

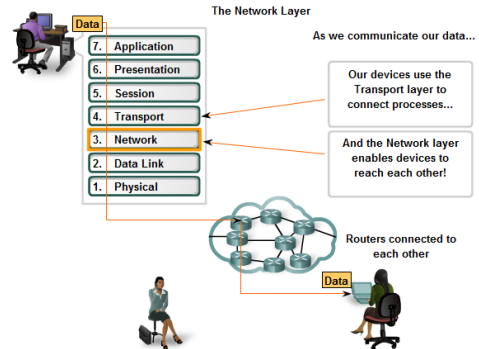


CHƯƠNG 5 LỚP MẠNG



Nguyễn Thị Thanh Nga
Bộ môn KTMT – Viện CNTT&TT
E-mail: ngantn@soict.hust.edu.vn

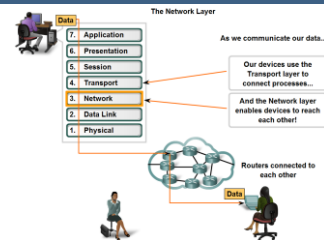
Lớp Mạng



Mục tiêu

- Xác định vai trò của lớp Mạng
- Vai trò của giao thức Internet (Internet Protocol) và các chức năng của nó
- Hiểu các nguyên lý phân chia hoặc nhóm trong mạng
- Hiểu **địa chỉ phân lớp** của các thiết bị và cách truyền thông giữa các mạng
- Hiểu các nguyên lý cơ bản của định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo, chuyển tiếp gói đến mạng đích.

Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)

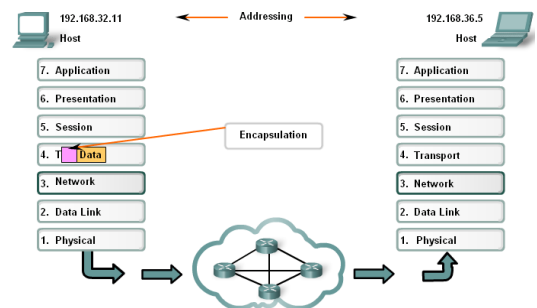


- Giao thức lớp Mạng thực hiện:
 - Xác định địa chỉ
 - Đóng gói nội dung

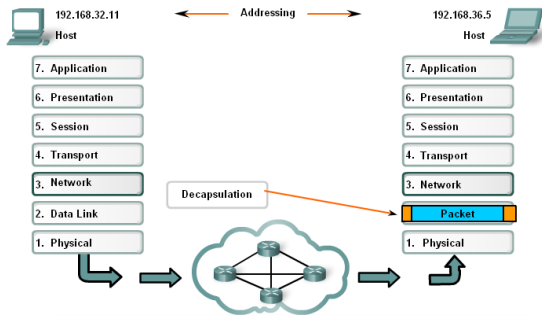
Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)

- Lớp 3 thực hiện 4 tiến trình sau:
 - Xác định địa chỉ
 - Đóng gói
 - Định tuyến
 - Mở gói

Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)



Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)



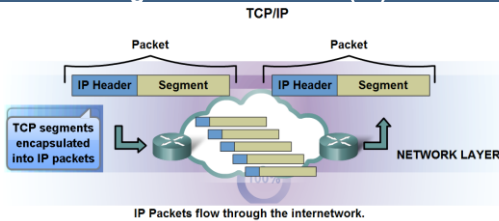
7

Các giao thức lớp Mạng

- Các giao thức hỗ trợ ở lớp Mạng có thể truyền dữ liệu gồm:
 - Internet Protocol version 4 (IPv4)
 - Internet Protocol version 6 (IPv6)
 - Novell Internetwork Packet Exchange (IPX)
 - AppleTalk
 - Connectionless Network Service (CLNS/DECnet)

8

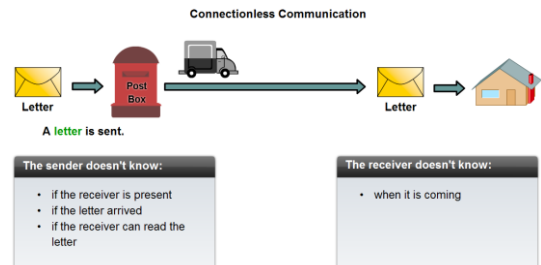
Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)



- Connectionless - No connection is established before sending data packets.
- Best Effort (unreliable) - No overhead is used to guarantee packet delivery.
- Media Independent - Operates independently of the medium carrying the data.

