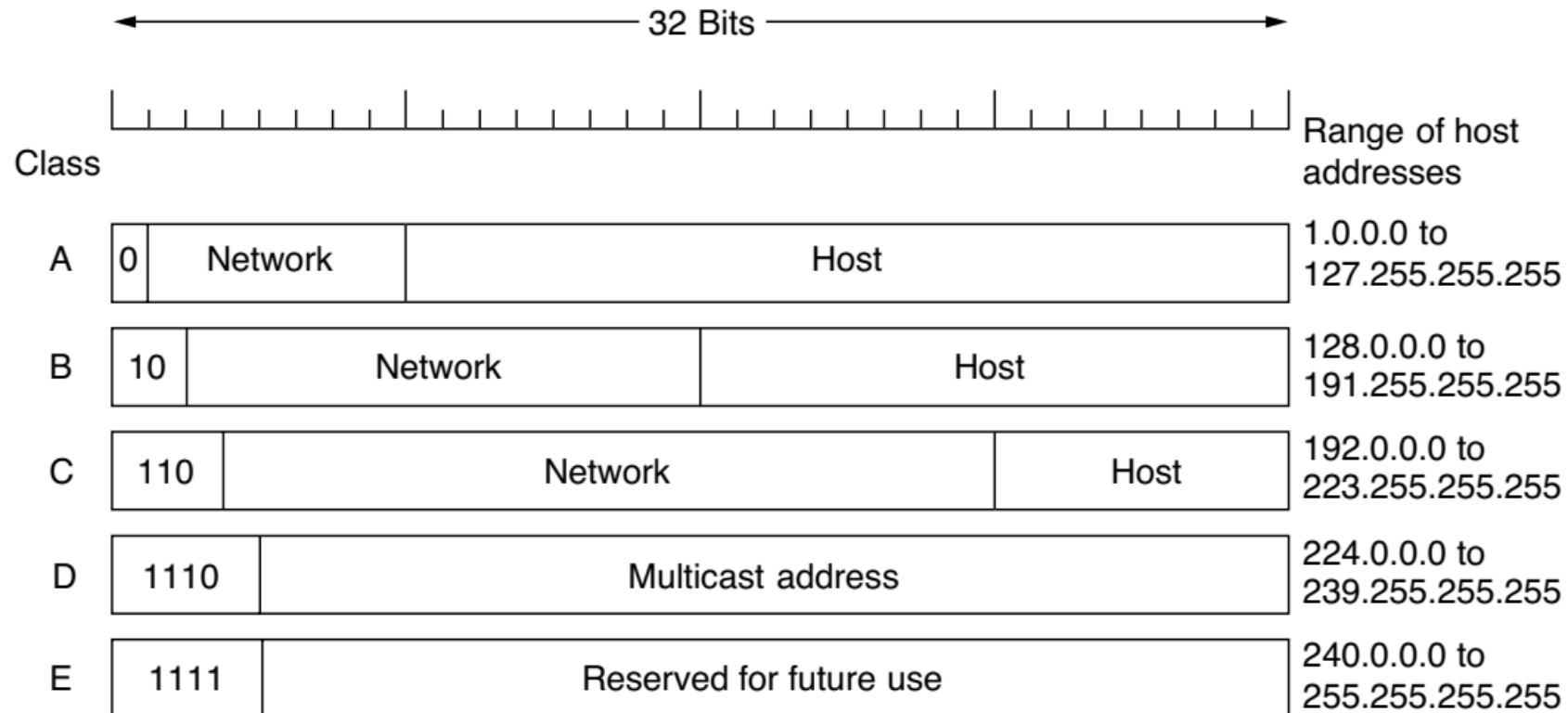
Việc phân chia địa chỉ mạng thành nhiều khối địa chỉ (block) để sử dụng cho các mạng nội bộ, gọi là **subnetting** (such as Ethernet LANs) và các mạng con nội bộ này gọi là các subnets.



Computer Science:	10000000	11010000	1xxxxxxx	xxxxxxxx
Electrical Eng.:	10000000	11010000	00xxxxxx	xxxxxxxx
Art:	10000000	11010000	011xxxxx	xxxxxxxx

4.5 Network Layer in the Internet

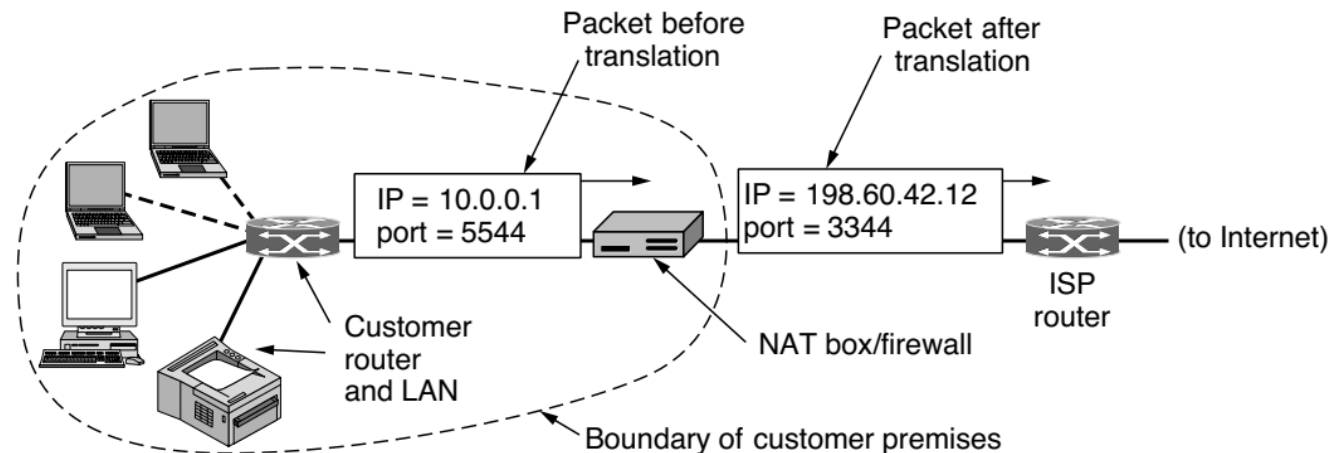
The IP Version 4 Protocol: Classful and Special Addressing



4.5 Network Layer in the Internet

The IP Version 4 Protocol: NAT—Network Address Translation

NAT được sử dụng để nhà cung cấp dịch vụ Internet (ISP) cấp cho mỗi hộ gia đình hoặc doanh nghiệp một địa chỉ IP duy nhất (hoặc một số ít địa chỉ IP) để xử lý lưu lượng Internet. Mỗi máy tính trong mạng khách hàng có một địa chỉ IP duy nhất, được sử dụng để định tuyến lưu lượng nội bộ. Tuy nhiên, ngay trước khi một gói tin rời khỏi mạng khách hàng và đến ISP, địa chỉ sẽ được dịch từ địa chỉ IP nội bộ duy nhất sang địa chỉ IP công cộng (public).



