


 **TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP
THỰC PHẨM TP.HCM**

**MẠNG MÁY TÍNH
(Computer Networks)**




Giảng viên: ThS. Phạm Nguyễn Huy Phương
Email: phuongpn@hufi.edu.vn

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 1


 **NỘI DUNG MÔN HỌC**

Chương 1: Tổng quan về mạng máy tính
Chương 2: Kiến trúc phân tầng và mô hình OSI
Chương 3: Mô hình TCP/IP và mạng Internet
Chương 4: Phương tiện truyền dẫn và các thiết bị mạng
Chương 5: Mạng cục bộ LAN
Chương 6: Mạng diện rộng WAN
Chương 7: ATTT mạng máy tính

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 2

 **CHƯƠNG 6: MẠNG DIỆN RỘNG WAN**

Giới thiệu mạng WAN
Công nghệ kết nối mạng WAN
Định tuyến trong mạng WAN
Các công nghệ truyền dẫn



Chương 6: Mạng diện rộng WAN 3

 **MỤC ĐÍCH – YÊU CẦU**


Mục đích:

- Giúp sinh viên nắm được kiến thức về mạng WAN.
- Trình bày được các công nghệ kết nối mạng WAN
- Trình bày được các phương thức định tuyến trong mạng WAN
- Nhận biết được các công nghệ truyền dẫn.

Yêu cầu:

- Học viên tham gia học tập đầy đủ.
- Nghiên cứu trước các nội dung có liên quan đến bài giảng

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 4




CHƯƠNG 6: MẠNG ĐIỆN RỘNG WAN

Giới thiệu mạng WAN

Công nghệ kết nối mạng WAN


Định tuyến trong mạng WAN

Các công nghệ truyền dẫn



Chương 6: Mạng điện rộng WAN

5




Sự cần thiết kết nối liên mạng

Xuất phát từ nhu cầu trao đổi thông tin và chia sẻ tài nguyên dùng chung, vì vậy đòi hỏi hoạt động truyền thông không chỉ dừng lại ở phạm vi một mạng cục bộ mà phải vươn tới khuôn khổ một vùng, quốc gia và quốc tế.

Liên mạng (internetworking) là một tập các mạng riêng lẻ được nối với nhau bởi các thiết bị mạng trung gian, có chức năng như là một mạng đơn.

Các mạng thành phần tạo nên liên mạng được gọi là mạng con (Subnetworks), Các thiết bị được nối đến các mạng con được gọi là hệ thống đầu cuối (End nodes) và những thiết bị nối các mạng con lại với nhau được gọi là các thiết bị liên kết liên mạng (Intermediate nodes).



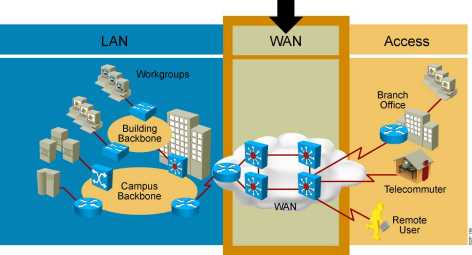
Chương 6: Mạng điện rộng WAN

6




Giới thiệu mạng WAN

Mạng WAN là mạng thường được lắp đặt trong phạm vi một hoặc nhiều quốc gia như Intranet phục vụ cho các công ty lớn, ngành kinh tế có bán kính hoạt động lớn, có thể liên kết nhiều mạng LAN, MAN, đường truyền có thể sử dụng cơ sở hạ tầng của viễn thông.



Chương 6: Mạng điện rộng WAN

7




CHƯƠNG 6: MẠNG ĐIỆN RỘNG WAN

Giới thiệu mạng WAN

Công nghệ kết nối mạng WAN

Định tuyến trong mạng WAN

Các công nghệ truyền dẫn



Chương 6: Mạng điện rộng WAN

8



Công nghệ kết nối mạng WAN

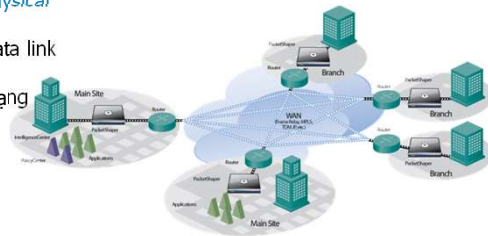
Liên mạng có thể được liên kết bởi LAN to LAN, LAN to WAN và WAN to WAN

Có ba phương pháp liên kết liên mạng phổ biến tương ứng với 3 tầng cuối của mô hình OSI

Liên kết tại tầng Physical

Liên kết tại tầng Data link

Liên kết tại tầng mạng



Chương 6: Mạng diện rộng WAN

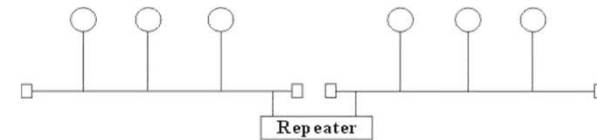
9



Liên kết tại tầng Physical

Các mạng cùng cấu trúc và phương thức trao đổi thông tin.

Bộ lặp Repeater hoạt động tại tầng vật lý, là thiết bị được sử dụng để mở rộng chiều dài của một mạng LAN.



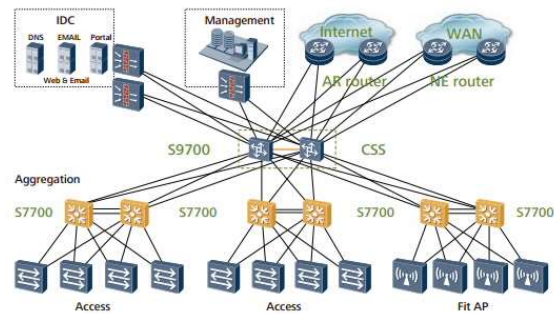
Chương 6: Mạng diện rộng WAN

10



Liên kết tại tầng Data link

Bridge và Switch hoạt động tại tầng liên kết dữ liệu dùng để nối 2 mạng LAN có cấu trúc và giao thức ở tầng vật lý khác nhau..



Chương 6: Mạng diện rộng WAN

11

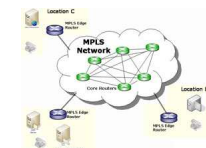


Liên kết tại tầng Network

Các mạng khác nhau về phần cứng, phần mềm, giao thức và thường cung cấp những chức năng, ứng dụng khác nhau.

Việc liên kết giúp thực hiện định dạng gói tin từ một mạng đến một mạng khác, chuyển đổi giao thức mạng.

Thiết bị kết nối Router: chức năng chủ yếu là liên kết các mạng khác nhau về vật lý và chuyển đổi các gói tin từ một mạng này sang một mạng khác, quyết định đường đi của các gói tin đến node đích.



Chương 6: Mạng diện rộng WAN

12

Các liên kết khác

Ở tầng vận chuyển: Dùng các gateway vận chuyển, thiết bị có thể làm giao diện giữa hai đầu nối kết mức vận chuyển.

Ví dụ gateway có thể làm giao diện trao đổi giữa hai nối kết TCP và NSA.

Ở tầng ứng dụng: Các gateway ứng dụng sẽ làm nhiệm vụ chuyển đổi ngữ cảnh của các thông điệp.

Ví dụ như gateway giữa hệ thống email Internet và X.400 sẽ làm nhiệm vụ chuyển đổi nhiều trường trong header của email.

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 13

Kết nối liên mạng dùng router

The diagram illustrates an IP packet structure and a network topology. The IP packet is shown with a payload and an IP header. The header fields are: Version, IHL, TOS, Packet length, Identification, Flag, Fragment Offset, TTL, Protocol, Header Checksum, Source IP address, and Destination IP address. The network topology shows a Host connected to a Router, which is connected to another Router, and finally to a Host. A green box contains the text: "Đường đi tiếp theo? Chuyển tiếp đến router nào?"