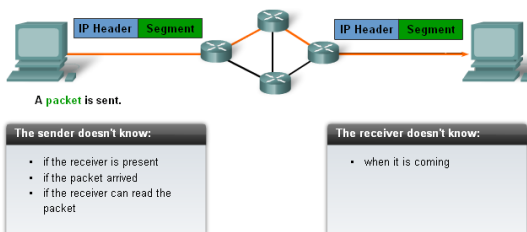
9

Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)



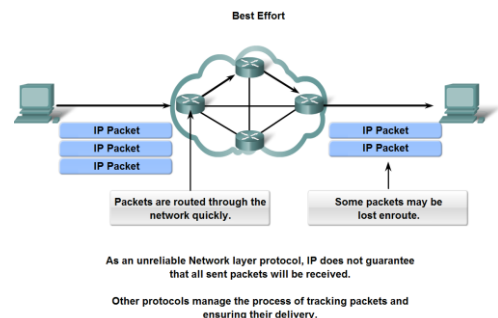
10

Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)



11

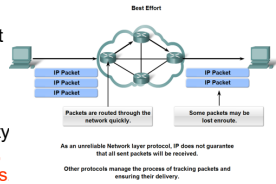
Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)



12

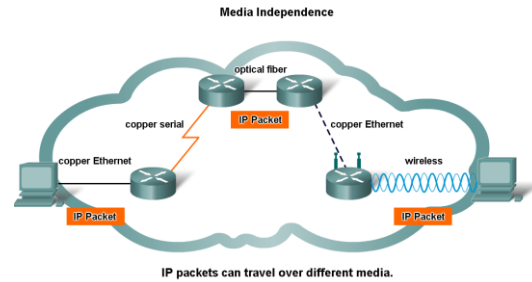
Network Layer Protocols and Internet Protocol (IP)

- Describe the implications for the use of the IP protocol as it is considered an **unreliable protocol**
- Unreliable means simply that IP **does not have** the capability to manage, and **recover from**, **undelivered or corrupt packets**
- Since protocols at other layers can manage reliability, IP is allowed to function very efficiently at the Network layer.



13

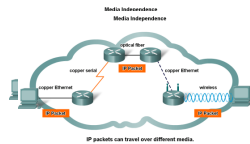
Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)



14

Network Layer Protocols and Internet Protocol (IP)

- Describe the implications for the **use of the IP as it is media independent**
- One major characteristic of the media that the Network layer considers: the maximum size of PDU that each medium can transport. This characteristic is referred to as the **Maximum Transmission Unit (MTU)**. Part of the control communication between the **Data Link layer** and the **Network layer** is the **establishment of a maximum size for the packet**.



15

Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)

Generating IP Packets

Transport Layer Encapsulation



Network Layer Encapsulation



In TCP/IP based networks, the Network layer PDU is the **IP packet**.

16

Các giao thức lớp Mạng và giao thức Internet (IP)

IPv4 Packet Header Fields

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Ver.	IHL	Service Type	Packet Length
Identification	Flag	Fragment Offset	
Time to Live	Protocol	Header Checksum	
Source Address			
Destination Address			
Options			Padding

17

Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31
VER	HLEN	Service Type	Total Length	Flags	Fragment Offset	
Identification	Protocol	Header Checksum				
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- 4 bits**
- Biểu thị phiên bản giao thức IP**
- IPv4: 0100; IPv6: 0110**

18

Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Lenth			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- 4 bits
- Biểu thị chiều dài Datagram header

19

Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Lenth			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- 8 bits
- Biểu thị mức độ quan trọng, được gán bởi giao thức lớp trên

20

Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Lenth			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- 16 bits
- Chiều dài của toàn bộ gói tính theo đơn vị byte, bao gồm cả dữ liệu và header

21

Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Lenth			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- 16 bits
- Datagram hiện tại

22

Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Lenth			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- 3 bits
- Bit thứ 2 chỉ thị liệu gói tin có bị phân đoạn?
- Bit cuối cùng chỉ thị gói tin có phải là phân đoạn cuối cùng trong một chuỗi các phân đoạn

23

Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Lenth			
Identification			Flags	Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- 13 bits
- Được sử dụng để ghép các đoạn dữ liệu lại với nhau.

24

Các trường thông tin lớp Mạng

048			16192431				
VERS		HLEN	Service Type	Total Lenth			
Identification			Flags		Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum				
Source IP Address							
Destination IP Address							
IP Options (if any)					Padding		
Data							
...							

- 8 bits
- Chỉ thị số lượng các bước mà gói tin có thể được truyền trước khi đến đích. Giá trị này sẽ giảm 1 khi gói tin được truyền qua 1 trạm.

25

Các trường thông tin lớp Mạng

048			16192431				
VERS		HLEN		Service Type		Total Lenth	
Identification				Flags		Fragment Offset	
Time to Live				Protocol		Header Checksum	
Source IP Address							
Destination IP Address							
IP Options (if any)						Padding	
Data							
...							