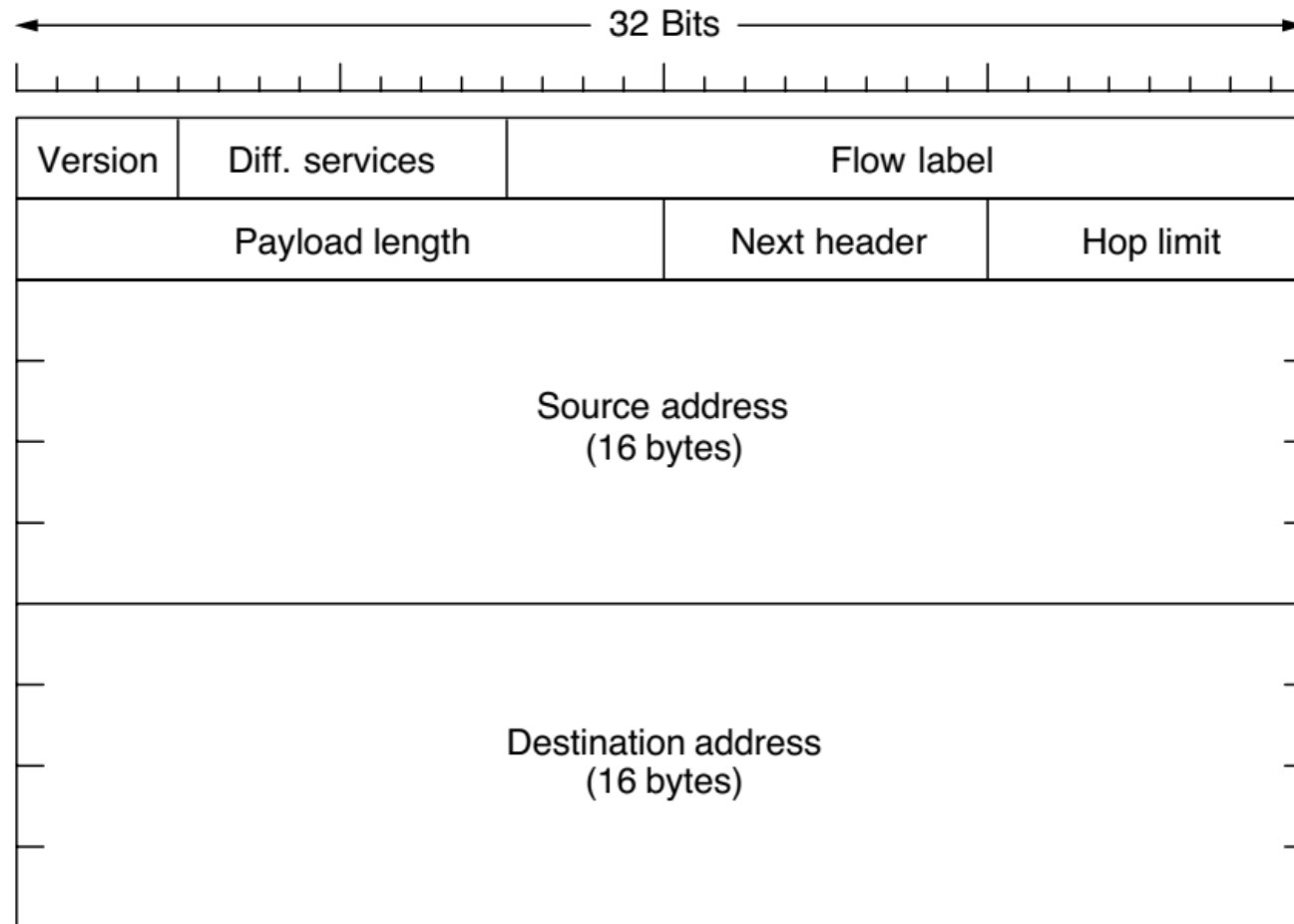
4.5 Network Layer in the Internet

The IP Version 6

1. Hỗ trợ hàng tỷ máy chủ, ngay cả với việc phân bổ địa chỉ không hiệu quả.
2. Giảm kích thước của bảng định tuyến.
3. Đơn giản hóa giao thức, để các bộ định tuyến xử lý gói tin nhanh hơn.
4. Cung cấp bảo mật tốt hơn (xác thực và quyền riêng tư).
5. Chú ý hơn đến loại dịch vụ, đặc biệt là dữ liệu thời gian thực.
6. Hỗ trợ đa phát sóng bằng cách cho phép xác định phạm vi.
7. Cho phép máy chủ di chuyển mà không cần thay đổi địa chỉ.
8. Cho phép giao thức phát triển trong tương lai.
9. Cho phép các giao thức cũ và mới đồng tồn tại trong nhiều năm.