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 14

Kết nối liên mạng dùng router

Truyền dữ liệu qua Router

Hai router được nối với nhau bằng đường nối điểm-điểm. Máy S muốn gửi cho máy D một gói tin, nó đóng gói gói tin này thành một khung và gửi lên đường truyền.

Khung đến được router1, nó liền bóc vỏ khung, lấy gói tin ra. Gói tin này sẽ được phân tích để tìm ra địa chỉ IP đích, địa chỉ này sẽ được tham khảo trong bảng định tuyến của router1.

Dựa trên địa chỉ này, router1 quyết định chuyển gói sang router2 bằng cách đóng thành khung gửi cho router2.

The diagram shows a network topology with two LANs, LAN 1 and LAN 2, connected by a Router. A source (S) is connected to LAN 1, and a destination (D) is connected to LAN 2. The Router is connected to both LANs.

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 15

Kết nối liên mạng dùng router

Ánh xạ địa chỉ mạng và địa chỉ MAC

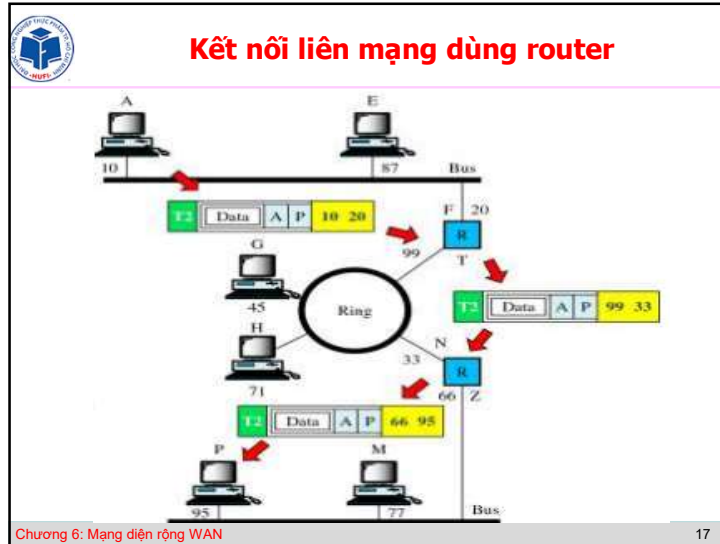
Khi một trạm gửi một gói dữ liệu đến một trạm trên mạng khác.

Trạm: $MAC_{đích} = MAC_{Router}$ (gần nhất trên đường đi) và IP đích = địa chỉ mạng của trạm đích.

Router: Kiểm tra địa chỉ mạng đích, nếu có trong bảng định tuyến của Router thì nó sẽ thực hiện bước chuyển tiếp sang 1 Router kế tiếp trên đường đi bằng cách $MAC_{đích} = MAC_{Router}$ (kế tiếp). Truyền dữ liệu đến Router kế tiếp này. Nếu không có trong bảng định tuyến Router thường bỏ gói dữ liệu đi.

The diagram shows a network topology with multiple Routers and Hosts. A Host is connected to a Router, which is connected to another Router, and finally to a Host. A green box contains the text: "Đường đi tiếp theo? Chuyển tiếp đến router nào?"

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 16



Kết nối liên mạng dùng router

Chức năng của Router

- Chuyển đổi và định tuyến gói dữ liệu qua nhiều mạng dựa trên địa chỉ mạng, cung cấp các dịch vụ quản lý lưu thông.
- Phân chia một mạng lớn thành nhiều mạng nhỏ, có thể liên kết nhiều đoạn mạng với nhau.
- Lọc gói tin và cô lập lưu lượng mạng: hoạt động như 1 rào cản an toàn giữa các đoạn mạng
- Ngăn chặn tình trạng quảng bá vì chúng không chuyển tiếp các gói tin quảng bá.
- Các bộ định tuyến có thể chia sẻ thông tin trạng thái, thông tin định tuyến với nhau và sử dụng các thông tin này để bỏ qua các kết nối bị hỏng hoặc chậm.

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 18

CHƯƠNG 5: MẠNG DIỆN RỘNG WAN

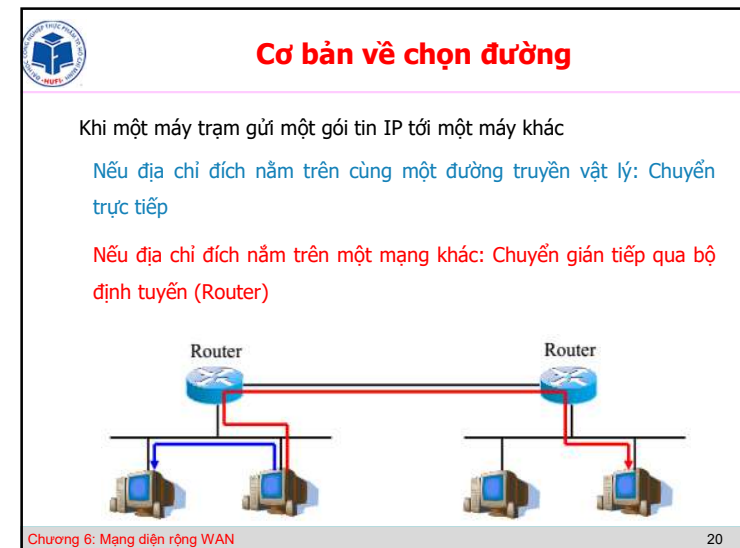
Giới thiệu mạng WAN

Công nghệ kết nối mạng WAN

Định tuyến trong mạng WAN

Các công nghệ truyền dẫn

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 19



Chọn đường là gì ?

Cơ chế để máy trạm hay bộ định tuyến chuyển tiếp gói tin từ nguồn đến đích

Các thành phần của chọn đường

- Bảng chọn đường
- Thông tin chọn đường
- Giải thuật, giao thức chọn đường

Đích đến (Tìm đường đi)

Đích đến? (Tìm đường đi)

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 21

Bộ định tuyến

Là Thiết bị chuyển tiếp các gói tin giữa các mạng

Là một máy tính, với các phần cứng chuyên dụng

Kết nối nhiều mạng với nhau

Chuyển tiếp gói tin dựa trên bảng chọn đường

Có nhiều giao diện

Phù hợp với nhiều dạng lưu lượng và phạm vi của mạng

WAN Connections

LAN Connections

Management Port Connections

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 22

Bảng chọn đường

Routing Table là một bảng lưu trữ đường đi của nhiều node khác nhau trong một mạng máy tính. Khi dữ liệu cần gửi từ node này sang node khác trong mạng, Routing Table cho phép tìm ra đường đi tốt nhất có thể cho việc truyền tải dữ liệu.

Network	Interface	Next-hop
10.1.0.0	E0	0
10.2.0.0	S0	0
10.3.0.0	S0	1
10.4.0.0	S0	2

Network	Interface	Next-hop
10.2.0.0	S0	0
10.3.0.0	S1	0
10.4.0.0	S1	1
10.1.0.0	S0	1

Network	Interface	Next-hop
10.3.0.0	S0	0
10.4.0.0	E0	0
10.2.0.0	S0	1
10.1.0.0	S0	2

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 23

Bảng chọn đường

Chỉ ra danh sách các đường đi có thể, được lưu trong bộ nhớ của router

Các thành phần chính của bảng chọn đường

- Địa chỉ đích/mặt nạ mạng
- Router kế tiếp

Đường đi mặc định 0.0.0.0/0

Network	Next-hop
10.0.0.0/24	A
172.16.0.0/24	C

Router A

Router B

Router C

10.0.0.0/24

172.16.0.0/24

192.168.0.0/24

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 24

Cập nhật bảng chọn đường khi nào ?