- 8 bits
- Chỉ thị gói tin đến sẽ được chuyển đến giao thức lớp trên nào (như là TCP hay UDP) sau khi hoàn thành quá trình xử lý IP.

26

Các trường thông tin lớp Mạng

0		4		8		16		19		24		31			
VERS		HLEN		Service Type		Total Lenth									
Identification						Flags				Fragment Offset					
Time to Live				Protocol		Header Checksum									
Source IP Address												Padding			
Destination IP Address															
IP Options (if any)															
Data															
...															

- 16 bits
- Giúp đảm bảo tính toàn vẹn của IP header
- Dữ liệu đóng gói không được xem xét

27

Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Lenth			
Identification			Flags		Fragment Offset	
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- 32 bits
- Chỉ thị địa chỉ node gửi

28

Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Service Type	Total Lenth			
Identification			Flags		Fragment Offset	
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- 32 bits
- Chỉ thị địa chỉ node nhận

29

Các trường thông tin lớp Mạng

0		4		8		16		19		24		31	
VERS		HLEN		Service Type		Total Lenth							
Identification				Flags				Fragment Offset					
Time to Live				Protocol		Header Checksum							
Source IP Address													
Destination IP Address													
IP Options (if any)										Padding			
Data													
...													

- Độ dài thay đổi
- Cho phép IP hỗ trợ nhiều tùy chọn khác nhau như bảo mật...

30

Các trường thông tin lớp Mạng

048			16192431			
VERS		HLEN	Service Type	Total Lenth		
Identification			Flags		Fragment Offset	
Time to Live		Protocol	Header Checksum			
Source IP Address						
Destination IP Address						
IP Options (if any)					Padding	
Data						
...						

- Độ dài thay đổi
- Các số không được thêm vào để đảm bảo trường này luôn là bội số của 32 bits.

31

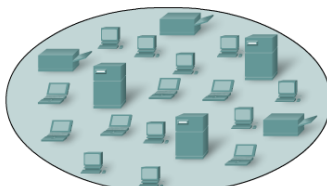
Các trường thông tin lớp Mạng

0	4	8	16	19	24	31	
VERS	HLEN	Service Type	Total Length				
Identification			Flags		Fragment Offset		
Time to Live		Protocol	Header Checksum				
Source IP Address							
Destination IP Address							
IP Options (if any)					Padding		
Data							
...							

- Độ dài thay đổi lên đến 64 Kb
- Chưa các thông tin của lớp trên

32

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp

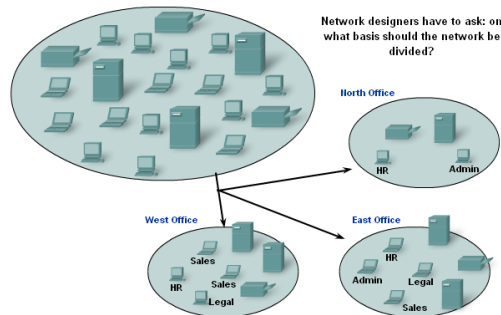


A large network is simply too complex to operate and manage efficiently.

Network designers have to ask: on what basis should the network be divided?

33

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp

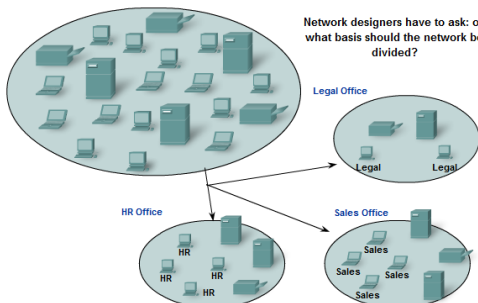


Network designers have to ask: on what basis should the network be divided?

- Địa lý

34

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp

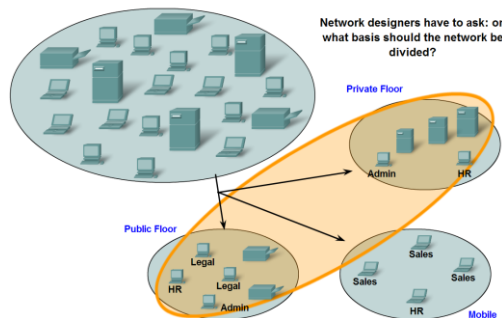


Network designers have to ask: on what basis should the network be divided?

- Mục đích sử dụng

35

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp



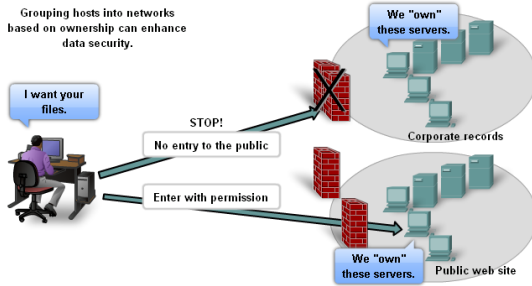
Network designers have to ask: on what basis should the network be divided?