4.5 Network Layer in the Internet

The IP Version 6



4.5 Network Layer in the Internet

The IP Version 6

Địa chỉ gồm các nhóm 16 byte, có tám nhóm gồm bốn chữ số thập lục phân được ngăn cách bởi dấu :

8000:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF

Các địa chỉ có thể có nhiều số 0 bên trong chúng. Đầu tiên, các số không đứng đầu trong một nhóm có thể được bỏ qua, 0123 có thể được viết là 123. Thứ hai, một cặp dấu hai chấm có thể thay thế cho một hoặc nhiều nhóm 16 bit 0. Do đó, địa chỉ trên bây giờ trở thành

8000::123:4567:89AB:CDEF

Địa chỉ IPv4 có thể được viết dưới dạng một cặp dấu hai chấm, ví dụ:

::192.31.20.46

4.5 Network Layer in the Internet

Internet Control Protocols: ICMP—The Internet Control Message Protocol

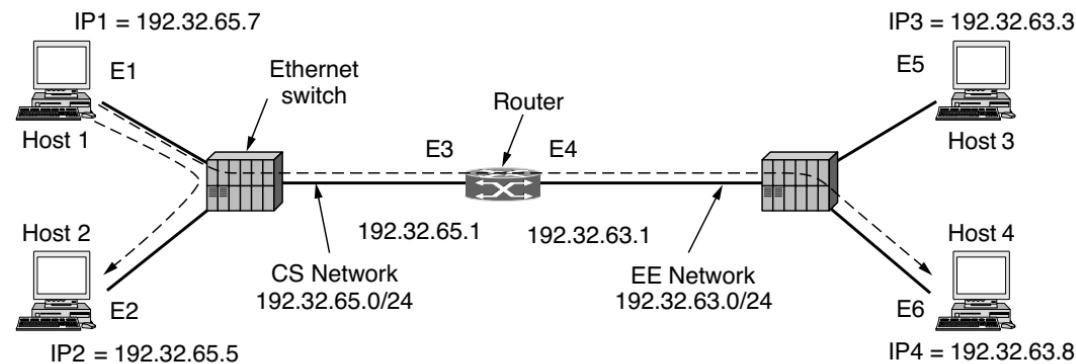
Hoạt động của Internet được giám sát chặt chẽ bởi các bộ định tuyến. Khi có sự cố bất ngờ xảy ra trong quá trình xử lý gói tin tại một bộ định tuyến, ICMP (Giao thức Thông điệp Điều khiển Internet) sẽ báo cáo sự kiện đó cho người gửi. ICMP cũng được sử dụng để kiểm tra Internet.

Message type	Description
Destination unreachable	Packet could not be delivered
Time exceeded	Time to live field hit 0
Parameter problem	Invalid header field
Source quench	Choke packet
Redirect	Teach a router about geography
Echo and echo reply	Check if a machine is alive
Timestamp request/reply	Same as Echo, but with timestamp
Router advertisement/solicitation	Find a nearby router

4.5 Network Layer in the Internet

Internet Control Protocols: ARP—The Address Resolution Protocol

Làm thế nào để địa chỉ IP được ánh xạ vào các địa chỉ của tầng liên kết dữ liệu, chẳng hạn như Ethernet? Hãy sử dụng ví dụ minh họa một trường đại học nhỏ với hai mạng /24. Một mạng (CS) có tiền tố 192.32.65.0/24. Mạng LAN còn lại (EE) có tiền tố 192.32.63.0/24. Một bộ định tuyến IP kết nối hai mạng LAN này. Mỗi máy tính trên Ethernet và mỗi giao diện trên bộ định tuyến đều có một địa chỉ Ethernet duy nhất được gán nhãn từ E1 đến E6, và một địa chỉ IP duy nhất trên mạng CS hoặc EE..



Frame	Source IP	Source Eth.	Destination IP	Destination Eth.
Host 1 to 2, on CS net	IP1	E1	IP2	E2
Host 1 to 4, on CS net	IP1	E1	IP4	E3
Host 1 to 4, on EE net	IP1	E4	IP4	E6

4.5 Network Layer in the Internet

Internet Control Protocols: DHCP—The Dynamic Host Configuration Protocol

Có thể cấu hình từng máy tính một cách thủ công, nhưng điều đó dễ xảy ra lỗi. Có một cách tốt hơn, đó là sử dụng DHCP (Giao thức Cấu hình Máy chủ Động).

Với DHCP, mỗi mạng phải có một máy chủ DHCP chịu trách nhiệm về cấu hình. Khi một máy tính khởi động, nó có một địa chỉ Ethernet tích hợp sẵn hoặc địa chỉ tầng liên kết khác được nhúng trong NIC, nhưng không có địa chỉ IP. Tương tự như ARP, máy tính phát một yêu cầu cấp địa chỉ IP. Sử dụng gói DHCP DISCOVER. Gói này phải đến được máy chủ DHCP. Nếu máy chủ đó không được kết nối trực tiếp với mạng, bộ định tuyến sẽ được cấu hình để nhận các bản tin phát sóng DHCP và chuyển tiếp chúng đến máy chủ DHCP, bất kể máy chủ đó ở đâu.

4.6 Routing protocols

The metric assigned to each network depends on the type of protocol

RIP (Routing Information Protocol)

Treat each network as equals

The cost of passing through each network is the same: one hop count

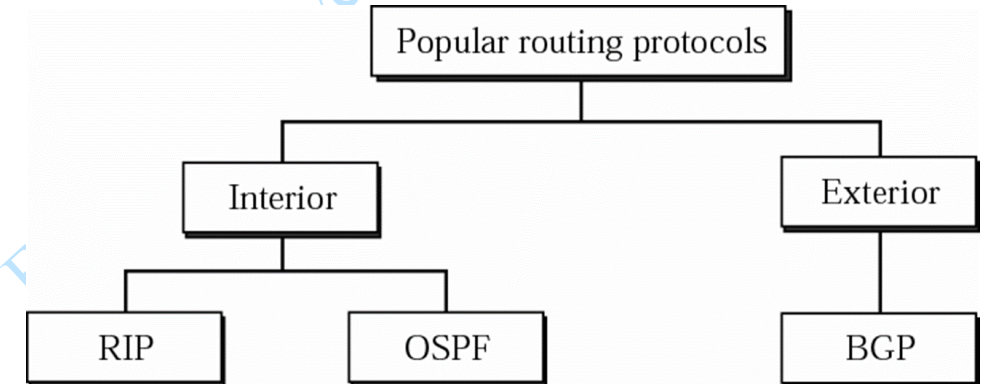
Open Shortest Path First (OSPF)

Allow administrator to assign a cost for passing through a network based on the serviced required

For example, maximum throughput or minimum delay

Border Gateway Protocol (BGP)

The criterion is the policy, which the administrator can set



4.6 Routing protocols

RIP: Routing Information Protocol

Sử dụng thuật toán Bellman-Ford để tính toán bảng định tuyến.