Sự thay đổi cấu trúc mạng: thêm mạng mới, một nút mạng, bị mất điện
 Sự cần thiết phải cập nhật bảng chọn đường

Cho tất cả các nút mạng (về lý thuyết)
 Thực tế, chỉ một số nút mạng phải cập nhật

Network	Next-hop
192.168.0.0/24	B
172.16.0.0/24	B

Network	Next-hop
10.0.0.0/24	A
172.16.0.0/24	C

Network	Next-hop
10.0.0.0/24	B
192.168.0.0/24	B

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 25

Các kỹ thuật chọn đường

Chọn đường là sự lựa chọn một con đường để truyền một đơn vị dữ liệu từ trạm nguồn đến trạm đích. Như vậy phải thực hiện hai chức năng chính sau:

1. Quyết định chọn đường theo một tiêu chuẩn tối ưu nào đó.
2. Cập nhật thông tin chọn đường, tức là các thông tin để phục vụ cho chức năng (1.)

Có nhiều kỹ thuật chọn đường khác nhau được xây dựng dựa vào các yếu tố sau:

- [a] Sự phân tán của các chức năng chọn đường tại các nút trên mạng
- [b] Sự thích nghi với trạng thái hiện hành của mạng
- [c] Các tiêu chuẩn tối ưu để chọn đường

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 26

Các kỹ thuật chọn đường

Dựa trên yếu tố (a) ta có kỹ thuật chọn đường tập trung hoặc phân tán

- ❖ **Kỹ thuật chọn đường tập trung (Centralized Routing):** được đặc trưng bởi sự tồn tại của một hoặc vài trung tâm điều khiển mạng thực hiện việc chọn đường sau đó gửi bảng chọn đường (routing table) tới tất cả các nút dọc theo con đường đã chọn đó.
- ❖ **Kỹ thuật chọn đường phân tán (Distributed Routing):** không tồn tại các trung tâm điều khiển, quyết định chọn đường được thực hiện tại mỗi nút. Điều này đòi hỏi việc trao đổi thông tin giữa các nút, tùy thuộc vào mức độ thích nghi của thuật giải được xây dựng


Chương 6: Mạng diện rộng WAN 27

Các kỹ thuật chọn đường

Dựa vào yếu tố (b) ta có chế độ chọn đường tĩnh hoặc thích nghi

- ❖ **Kỹ thuật chọn đường tĩnh (Static Routing):** có thể tập trung hoặc phân tán nhưng nó không đáp ứng với mọi sự thay đổi trên mạng. -> Kỹ thuật này chỉ thích hợp cho các mạng có tính ổn định cao, không thích hợp với những mạng động và có quy mô lớn.
- ❖ **Kỹ thuật chọn đường thích nghi (Dynamic Routing):** mức độ thích nghi của một kỹ thuật chọn đường được đặc trưng bởi sự trao đổi thông tin chọn đường trên mạng, các thông tin về trạng thái của mạng có thể được cung cấp từ các nút láng giềng hoặc từ tất cả các nút khác.


Chương 6: Mạng diện rộng WAN 28



Giao thức định tuyến

	Interior Gateway Protocols				Exterior Gateway Protocols
	Distance Vector Routing Protocols		Link State Routing Protocols		Path Vector
Classful	RIP	IGRP			EGP
Classless	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS	BGPv4
IPv6	RIPng	EIGRP for IPv6	OSPFv3	IS-IS for IPv6	BGPv4 for IPv6

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 29



Giao thức định tuyến


Giao thức định tuyến trong

- ❖ Router Information Protocol (RIP)
- ❖ Open Shortest Path First (OSPF)
- ❖ Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)
- ❖ Hai giao thức sau đây thuộc sở hữu của Cisco:
 - Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)
 - Enhanced IGRP (EIGRP)

Giao thức định tuyến ngoài

- ❖ Exterior Gateway Protocol (EGP)
- ❖ Border Gateway Protocol (BGP)
- ❖ Constrained Shortest Path First (CSPF)

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 30



Distance Vector Routing Protocol

Giao thức định tuyến DISTANCE-VECTOR tìm con đường đi tốt nhất tới lớp mạng ở xa bằng cách phân đoán khoảng cách.

Mỗi lần gói tin đi qua 1 Router được gọi là Hop (bước nhảy).

Các tuyến đường với số lượng ít nhất các bước nhảy được xác định là tuyến đường đi tốt nhất.


Các Vectors cho biết đường đi hướng tới lớp mạng ở xa.

Thuật toán định tuyến theo vector khoảng cách còn được gọi là thuật toán Bellman-Ford.

Distance Vector routing protocols:

- ❖ Routing Information Protocol (RIP)
- ❖ Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)
- ❖ Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 31



Giải thuật dạng distance-vector


Bellman-Ford equation (dynamic programming)

Định nghĩa
 $d_x(y) :=$ Chi phí của đường đi ngắn nhất từ x đến y
 Ta có

$$d_x(y) = \min_v \{ c(x,v) + d_v(y) \}$$

$c(x,v)$: cost from neighbor v to destination y
 $d_v(y)$: cost to neighbor v
 \min : min taken over all neighbors v of x
 cho tất cả các v là hàng xóm của x

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 32



Bellman - Ford

Điều kiện: Đồ thị không có chu trình âm

Thuật toán:


Dữ liệu vào:

- Đồ thị có hướng $G=(V,E)$ với n đỉnh,
- s là đỉnh xuất phát, $a[u,v]$ là ma trận trọng số thực;
- Giả thiết: Đồ thị không có chu trình âm.

Dữ liệu ra:

- $d[v]$ là khoảng cách từ đỉnh s đến tất cả các đỉnh v còn lại
- Trướcc[v] ghi nhận đỉnh đi trước v trong đường đi ngắn nhất từ s đến v .

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 33




Bellman - Ford

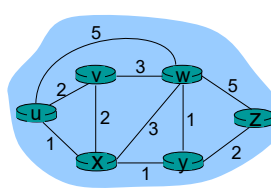
```

void Ford_Bellman()
{
    // Khởi tạo
    for (v ∈ V)
    {
        d[v]=a[s,v]; Truoc[v]=s; //s là đỉnh xuất phát
    }
    d[s]=0;
    for (k=1;k<= n;k++) //số bước lặp
        for (v ∈ V\{s})
            for (u ∈ V)
                if (d[v]>d[u] +a[u,v])
                {
                    d[v]=d[u]+a[u,v];
                    Truoc[v]=u;
                }
}
  
```

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 34



Bellman-Ford



Dễ thấy, $d_v(z) = 5$, $d_x(z) = 3$, $d_w(z) = 3$


B-F cho ta biết:

$$d_u(z) = \min \{ c(u,v) + d_v(z), c(u,x) + d_x(z), c(u,w) + d_w(z) \}$$

$$= \min \{ 2 + 5, 1 + 3, 5 + 3 \} = 4$$

Nút nào làm giá trị trên nhỏ nhất → Lựa chọn là nút kế tiếp trong bảng chọn đường

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 35



Bellman-Ford

$$D_x(y) = \min\{c(x,y) + D_y(y), c(x,z) + D_z(y)\}$$

$$= \min\{2+0, 7+1\} = 2$$

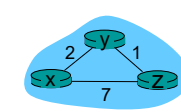
$$D_x(z) = \min\{c(x,y) + D_y(z), c(x,z) + D_z(z)\}$$

$$= \min\{2+1, 7+0\} = 3$$

	x	y	z
from x	0	2	7
from y	∞	∞	∞
from z	∞	∞	∞

	x	y	z
from x	∞	∞	∞
from y	2	0	1
from z	∞	∞	∞

	x	y	z
from x	∞	∞	∞
from y	∞	∞	∞
from z	7	1	0



time →

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 36

$D_x(y) = \min\{c(x,y) + D_y(y), c(x,z) + D_z(y)\}$
 $= \min\{2+0, 7+1\} = 2$

$D_x(z) = \min\{c(x,y) + D_y(z), c(x,z) + D_z(z)\}$
 $= \min\{2+1, 7+0\} = 3$

node x table

	x	y	z
cost to	0	2	7
from x	0	2	7
from y	∞	0	1
from z	∞	∞	0

node y table

	x	y	z
cost to	∞	0	1
from x	2	0	1
from y	∞	0	1
from z	∞	∞	0

node z table

	x	y	z
cost to	∞	∞	0
from x	7	1	0
from y	∞	0	1
from z	∞	∞	0

time

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 37

Distance Vector Routing Protocol

Network Discovery:

Khi 1 Router bắt đầu khởi động, nó không nhận biết được bất cứ đường mạng nào

Khi Router được khởi động thành công, nếu địa chỉ IP được cấu hình đúng, sau đó Router sẽ khám phá các đường mạng gần trực tiếp với nó

Network Discovery - Cold Start

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 38

Distance Vector Routing Protocol

Duy trì bảng Routing table:

Network	Interface	Hop
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0

Network	Interface	Hop
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0

Network	Interface	Hop
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 39

Distance Vector Routing Protocol


Duy trì bảng Routing table:

Network	Interface	Hop
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	1

Network	Interface	Hop
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	1

Network	Interface	Hop
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 40



Distance Vector Routing Protocol


Duy trì bảng Routing table:

Thông tin trong bảng định tuyến luôn được làm mới mỗi lần nhận được sự thay đổi

Thay đổi có thể xảy ra vì nhiều lý do, bao gồm:

- Kết nối bị lỗi
- Thông tin về 1 kết nối mới
- 1 Router bị lỗi
- Thay đổi các tham số của liên kết

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 41



Distance Vector Routing Protocol

Lặp định tuyến (Routing Loop)


Điều kiện để xảy ra một vòng lặp định tuyến là khi gói tin được truyền qua 1 loạt các Router mà không bao giờ tới được lớp mạng đích

Một vòng lặp định tuyến khi 2 hoặc nhiều Router có thông tin định tuyến không chính xác khi 1 đường dẫn hợp lệ đến 1 điểm đến không tồn tại

Vòng lặp có thể là kết quả của:

- Cấu hình định tuyến tĩnh (Static Router) không chính xác
- Cấu hình không đúng đường đi tài phân phối (phân phối lại là 1 trình chuyển giao các thông tin định tuyến từ 1 giao thức định tuyến đến 1 giao thức định tuyến)
- Bảng định tuyến lỗi không được cập nhập khi lớp mạng thay đổi

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 42




Distance Vector Routing Protocol

Lặp định tuyến (Routing Loop)


Giải quyết lặp định tuyến: dùng các cơ chế split horizon, poison revert, hold down timer và trigger update.

10.4.0.0 Network goes down.



Network	Interface	Hop	Network	Interface	Hop	Network	Interface	Hop
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	Fa0/1	0
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
10.4.0.0	S0/0/0	2	10.4.0.0	S0/0/1	1	10.1.0.0	S0/0/1	2

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 43




Distance Vector Routing Protocol

Routing Information Protocol (RIP)

Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 44




Routing Information Protocol (RIP)

RIP là giao thức định tuyến Vector khoảng cách lâu đời nhất, mặc dù cách hoạt động chưa tối ưu nhưng RIP được cấu hình 1 cách đơn giản và phổ biến.

- ❖ **Ý tưởng:** Bộ định tuyến duy trì một bảng định tuyến (vector) cung cấp khoảng cách tốt nhất được biết đến mỗi đích (thường là bộ định tuyến). Thông tin của bảng này thường xuyên được cập nhật bằng cách trao đổi thông tin với các bộ định tuyến lân cận.
- ❖ **Khoảng cách:** có thể là bước nhảy, thời gian trễ đo bằng ms, Thông thường sử dụng thời gian trễ.
- ❖ RIP có 2 phiên bản: **RIPv1** và **RIPv2**

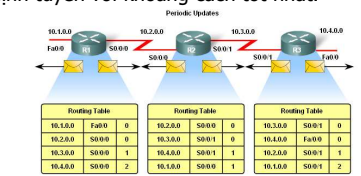
Chương 6: Mạng diện rộng WAN
45




Routing Information Protocol (RIP)

Giải thuật Định tuyến theo vector khoảng cách (RIP)

- [1] Bộ định tuyến tính khoảng cách từ nó đến các bộ định tuyến lân cận bằng cách gửi gói tin ECHO.
- [2] Cứ sau T ms mỗi bộ định tuyến lại truyền đến bộ định tuyến lân cận một danh sách các khoảng cách ước lượng cho mỗi đích và nó cũng nhận từ các bộ lân cận khác.
- [3] Cập nhật bảng định tuyến với khoảng cách tốt nhất.



Chương 6: Mạng diện rộng WAN
46



Routing Information Protocol (RIP)

Đặc điểm RIPv1

- Rip là gia thức định tuyến Vector khoảng cách
- Rip sử dụng Hop Count để lựa chọn đường đi
- Quảng bá tuyến đường đi với số Hop Count lớn hơn 15 là không truy cập được
- Thông điệp được broadcast mỗi 30 giây


Giới hạn của RIPv1

Các giao thức định tuyến classful không bao gồm mặt nạ mạng con với địa chỉ mạng trong quá trình cập nhật bảng định tuyến

Khi đó có thể gây ra vấn đề với mạng con bị phân chia hoặc các mạng có sử dụng Variable-Length Subnetmask

=> **RIPv2**

Chương 6: Mạng diện rộng WAN
47




Internet gateway routing Protocol (IGRP)

Đặc điểm IGRP

- Là giao thức định tuyến theo vector khoảng cách
- Sử dụng bảng thông, tải, độ trễ và độ tin cậy của đường truyền làm thông số lựa chọn đường đi
- Cập nhật theo định kỳ mặc định là 90 giây
- Là giao thức được phát triển độc quyền bởi Cisco.

Chương 6: Mạng diện rộng WAN
48



Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

Đặc điểm EIGRP

Giao thức mở rộng của IGRP Là giao thức định tuyến nâng cao theo vector khoảng cách, là giao thức độc quyền của Cisco.


Có chia tải.

Có các ưu điểm của định tuyến theo vectơ khoảng cách và định tuyến theo trạng thái đường liên kết.

Sử dụng thuật toán DUAL (Diffused Update Algorithm) để tính toán chọn đường tốt nhất. Cập nhật theo định kỳ mặc định là 90 giây hoặc cập nhật khi có thay đổi về cấu trúc mạng.

EIGRP ngăn chặn các định tuyến vòng lặp nhờ sử dụng thuật toán DUAL

Chương 6: Mạng diện rộng WAN
49



LINK-STATE ROUTING PROTOCOL

Định tuyến theo trạng thái đường liên kết (LINK-STATE) được áp dụng rộng rãi trong mạng internet.

Nhằm cải tiến thuật toán Định tuyến theo vector khoảng cách.


Định tuyến theo vector khoảng cách không tính đến băng thông của đường truyền, xem tất cả đường truyền có cùng băng thông.

Mất quá nhiều thời gian để hội tụ

	Interior Gateway Protocols		Exterior Gateway Protocols		
	Distance Vector Routing Protocols	Link State Routing Protocols	Path Vector		
Classful	RIP	IGRP		EGP	
Classless	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS	BGPv4
IPv6	RIPng	EIGRP for IPv6	OSPFv3	IS-IS for IPv6	BGPv4 for IPv6

Bolted routing protocols are the focus of the curriculum.

Chương 6: Mạng diện rộng WAN
50




LINK-STATE ROUTING PROTOCOL

Ý tưởng thuật toán: 5 bước

- [1] Xác định các bộ định tuyến lân cận
- [2] Đo khoảng cách đến từng bộ lân cận
- [3] Bộ định tuyến xây dựng gói liên kết trạng thái
- [4] Truyền gói này đến tất cả bộ định tuyến khác
- [5] Tính đường đi ngắn nhất đến mỗi bộ định tuyến khác

Thuật toán Dijkstras hay còn gọi là thuật toán SPF (Shortest Path First tìm đường ngắn nhất), Là một Thuật toán định tuyến theo trạng thái đường liên kết được sử dụng khá phổ biến. Thuật toán này thực hiện việc xây dựng và bảo trì một cơ sở dữ liệu đầy đủ về cấu trúc của toàn bộ hệ thống mạng.