- Quyền sở hữu

36

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp

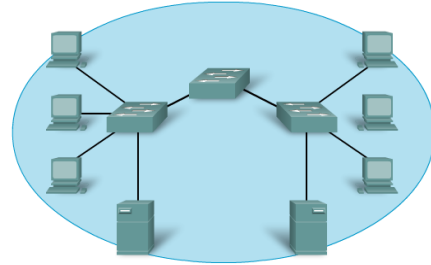
Grouping hosts into networks based on ownership can enhance data security.



■ Quyền sở hữu

37

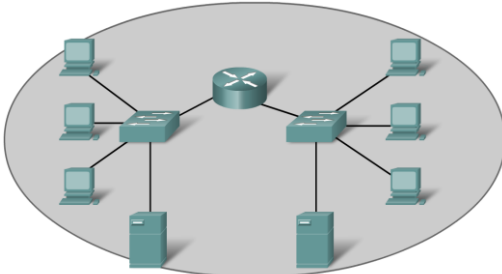
Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp



All devices in this network are connected in one broadcast domain when the switch is set to the factory default settings. Since switches forward broadcasts by default, broadcasts are processed by all devices in this network.

38

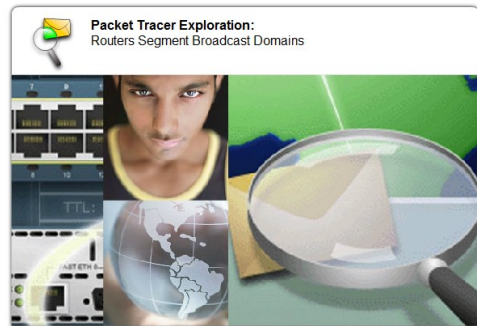
Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp



Replacing the middle switch with a router creates 2 IP subnets, hence, 2 distinct broadcast domains. All devices are connected but local broadcasts are contained.

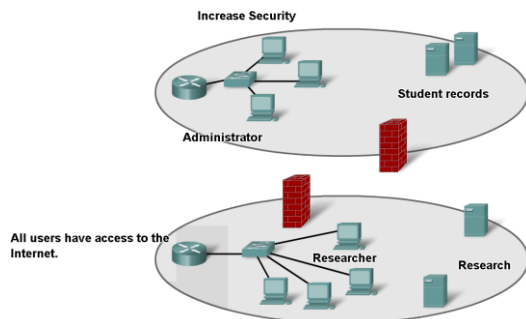
39

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp



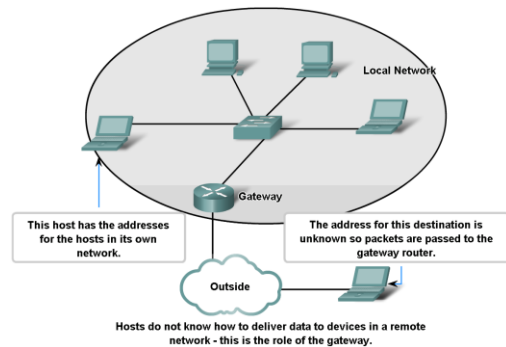
40

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp



41

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp

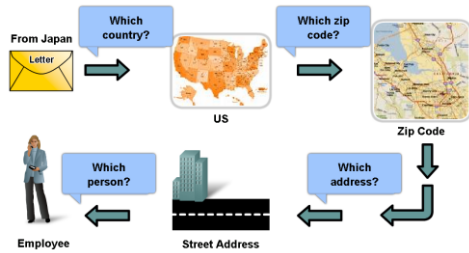


42

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp

Hierarchical Addressing

TO: Jane Doe 170 West Tasman Drive, San Jose, CA 95134, USA

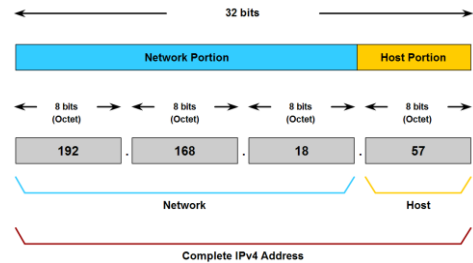


At each step of delivery, the post office need only examine the next hierarchical level.

43

Nhóm các thiết bị trong mạng và địa chỉ phân lớp

Hierarchical IPv4 Address



44

Các giao thức định tuyến



Định tuyến là quá trình tìm đường đi hiệu quả nhất.