Định tuyến Vector Khoảng cách

Mỗi bộ định tuyến định kỳ chia sẻ bảng định tuyến của mình với các bộ định tuyến lân cận.

Chia sẻ thông tin về toàn bộ hệ thống tự trị (AS)

Chia sẻ toàn bộ thông tin bảng định tuyến dù nhiều hay ít.

Chỉ chia sẻ với các bộ định tuyến lân cận

Gửi thông của nó chỉ đến các bộ định tuyến lân cận

Chia sẻ định kỳ

4.6 Routing protocols

RIP: Routing Information Protocol

RIP Updating Information

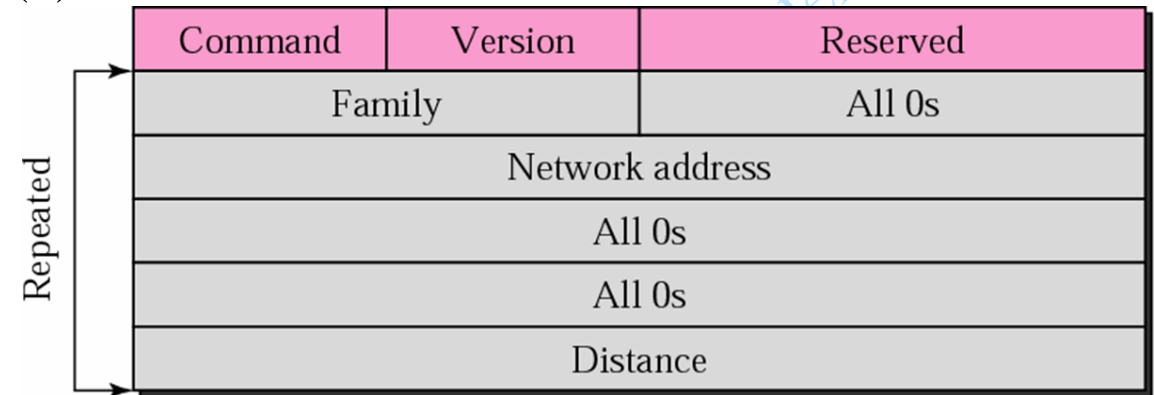
- ❑ Bảng định tuyến được cập nhật khi nhận được thông điệp phản hồi RIP
- ❑ Nhận: một thông điệp phản hồi RIP
- ❑ Thêm một bước nhảy vào số bước nhảy cho mỗi điểm đích được quảng cáo
- ❑ Lặp lại các bước sau cho mỗi điểm đích được quảng cáo
 - *If (destination not in the routing table)*
 - ❑ *Add the advertised information to the table*
 - *Else*
 - ❑ *If (next-hop field is the same)*
 - *Replace entry in the table with the advertised one*
 - ❑ *Else*
 - *If (advertised hop count smaller than one in the table)*
 - *Replace entry in the routing table*
- ❑ *Return*

4.6 Routing protocols

RIP: Routing Information Protocol

RIP Message Format

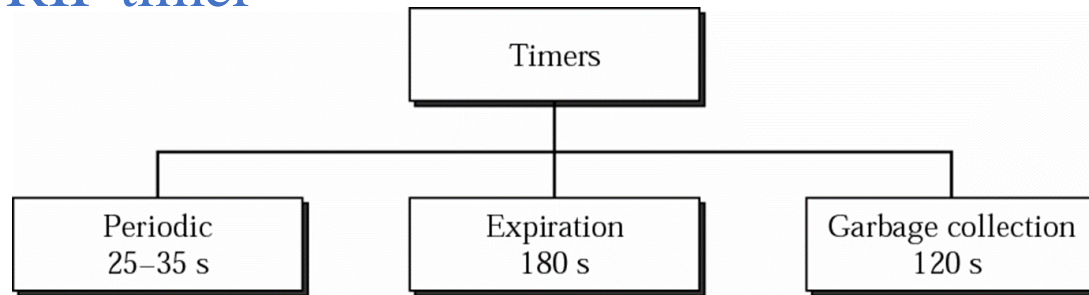
- ❑ Command: 8-bit
 - The type of message: request (1) or response (2)
- ❑ Version: 8-bit
 - Define the RIP version
- ❑ Family: 16-bit
 - Define the family of the protocol used
 - TCP/IP: value is 2
- ❑ Address: 14 bytes
 - Defines the address of the destination network
 - 14 bytes for this field to be applicable to any protocol
 - However, IP currently uses only 4 bytes; the rest are all 0s
- ❑ Distance: 32-bit
 - The hop count from the advertising router to the destination network