Chương 6: Mạng diện rộng WAN
51



Giải thuật dạng "Link State"

Giải thuật Dijkstra's

Mỗi nút đều có sơ đồ và chi phí mỗi link


Quảng bá "Link-state"

Mỗi nút có cùng thông tin

Tìm đường đi chi phí nhỏ nhất từ một nút ('nguồn') tới tất cả các nút khác

Dùng để xây dựng bảng chọn đường"

Chương 6: Mạng diện rộng WAN
52



Ký hiệu

Giải thuật Dijkstra's

$G = (V, E)$: Đồ thị với tập đỉnh V và tập cạnh E


$c(x, y)$: chi phí của liên kết x tới y ; $= \infty$ nếu không phải 2 nút kề nhau

$d(v)$: chi phí hiện thời của đường đi từ nút nguồn tới nút đích. v

$p(v)$: nút ngay trước nút v trên đường đi từ nguồn tới đích

T : Tập các nút mà đường đi ngắn nhất đã được xác định

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 53




Giải thuật Dijkstra's

```

Void Dijkstra()
{
  for (v ∈ V) // Khởi tạo
  {
    d[v] = c[s, v]; Truoc[v] = s;
  }
  d[s] = 0; T = V \ {s}; // T là tập các đỉnh có nhãn tạm thời
  while (T != ∅)
  {
    Tìm đỉnh u ∈ T thỏa mãn d[u] = min {d[z] : z ∈ T};
    T = T \ {u}; // Gõ định nhãn của đỉnh u
    for (v ∈ T)
    {
      if (d[v] > d[u] + a[u, v])
      {
        d[v] = d[u] + c[u, v]; Truoc[v] = u;
      }
    }
  }
}
  
```

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 54

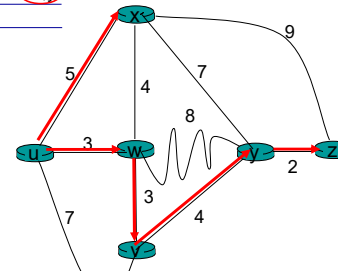


Dijkstra's algorithm


Step	T'	D(v) p(v)	D(w) p(w)	D(x) p(x)	D(y) p(y)	D(z) p(z)
0	u	7, u	3, u	5, u	∞	∞
1	uw	6, w		5, u	11, w	∞
2	uwx		6, w		11, w	14, x
3	uwxv				10, v	14, x
4	uwxvy					12, y
5	uwxvyz					

notes:

- construct shortest path tree by tracing predecessor nodes
- ties can exist (can be broken arbitrarily)

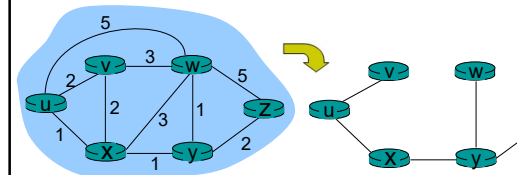


Chương 6: Mạng diện rộng WAN 55



Dijkstra's algorithm

Step	T'	D(v), p(v)	D(w), p(w)	D(x), p(x)	D(y), p(y)	D(z), p(z)
0	u	2, u	5, u	1, u	∞	∞
1	ux	2, u	4, x		2, x	∞
2	uxy	2, u	3, y			4, y
3	uxyv		3, y			4, y
4	uxyvw					4, y
5	uxyvwz					



destination	link
v	(u, v)
x	(u, x)
y	(u, x)
w	(u, x)
z	(u, x)

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 56

Dijkstra's algorithm

algorithm complexity: n nodes

- ❖ each iteration: need to check all nodes, w, not in N
- ❖ $n(n+1)/2$ comparisons: $O(n^2)$
- ❖ more efficient implementations possible: $O(n \log n)$

oscillations possible:

- ❖ e.g., support link cost equals amount of carried traffic:

initially

given these costs, find new routing.... resulting in new costs

given these costs, find new routing.... resulting in new costs

given these costs, find new routing.... resulting in new costs

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 57

Link-state Routing

Ưu điểm của Link-state Routing Protocol

Định tuyến theo trạng thái liên kết tạo ra một sơ đồ mô hình mạng.

Hội tụ nhanh chóng.

Sau khi quảng bá các LSP ban đầu, router chỉ gửi một LSP khi có sự thay đổi trong mô hình này. LSP chỉ chứa các thông tin về các liên kết bị ảnh hưởng.

Định kỳ gửi update mỗi 30 phút.

Area tạo ra một thiết kế phân cấp cho các mạng, cho phép tập hợp con đường tốt hơn và cô lập các vấn đề định tuyến trong một khu vực.

Nhược điểm của Link-state Routing Protocol

Bộ nhớ, CPU xử lý cao.

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 58

Link-state Routing

Đặc điểm chính của OSPF

Là giao thức định tuyến theo trạng thái đường liên kết

Được định nghĩa trong RFC 2328

Sử dụng thuật toán SPF để tính toán chọn đường đi tốt nhất

Chỉ cập nhật khi cấu trúc mạng có sự thay đổi

	Interior Gateway Protocols		Exterior Gateway Protocols	
	Distance Vector Routing Protocols	Link State Routing Protocols	Path Vector	
Classful	RIP	IGRP	EGP	
Classless	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS
IPv6	RIPng	EIGRP for IPv6	OSPFv3	IS-IS for IPv6

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 59

BGP (Border Gateway Protocol)

Đặc điểm chính của BGP

Được sử dụng để định tuyến giữa các ISP hoặc giữa ISP và khách hàng

Được sử dụng để định tuyến lưu lượng Internet giữa các hệ tự quản (Autonomous System - AS, tập hợp các hệ thống mạng dưới cùng sự điều hành của một nhà quản trị mạng, thông thường là một nhà cung cấp dịch vụ Internet, ISP).

BGP chọn đường bằng một tập các chính sách và luật.

Phiên bản BGP hiện nay là phiên bản 4, dựa trên [RFC 4271](#).

	Interior Gateway Protocols		Exterior Gateway Protocols	
	Distance Vector Routing Protocols	Link State Routing Protocols	Path Vector	
Classful	RIP	IGRP	EGP	
Classless	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS
IPv6	RIPng	EIGRP for IPv6	OSPFv3	IS-IS for IPv6

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 60


CHƯƠNG 5: MẠNG ĐIỆN RỘNG WAN

Giới thiệu mạng WAN

Công nghệ kết nối mạng WAN

Định tuyến trong mạng WAN

Các công nghệ truyền dẫn



Chương 6: Mạng điện rộng WAN 61

Các công nghệ truyền dẫn

Công nghệ DSL

Đường thuê riêng (Leased Line)

Công nghệ MPLS

Mạng điện thoại chuyển mạch công cộng PSTN

Mạng tích hợp đa dịch vụ số ISDN

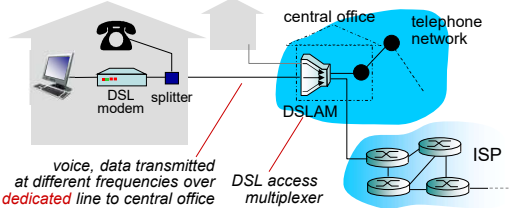
Mạng chuyển mạch gói X25

Mạng chuyển mạch khung Frame Relay

Phương thức truyền dẫn không đồng bộ ATM

Chương 6: Mạng điện rộng WAN 62

Digital Subscriber Line (DSL)



voice, data transmitted at different frequencies over dedicated line to central office