Routing

The network layer is responsible for routing packets through a network.

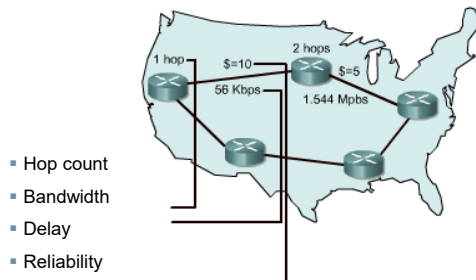
45

Chức năng của bộ định tuyến

- Duy trì một bảng định tuyến, đảm bảo các bộ định tuyến khác biết về những sự thay đổi trong mạng.
- Sử dụng bảng định tuyến để quyết định đường đi cho gói tin.
- Các tham số định tuyến được sử dụng để quyết định ưu thế của một tuyến đường này so với một tuyến đường khác.

46

Các tham số định tuyến

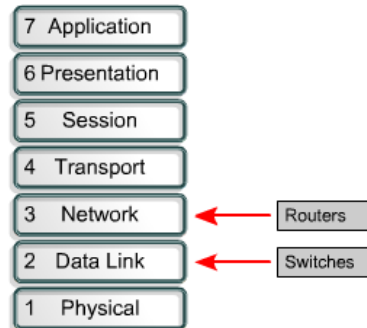


- Hop count
- Bandwidth
- Delay
- Reliability
- Load
- Cost

The network layer is responsible for routing packets through a network.

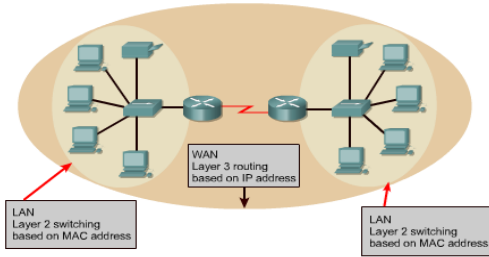
47

Định tuyến vs. Chuyển mạch



48

Định tuyến & Chuyển mạch Lớp 2



Layer 2 switching takes place within the LAN. Layer 3 routing moves traffic between broadcast domains. This requires the hierarchical addressing format that a Layer 3 addressing scheme like IP provides.

49

Định tuyến vs. Chuyển mạch

Features	Router	Switch
Speed	Slower	Faster
OSI Layer	Layer 3	Layer 2
Addressing used	IP	MAC
Broadcasts	Blocks	Forwards
Security	Higher	Lower

The speed and security are relative comparisons, and depend on the configurations of the device.

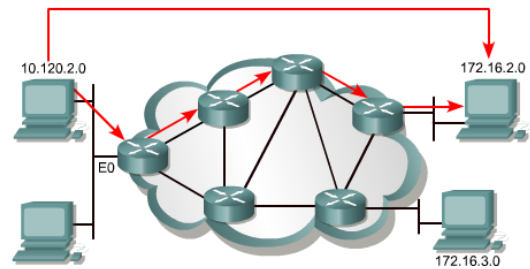
50

Được định tuyến và định tuyến

- **Giao thức được định tuyến:** được sử dụng ở lớp Mạng để truyền dữ liệu từ thiết bị này qua thiết bị khác thông qua 1 bộ định tuyến.
- Ví dụ: Internet Protocol (IP); Novell's Internetwork Packet Exchange (IPX); DECnet, AppleTalk, Banyan VINES, and Xerox Network Systems (XNS)

51

Được định tuyến và định tuyến



Routed protocol transport data from one end-station to another.

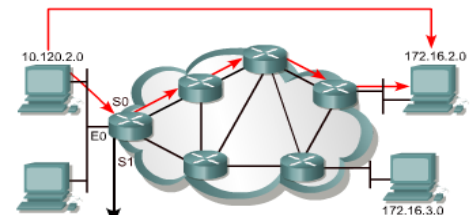
52

Được định tuyến và định tuyến

- **Giao thức định tuyến:** cho phép bộ định tuyến chọn đường đi tốt nhất từ nguồn đến đích.
- Cung cấp các tiến trình để chia sẻ thông tin định tuyến
- Cho phép các bộ định tuyến trao đổi thông tin với nhau để cập nhật và duy trì bảng định tuyến.
- Ví dụ: Routing Information Protocol (RIP), Interior Gateway Routing Protocol (IGRP), Open Shortest Path First (OSPF), Border Gateway Protocol (BGP), and Enhanced IGRP (EIGRP)

53

Được định tuyến và định tuyến



Network Protocol	Destination Network	Exit Interface
Connected	10.120.2.0	E0
RIP	172.16.2.0	S0
IGRP	172.16.3.0	S1