4.6 Routing protocols

RIP: Routing Information Protocol

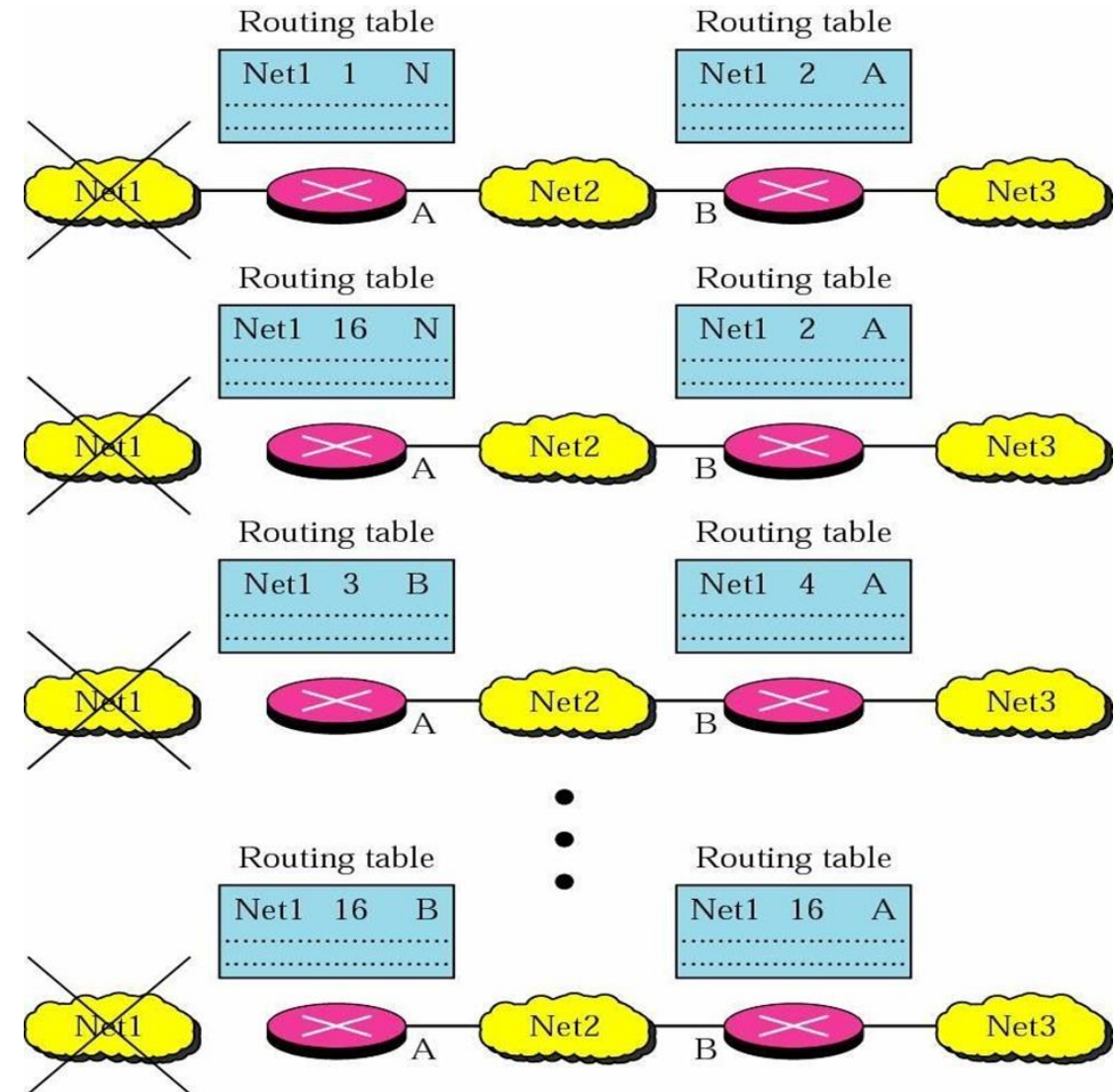
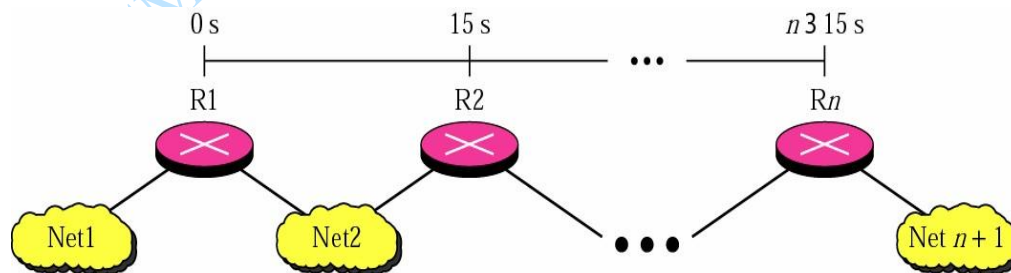
RIP timer