DSL access multiplexer

central office

DSLAM

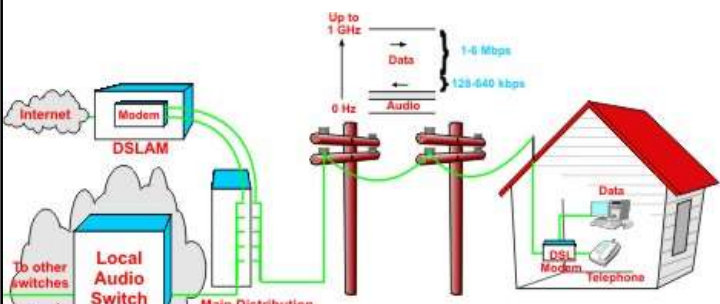
telephone network

ISP

- ❖ use **existing** telephone line to central office DSLAM
 - data over DSL phone line goes to Internet
 - voice over DSL phone line goes to telephone net
- ❖ < 2.5 Mbps upstream transmission rate (typically < 1 Mbps)
- ❖ < 24 Mbps downstream transmission rate (typically < 10 Mbps)

Chương 6: Mạng điện rộng WAN 63

Digital Subscriber Line (DSL)



Internet

Modem

DSLAM

Local Audio Switch

Main Distribution Frame (MDF)

Up to 1 GHz

Data

1-6 Mbps

0 Hz

Audio

128-640 kbps

House

DSL Modem

Telephone

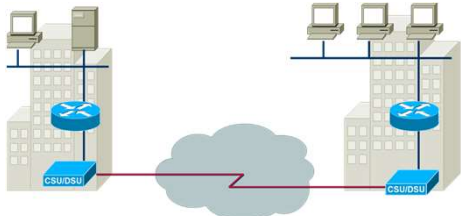
Chương 6: Mạng điện rộng WAN 64

Đường thuê riêng (Leased Line)

Đối với một số công ty, lợi ích của một đường thuê riêng có thể cao hơn rất nhiều so với chi phí phải bỏ ra.

Đường thuê riêng là đường độc lập và có tốc độ cao hơn so với đường PSTN thông thường.

Tuy nhiên do chi phí khá cao nên thường chỉ có các công ty lớn sử dụng.



Chương 6: Mạng diện rộng WAN 69

Đường thuê riêng (Leased Line)

Đặc điểm Leased Line

Leased Line là đường truyền thuê bao riêng sử dụng để kết nối point to point giữa các hệ thống thông qua hạ tầng mạng của ISP.

Giá thuê bao dựa trên băng thông và khoảng cách giữa 2 điểm kết nối.

Leased Line thường được dùng để kết nối nhiều vị trí trung tâm.

Tốc độ ổn định, luôn kết nối sẵn, thích hợp cho nhiều ứng dụng thương mại điện tử.

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 70

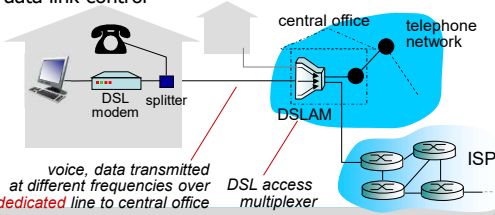
Giao thức kết nối điểm-điểm (point-to-point)

Một nút gửi, một nút nhận, một liên kết:

- Không cần Media Access Control
- Không cần địa chỉ
- e.g., dialup link, ADSL, ISDN

Một số giao thức DLC điểm-điểm:

- PPP: point-to-point protocol
- HDLC: High level data link control



Chương 6: Mạng diện rộng WAN 71

Những yêu cầu thiết kế PPP [RFC 1557]

Packet framing: đóng gói datagram lớp network vào frame lớp data link

- Mang dữ liệu lớp network của bất kỳ giao thức lớp network nào (không chỉ IP) *tại cùng thời điểm*
- Khả năng multiplex/demultiplex (phân kênh) lên lớp trên


Bit trong suốt: phải mang bất kỳ mẫu bit nào trong trường data

Phát hiện lỗi (không sửa lỗi)

Kết nối động: phát hiện, thông báo kết nối lỗi đến lớp network

Sự đàm phán địa chỉ lớp network: mỗi điểm đầu cuối có thể tự học/cấu hình địa chỉ mạng của điểm khác

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 72




PPP không yêu cầu

- Không sửa/phục hồi lỗi**
- Không điều khiển luồng**
- Vận chuyển không cần theo thứ tự**
- Không cần hỗ trợ các kết nối đa điểm (như polling)**

Phục hồi lỗi, điều khiển luồng, sắp thứ tự dữ liệu được ủy nhiệm cho các lớp cao hơn!

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 73



PPP Data Frame

Flag: tách riêng (framing)


Địa chỉ: không làm gì cả (chỉ có 1 tùy chọn)

Điều khiển: không làm gì cả; tương lai có thể có nhiều trường điều khiển

Giao thức: giao thức lớp trên nơi mà frame sẽ đến (ví dụ: PPP-LCP, IP, IPCP...)

1	1	1	1 or 2	variable length	2 or 4	1
01111110	11111111	00000011	protocol	info	check	01111110
flag		control address				flag

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 74




PPP Data Frame

Thông tin (info): dữ liệu lên lớp trên đang được mang đi

Kiểm tra (check): kiểm tra dư thừa theo chu kỳ để phát hiện lỗi

1	1	1	1 or 2	variable length	2 or 4	1
01111110	11111111	00000011	protocol	info	check	01111110
flag		control address				flag

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 75



Byte Stuffing (chèn thêm byte)

Yêu cầu "dữ liệu trong suốt": trường dữ liệu phải được phép chứa mẫu flag <01111110>