Routing protocols are used between routers to determine paths and maintaining routing tables

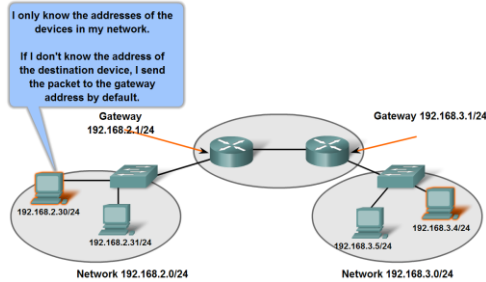
After the path is determined a router can route a routed protocol

Routing protocol = RIP, IGRP

54

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

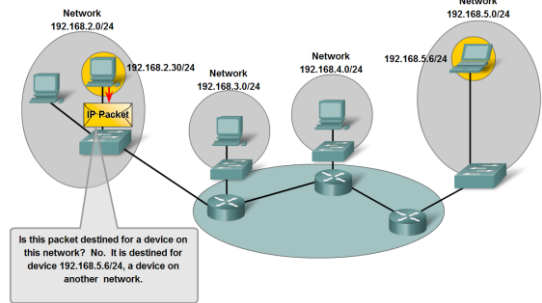
Gateways Enable Communications between Networks



55

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

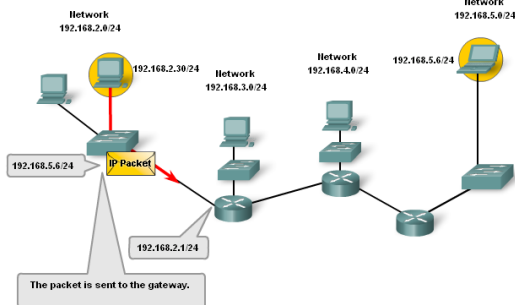
Routing IP Packets



56

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

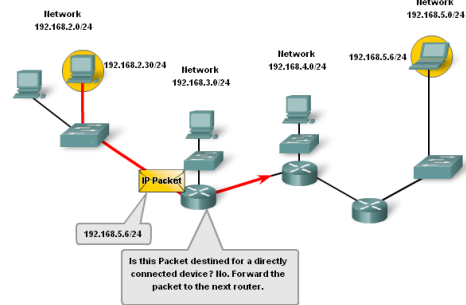
Routing IP Packets



57

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

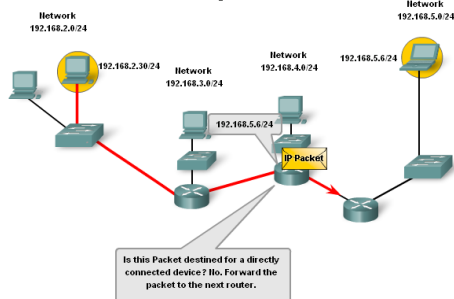
Routing IP Packets



58

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

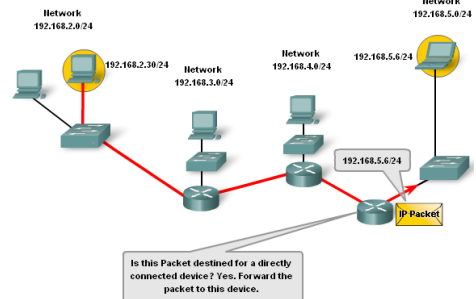
Routing IP Packets



59

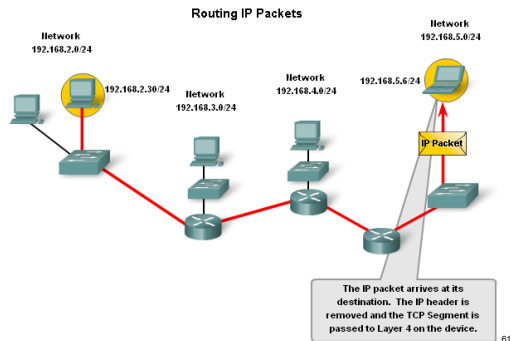
Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

Routing IP Packets

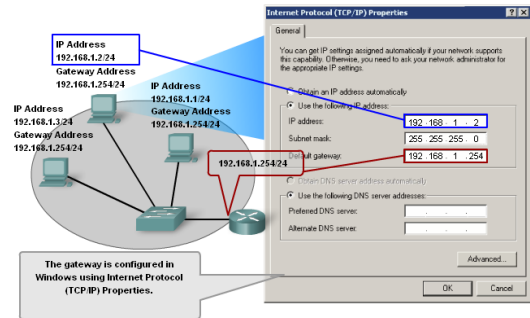


60

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin



Gateway – Cổng ra của mạng



Gateway – Cổng ra của mạng

Confirming the Gateway Settings

```
C:\>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

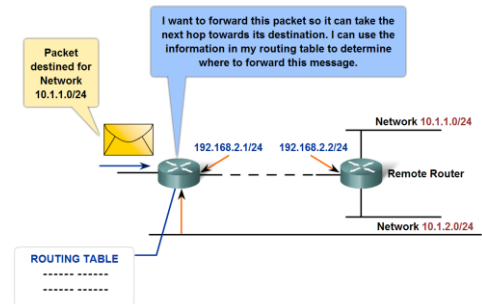
    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address . . . . . : 192.168.1.2
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254

Default gateway address for this host computer
```