Problems in RIP

Slow Convergence

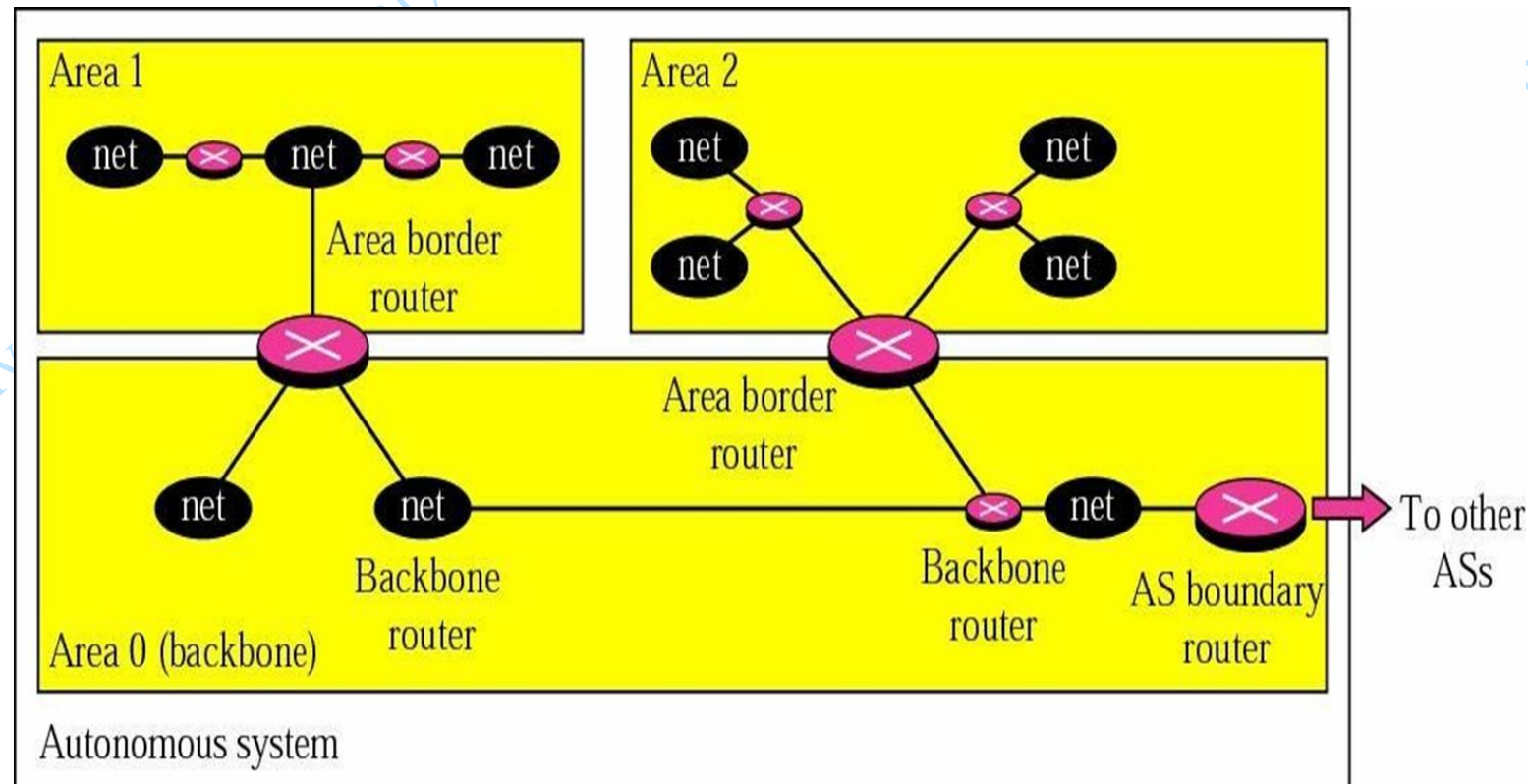
Instability



4.6 Routing protocols

OSFP: Open Shortest Path First

Các khu vực trong một hệ thống tự trị



4.6 Routing protocols

OSFP: Open Shortest Path First

Metrics: OSPF cho phép quản trị viên gán một chi phí, gọi là chỉ số đo lường, cho mỗi tuyến đường

Chỉ số đo lường có thể dựa trên loại dịch vụ

Độ trễ tối thiểu

Thông lượng tối đa

Một bộ định tuyến có thể có nhiều bảng định tuyến

Mỗi bảng dựa trên một loại dịch vụ khác nhau

Định tuyến trạng thái liên kết

- OSPF sử dụng định tuyến trạng thái liên kết để cập nhật bảng định tuyến trong một khu vực
- Định tuyến trạng thái liên kết: một quy trình mà mỗi bộ định tuyến chia sẻ kiến thức về các bộ định tuyến lân cận của nó với mọi bộ định tuyến trong khu vực

4.6 Routing protocols

OSFP: Open Shortest Path First

Link State Routing: three keys

- Chia sẻ kiến thức về khu vực lân cận
 - Mỗi bộ định tuyến gửi trạng thái của khu vực lân cận của nó đến mọi bộ định tuyến khác trong khu vực.
- Chia sẻ với mọi bộ định tuyến khác
 - Mỗi bộ định tuyến gửi trạng thái của khu vực lân cận của nó đến mọi bộ định tuyến khác trong khu vực bằng cách truyền bá.
- Chia sẻ khi có sự thay đổi
 - Mỗi bộ định tuyến chỉ chia sẻ trạng thái của khu vực lân cận của nó khi có sự thay đổi.

4.6 Routing protocols

OSFP: Open Shortest Path First

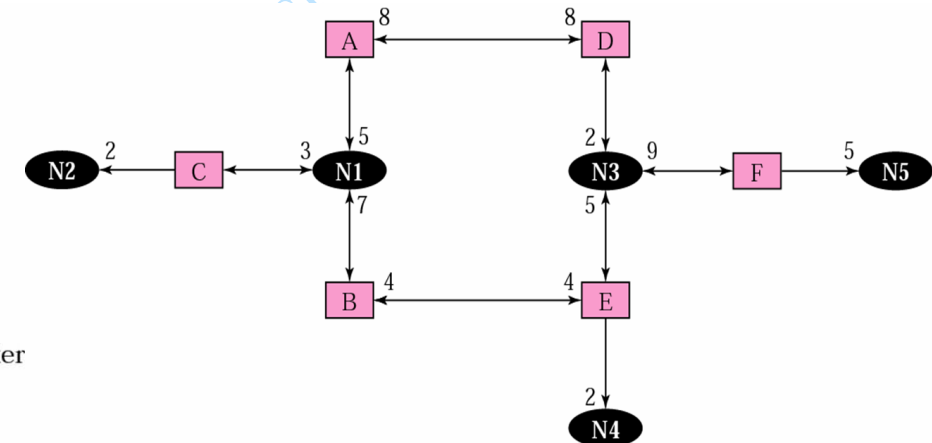
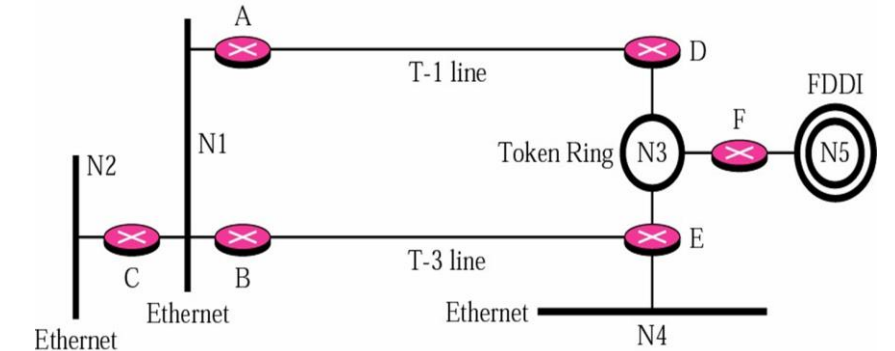
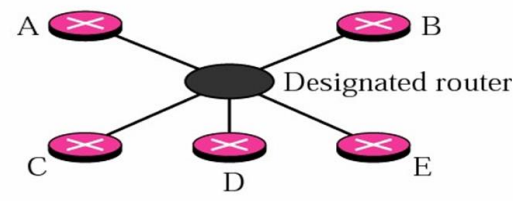
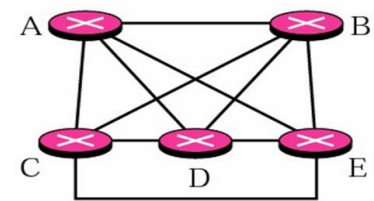
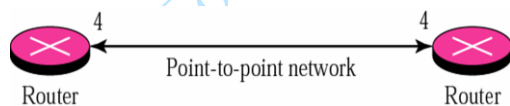
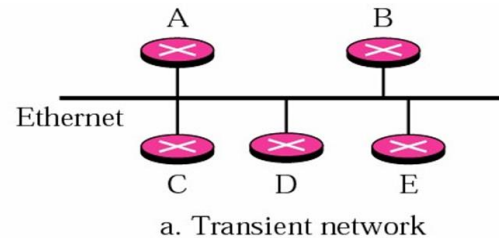
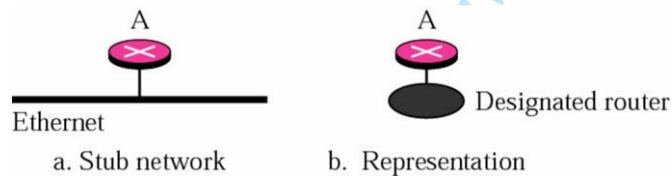
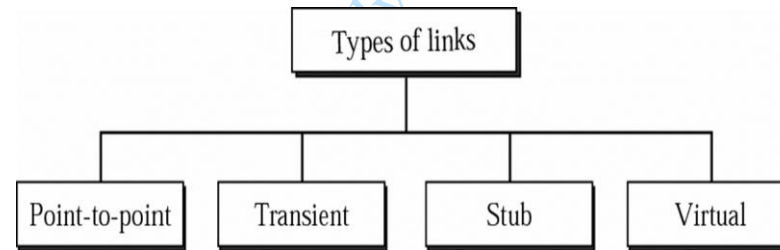
Link State Routing: Types of Links