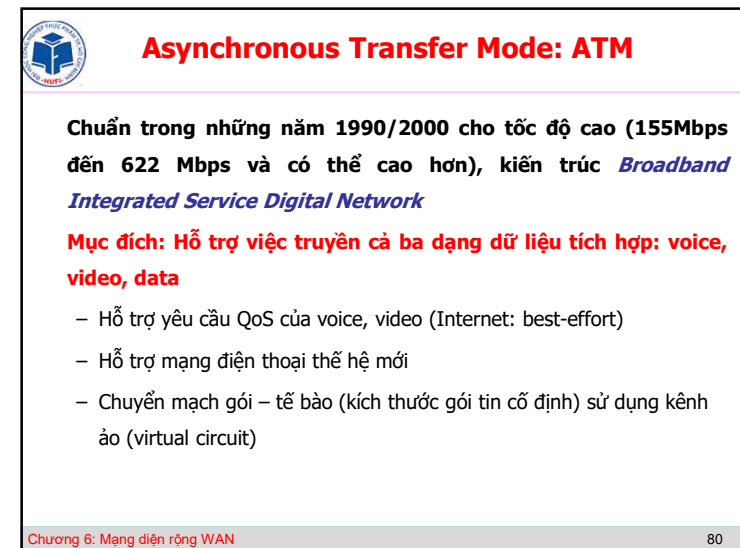
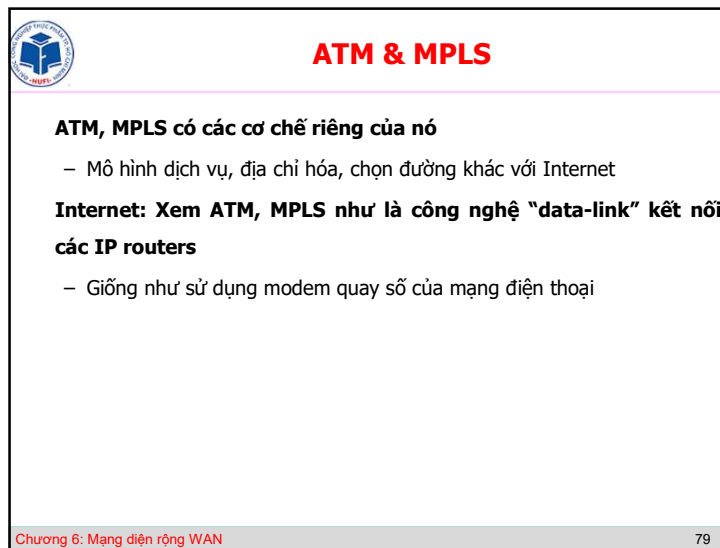
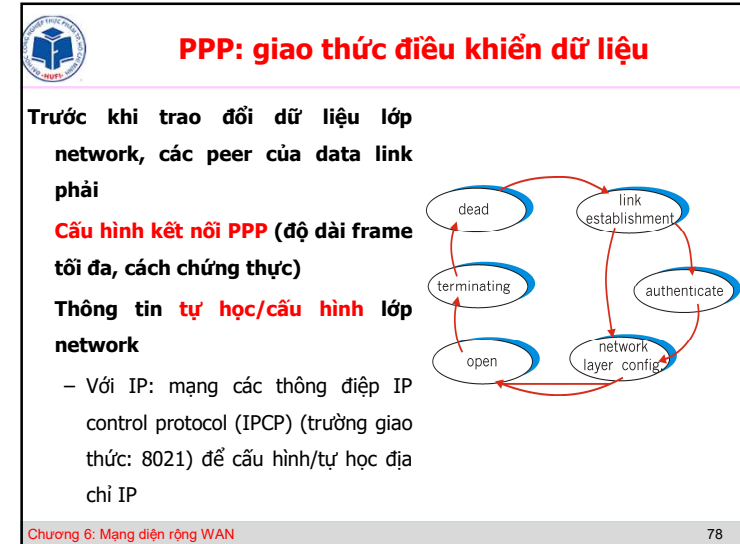
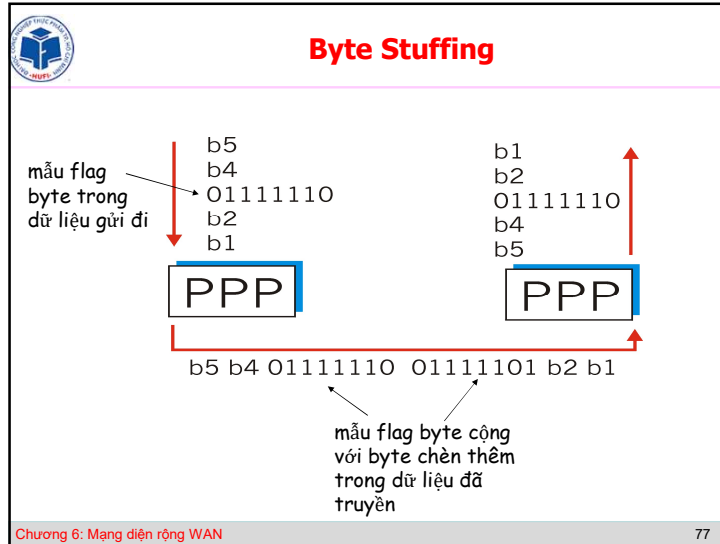
– **Hỏi:** nếu nhận <01111110> thì đó là dữ liệu hay flag?

Bên gửi: thêm ("stuffs") byte <01111110> sau mỗi byte dữ liệu <01111110>

Bên nhận:

- Hai byte <01111110> trên 1 hàng: hủy byte đầu, tiếp tục nhận dữ liệu
- Chỉ 1 byte <01111110>: flag byte

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 76



Kiến trúc ATM

ATM adaptation layer (AAL): Chỉ có ở hệ thống cuối

- Phân mảnh/hợp nhất dữ liệu
- Giống như tầng giao vận trong mô hình Internet

ATM layer: “Tầng mạng”

- Chuyển mạch và chọn đường cho các tế bào (Cell)

Physical layer

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 81

ATM: Tầng Network hay Tầng Link?

Quan điểm: truyền dữ liệu cuối-cuối: “ATM truyền dữ liệu từ máy này sang máy kia”

- ATM là tầng mạng

Thực tế: Sử dụng để kết nối các IP router

- “IP over ATM”
- ATM là tầng liên kết dữ liệu

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 82

ATM Adaptation Layer (AAL)

ATM Adaptation Layer (AAL): Tầng trung gian giữa các tầng trên và tầng ATM

AAL xuất hiện chỉ trong các hệ thống đầu cuối, không có trong các switch

Đoạn của lớp AAL (các trường header/trailer, dữ liệu) phân mảnh thành các cell ATM

- Tương tự: đoạn TCP trong nhiều gói IP

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 83

ATM Adaptation Layer (AAL)

Có nhiều phiên bản khác nhau của lớp AAL, phụ thuộc vào lớp dịch vụ ATM

AAL1: cho các dịch vụ CBR (Constant Bit Rate) như giả lập mạch

AAL2: cho VBR (Variable Bit Rate) như MPEG video

AAL5: cho dữ liệu (như IP datagrams)

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 84

Tầng ATM

Dịch vụ: vận chuyển các cells xuyên qua mạng ATM network

- Chức năng thì gần giống IP
- Dịch vụ đa dạng hơn

Network Architecture	Service Model	Guarantees ?				Congestion feedback
		Bandwidth	Loss	Order	Timing	
Internet	best effort	none	no	no	no	no (inferred via loss)
ATM	CBR	constant rate	yes	yes	yes	no congestion
ATM	VBR	guaranteed rate	yes	yes	yes	no congestion
ATM	ABR	guaranteed minimum	no	yes	no	yes
ATM	UBR	none	no	yes	no	no

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 85

Tầng ATM: Mạch ảo

Vận chuyển trên mạch ảo: các cell lan truyền từ nguồn đến đích trên mạch ảo

- Thiết lập cuộc gọi, chia nhỏ trước khi dữ liệu có thể truyền
- Mỗi gói lan truyền trên mạch ảo xác định (không ID đích)
- Mọi switch trên đường đi từ nguồn đến đích duy trì "trạng thái" cho mỗi kết nối đã qua
- Các tài nguyên kết nối, switch (bảng thông, các bộ đệm) có thể được cấp phát cho mạch ảo

Permanent vcs (pvcs) – các mạch ảo bền vững

- Những kết nối bền vững thời gian dài
- Tiêu biểu: dẫn đường "bền vững" giữa các IP router

Switched vcs (SVC) – các mạch ảo chuyển hướng

- Linh hoạt thiết lập dựa trên cơ sở mỗi cuộc gọi

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 86

Tầng ATM: Mạch ảo

Những thuận lợi của cách tiếp cận mạch ảo ATM:

- Hiệu suất, chất lượng dịch vụ được bảo đảm cho kết nối đã ánh xạ với mạch ảo (bảng thông, độ trễ, sự biến động độ trễ)

Những hạn chế của cách tiếp cận mạch ảo ATM:

- Không đủ sự hỗ trợ cần thiết cho lưu thông datagram
- Mỗi kết nối cần thiết giữa cặp nguồn/đích → không mở rộng được (cần đến N*2)
- SVC đưa ra latency thiết lập cuộc gọi, xử lý các kết nối thời gian ngắn

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 87

Lớp ATM: ATM cell

5-byte ATM cell header

48-byte tải

- Tại sao? Tải nhỏ → độ trễ khi tạo cell ngắn (khi số hóa giọng nói)
- Nửa khoảng từ 32 đến 64 (thỏa thuận!)