Sample ipconfig output showing default gateway address

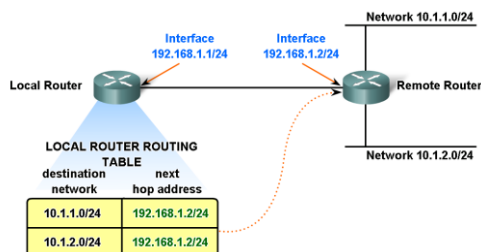
Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

Routing Tables



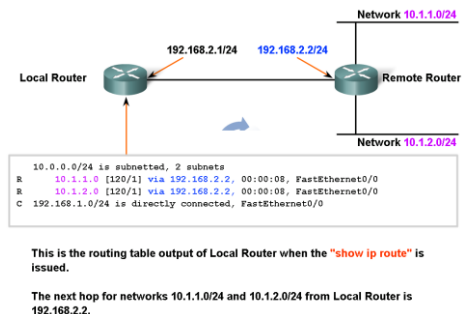
Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

Local Router Routing Table



Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

Confirming the Gateway and Route



Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

Routing Table Output with Next Hops

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R    10.1.1.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
R    10.1.2.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

67

Default route – Tuyến mặc định

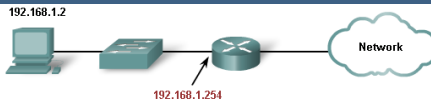
The routing table shows the default route 0.0.0.0.

```
Gateway of last resort is 192.168.2.2 to network 0.0.0.0
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R    10.1.1.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
R    10.1.2.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.2.2
```

Packets with destination hosts addresses not in one of the network ranges shown will be forwarded to the gateway of last resort.

68

Bảng định tuyến trên thiết bị



```
Interface List
0x2 ... 00 0f fe 26 f7 7b ... Gigabit Ethernet - Packet Scheduler Miniport

Active Routes:
Network Destination  Netmask          Gateway          Interface  Metric
0.0.0.0              0.0.0.0          192.168.1.254    192.168.1.2  20
192.168.1.0          255.255.255.0    192.168.1.2      192.168.1.2  20
Default Gateway:     192.168.1.254
// output omitted //
```

This is an example of a routing table on an end device after the netstat -r command is issued. Note that it has a route to its network (192.168.1.0) and a default route (0.0.0.0) to the router gateway for all other networks.

70

Host Routing Table

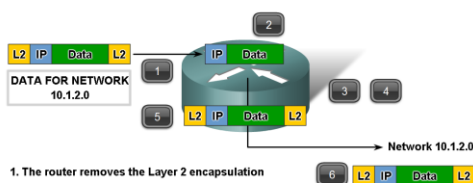
- A host creates the routes used to forward the packets it originates. These routes are derived from the connected network and the configuration of the default gateway.
- Hosts automatically add all connected networks to the routes. These routes for the local networks allow packets to be delivered to hosts that are connected to these networks.

Route print

71

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

Route Entry Exists

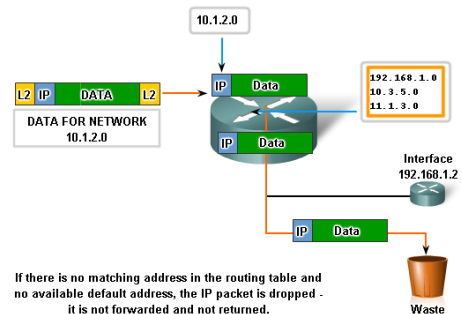


- The router removes the Layer 2 encapsulation
- Router extracts the destination IP address
- Router checks the routing table for a match
- Network 10.1.2.0 is found in the routing table
- Router re-encapsulates the packet
- Packet is sent to Network 10.1.2.0

72

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin

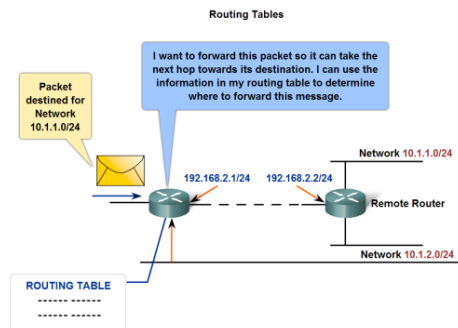
No Route Entry and No Default Route



If there is no matching address in the routing table and no available default address, the IP packet is dropped - it is not forwarded and not returned.