Point-to-point

Transient

Stub

Virtual



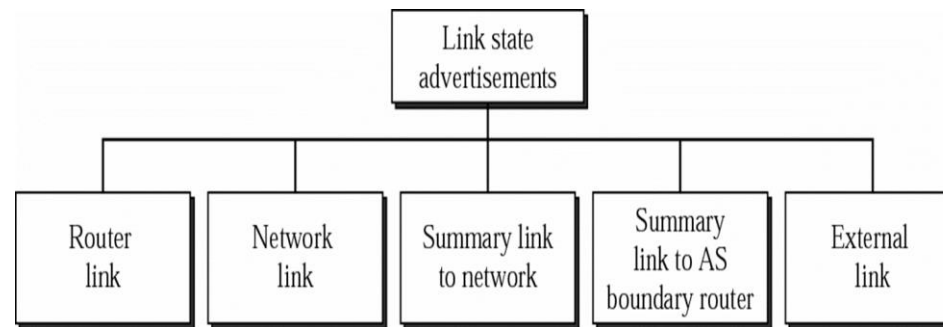
4.6 Routing protocols

OSFP: Open Shortest Path First

Link State Routing: Link State Advertisements

Five LSAs, depending on the type of entity

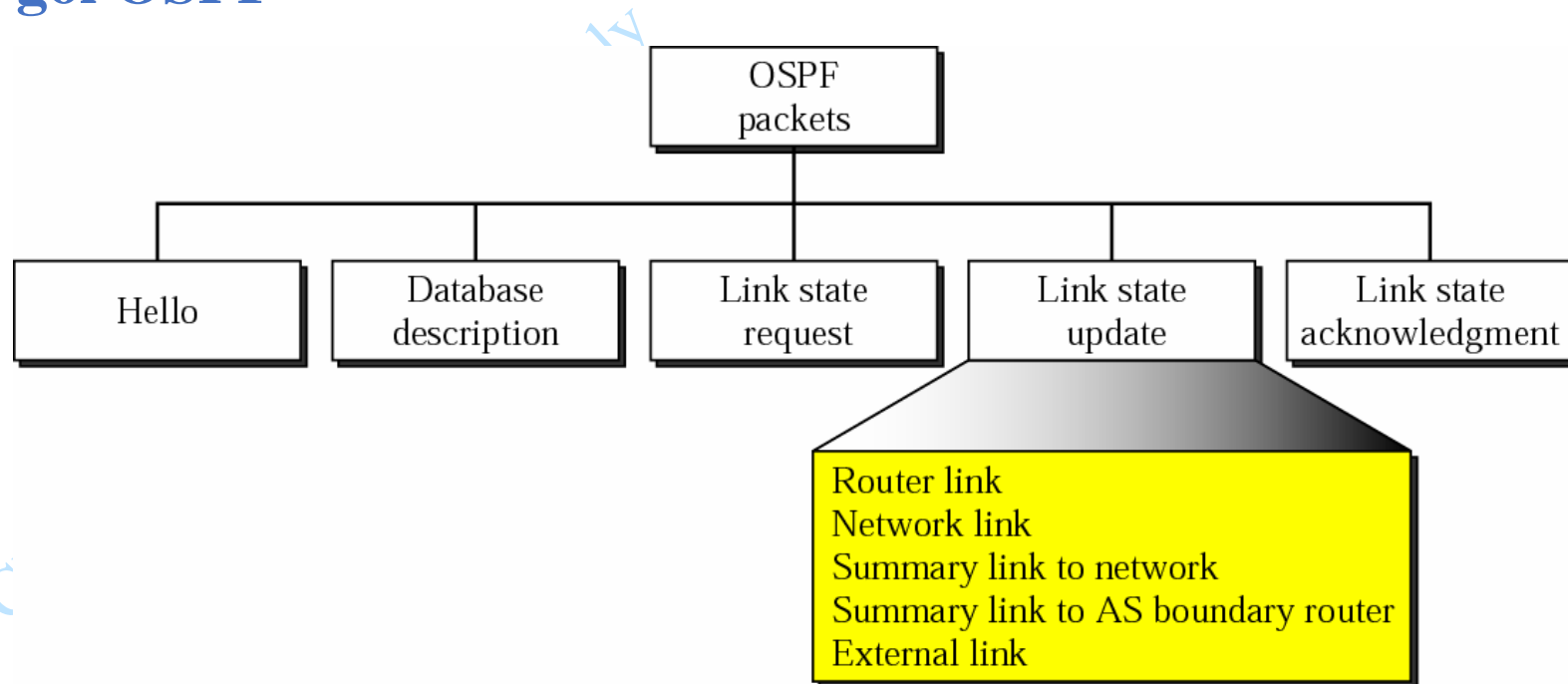
- Router link
- Network link
- Summary link to a network
- Summary link to AS boundary router
- External link