Cell header

dạng thức Cell

3rd bit in PT field; 1 indicates last cell (AAL-Indicate bit)

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 88

ATM cell header

VCI: virtual channel ID

- Sẽ thay đổi từ kết nối đến kết nối thông qua mạng


PT: kiểu tải (như cell RM với cell dữ liệu)

CLP: cell loss priority bit

- CLP = 1 thể hiện cell có độ ưu tiên thấp, có thể hủy bỏ nếu tắc nghẽn

HEC: header error checksum

- Kiểm tra sự dư thừa theo chu kỳ



Chương 6: Mạng diện rộng WAN 89

Tầng vật lý của ATM

2 mảnh (lớp con) của lớp physical

Transmission Convergence Sublayer (TCS): Tầng trung gian giữa ATM và tầng PMD

Physical Medium Dependent (PMD): phụ thuộc vào phương tiện vật lý sẽ dùng

Các chức năng TCS:

- Sinh ra header **checksum**: 8 bits CRC
- Mô tả sơ lược** cell
- Với lớp con "không cấu trúc" PMD, chỉ truyền các **cell rảnh rỗi** khi không có cell dữ liệu nào phải truyền

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 90

Tầng vật lý của ATM

Physical Medium Dependent (PMD)

SONET/SDH: truyền cấu trúc frame

- Mạng cáp quang;
- Dùng công nghệ TDM
- Có nhiều tốc độ khác nhau: OC3 = 155.52 Mbps;
- OC12 = 622.08 Mbps; OC48 = 2.45 Gbps, OC192 = 9.6 Gbps

TI/T3: truyền cấu trúc frame (kiến trúc điện thoại cũ): 1.5 Mbps/45 Mbps

Không cấu trúc: chỉ các cell (bận/rảnh)

Chương 6: Mạng diện rộng WAN 91

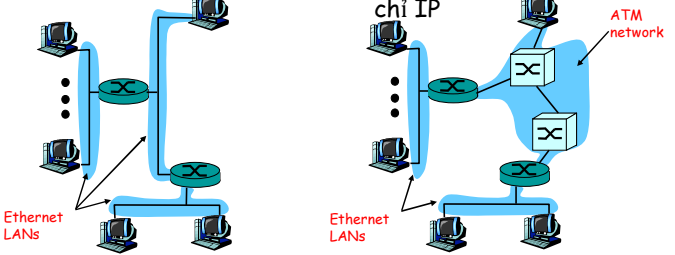
IP-Over-ATM

Chỉ có IP cổ điển

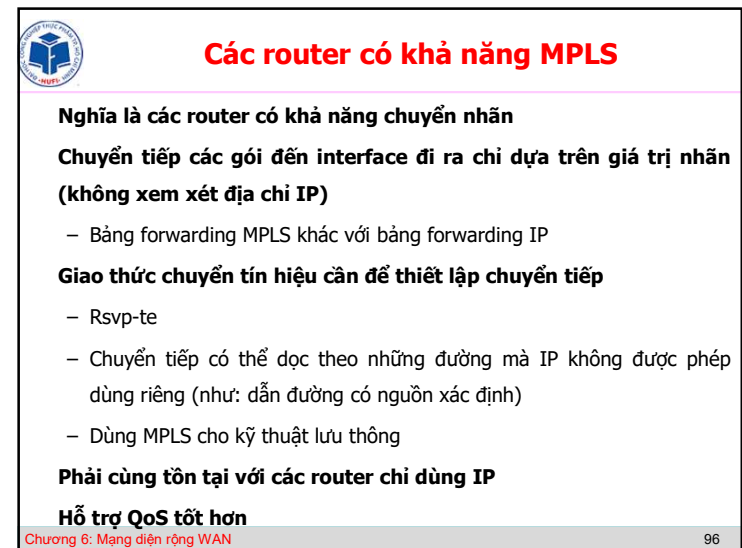
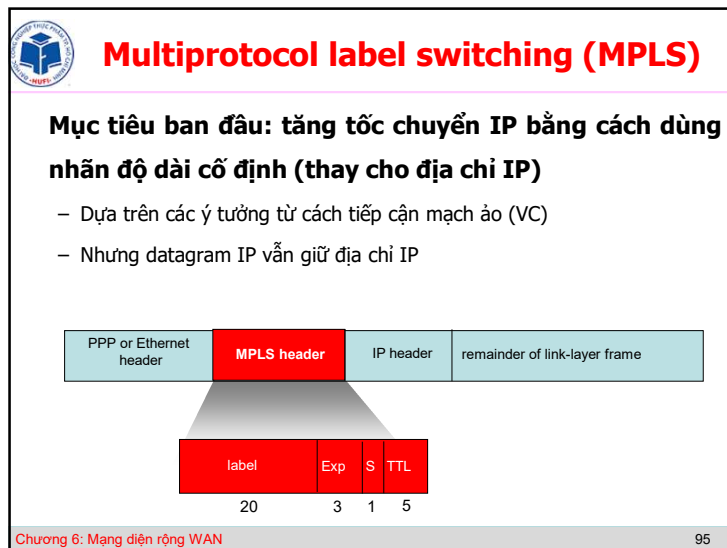
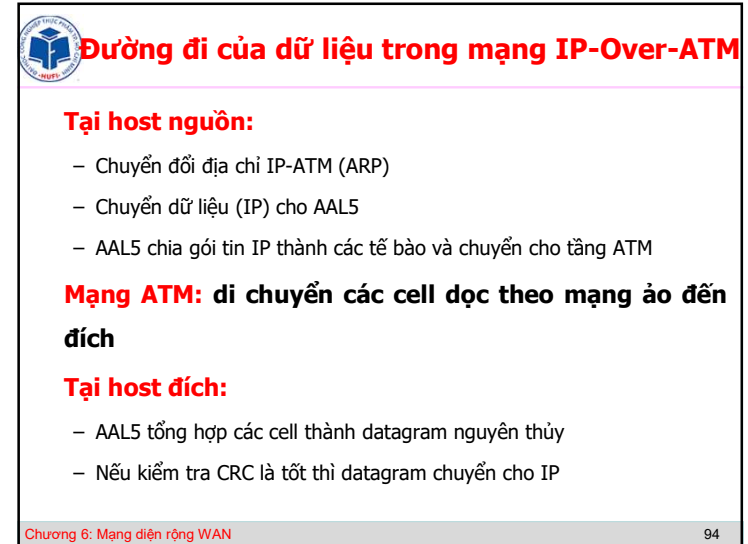
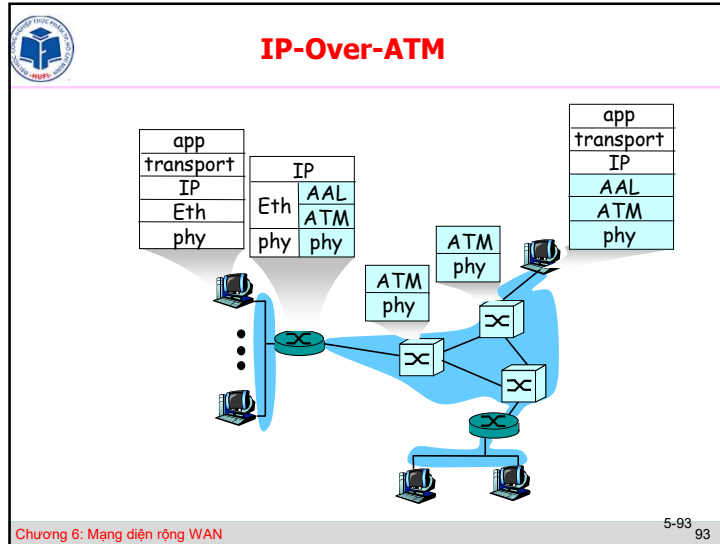
3 "mạng" (như các đoạn LAN) MAC (802.3) và các địa chỉ IP

IP-trên-ATM thay thế "mạng" (như các đoạn LAN) với mạng ATM

các địa chỉ ATM, địa chỉ IP



Chương 6: Mạng diện rộng WAN 92



References

Một số nội dung môn học được tham khảo từ:

Andrew S .Tanenbaum, "*Computer Networks*", Prentice Hall, 5th Edition 2011.

Jim Kurose, Keith Ross, *Computer Networking: A Top Down Approach 6th edition*, Addison-Wesley, March 2012

Bài giảng Mạng máy tính, Học Viện KTQS.

Cisco

Chương 6: Mạng diện rộng WAN

101

Q & A

Câu hỏi ?

Ý kiến ?

Đề xuất ?

Chương 6: Mạng diện rộng WAN

102