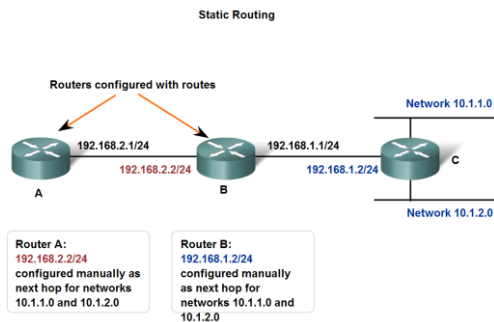
73

Giao thức định tuyến – chia sẻ đường đi



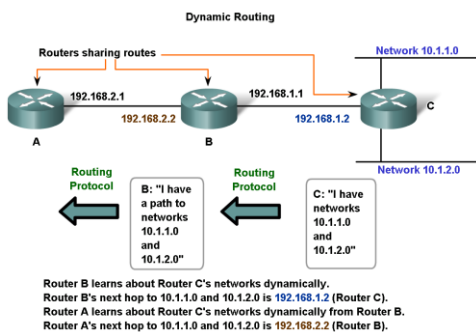
74

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin



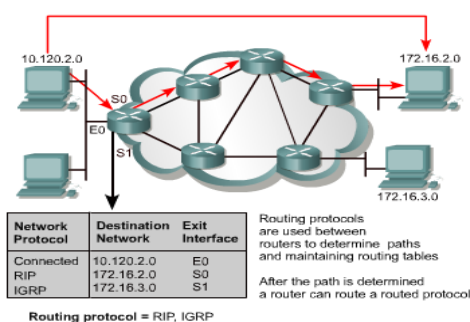
75

Cơ bản về định tuyến, địa chỉ bước tiếp theo và chuyển tiếp gói tin



76

Giao thức định tuyến



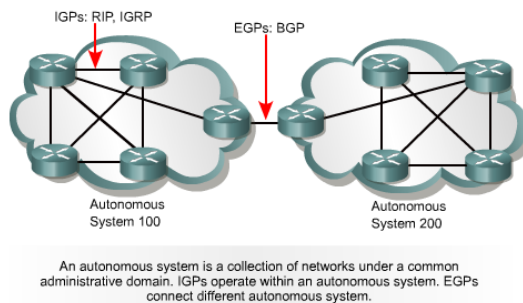
77

Giao thức định tuyến

- Giao thức định tuyến:** cho phép bộ định tuyến chọn đường đi tốt nhất từ nguồn đến đích.
- Cung cấp các tiến trình để chia sẻ thông tin định tuyến
- Cho phép các bộ định tuyến trao đổi thông tin với nhau để cập nhật và duy trì bảng định tuyến.
- Ví dụ: Routing Information Protocol (RIP), Interior Gateway Routing Protocol (IGRP), Open Shortest Path First (OSPF), Border Gateway Protocol (BGP), and Enhanced IGRP (EIGRP)

78

IGP và EGP



79

Link state and Distance Vector

- The distance-vector routing approach determines the **distance and direction**, vector, to any link in the internetwork. Routers using distance-vector algorithms **send all or part of their routing table entries to adjacent routers on a periodic basis**. This happens even if there are no changes in the network. Eg: RIPv1, IGRP, EIGRP
- Link state routing protocols send periodic update at longer time interval (30'), **Flood update only when there is a change in topology**. Link state use their database to create routing table. Eg: OSPF, IS-IS

81

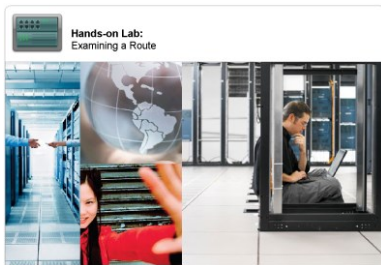
Routing Protocols

- RIPv1: distance vector; uses hop count as its metric; RIPv1 cannot route a packet beyond 15 hops. RIPv1 requires all devices in the network use the same subnet mask. RIPv2 supports VLSM.
- IGRP: distance-vector; routing protocol developed by Cisco. IGRP can select the fastest path based on delay, bandwidth, load, and reliability. It also has a much higher maximum hop count limit than RIPv1.
- OSPF
- IS-IS
- EIGRP
- BGP

82

Fundamentals of Routes, Next Hop Addresses and Packet Forwarding

- Explain the role of routing protocols in building the routing table



83