4.6 Routing protocols

OSFP: Open Shortest Path First

Các loại gói OSPF



4.6 Routing protocols

BGP: Border Gateway Protocol

Một giao thức định tuyến giữa các hệ thống tự trị

Dựa trên phương pháp định tuyến vector đường dẫn

Path vector routing (Định tuyến vector đường dẫn)

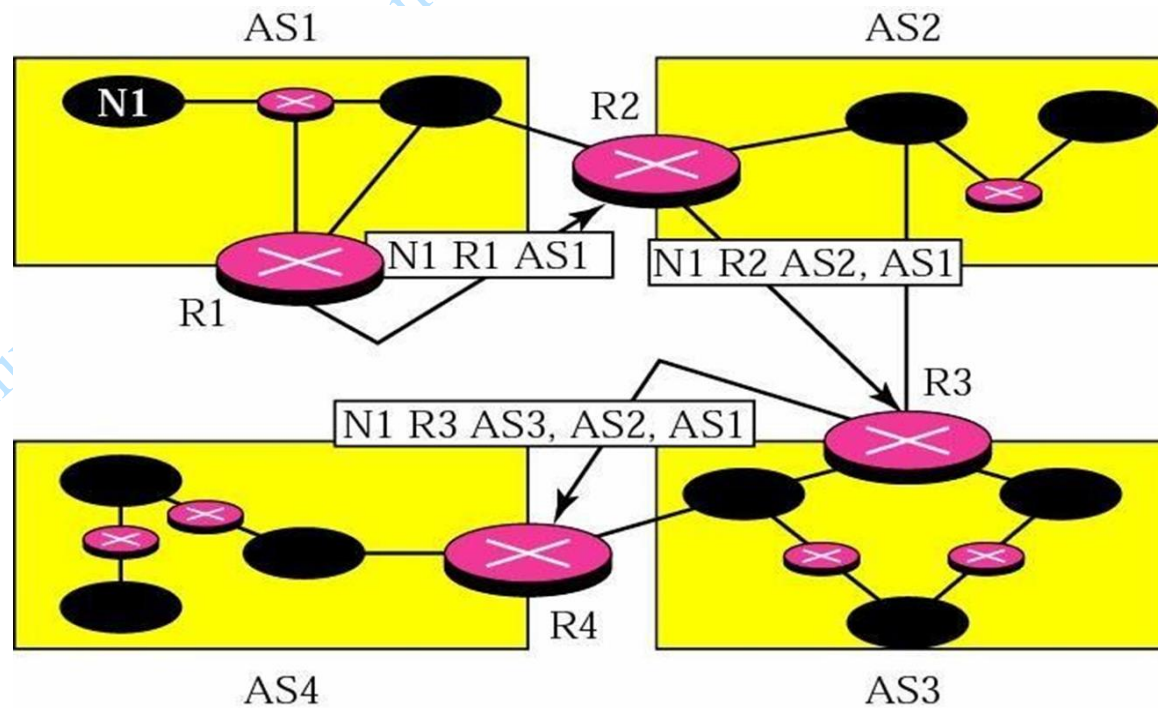
Mỗi mục trong bảng định tuyến chứa

- Mạng đích
- Bộ định tuyến tiếp theo
- Đường dẫn để đến đích, thường được định nghĩa là một danh sách có thứ tự các hệ thống tự trị (AS)

4.6 Routing protocols

BGP: Border Gateway Protocol

Path Vector Packets



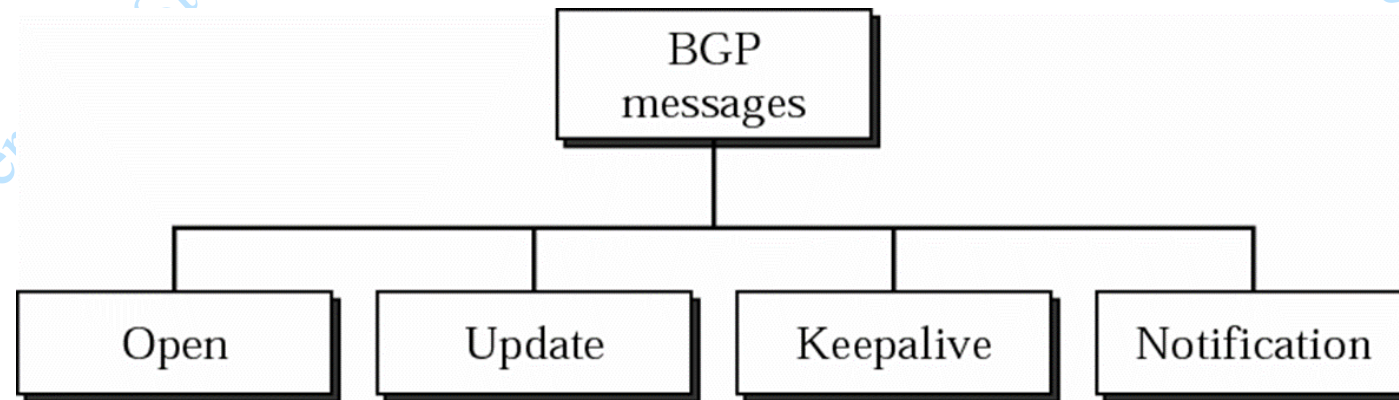
4.6 Routing protocols

BGP: Border Gateway Protocol

Các loại gói

BGP sử dụng bốn loại bản tin khác nhau

- Open
- Update
- Keep alive
- Notification





CMC UNIVERSITY

THANK YOU