

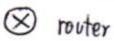
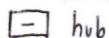
for Staples

Network OverviewNetwork device

- End user device \rightarrow device ผู้ใช้งาน เช่น คอมพิวเตอร์
- Intermediate device \rightarrow router, switch, hub
- media device \rightarrow สาย

Network diagram

- \hookrightarrow แสดงการติดต่อของ Network
- Physical \rightarrow ผู้คนที่ต้องการเชื่อมต่อ, port บนเครื่อง
 - Logical \rightarrow รูปแบบ

Introduction to Network

Wireless

LAN

WAN

Network size

- Small Home
- Small office / Home office
- Medium to Large
- World Wide

Common type

- LAN - Single Admin
- WAN

for Staples

Reliable Network

- Fault Tolerance ความต้านทานต่อความไม่สงบ
- Scalability ความสามารถในการขยายตัว
- Security ความปลอดภัย
- Quality of Service คุณภาพบริการ, service level

Data Unit

RANDOM

Segment	4	s. port , d. port
Packet	3	s. IP , d. IP
Frame	2	s. MAC , d. MAC
Bits	1	

Type of connection in LAN

1. Straight-Through \rightarrow AA, BB
2. Crossover 1-3, 2-6

TRANSPORT NETWORK
DATALINKNetwork AddressingProtocol

- 5 - Application HTTP, DNS, DHCP, FTP

- 4 - Transport TCP, UDP

- 3 - Internet IP \rightarrow V4, V6, ICMP \rightarrow V4, V6

- 2 - Network Ethernet PPP, Frame Relay, ATM, WLAN

TCP/IP
Model/ReferencePort Address $0-2^{16} \rightarrow 0-65535$ 0-1023 \rightarrow Well known Port1024-49151 \rightarrow registered port \rightarrow no port 700 ถึง 1024 public49152 - 65535 \rightarrow dynamic, private port

Private

10.0.0.0 - 10.255...

172.16.0.0 - 172.31.255...

192.168.0.0 - 192.168.255...

IP Address V.4 \rightarrow 32 bits, V.6 \rightarrow 128 bits 0.0.0.0A Network H.H.H.H. \rightarrow 4 bitsB N.N.H.H. \rightarrow 7-1C N.N.N.H. \rightarrow 2 = 128-191D Multicast \rightarrow 2^{b-1} = 192-223E reserve \rightarrow Time To Live = 0 \rightarrow ถ้า drop บน NW ต้องไม่Physical Addr. \rightarrow Ethernet MAC address by IEEE \rightarrow 8 บิต (24 bits)Hex 12 digit \times 4 bits per digit = 48 bit binaryMessage Delivery1. Unicast \rightarrow ผู้เดียว 1 ตัวอยู่ 1 สถานที่2. Multicast \rightarrow ผู้เดียวหลายสถานที่3. Broadcast \rightarrow ผู้เดียวในทั้งหมดที่อยู่ใน network \rightarrow FFF...F \rightarrow 12 บิต

↳ Protocol ที่ใช้ DHCP, ARP

↳ 224.0.0.0 - 239.255.255.255 \rightarrow ที่ V.6 ที่มี FF00::/8 \rightarrow IP.

MAC Addr. ที่มีอยู่ 01-00-5E

Basic Router ConfigurationCisco IOS Function

- Security
- Routing
- QoS
- Addressing
- Interface
- Managing Resource

enable
โดยอัตโนมัติUser EXEC Mode >Privileged EXEC Mode #Global Configuration Mode () #Other Configuration Mode (-) #Accessing a Cisco IOS Device- Console port \rightarrow พอร์ต串行 เช่น RS232

- Telnet

- Secure Shell (SSH)

- AUX Port

ผู้ดูแลเครือข่าย
Manage RouterNavigating the IOS

> ping, show (limited), enable, etc.

> enable

configure all user EXEC commands, debug commands, reload, configure, etc.

(config) # ~~enable secret~~ hostname, enable secret, ip route(config-if) # ~~no shutdown~~

(config-router) #

(config-line) #

for Staples



for Staples

04 : Distance vector Routing Protocol, RIP1

88 Dynamic Routing Protocol 88

▶ function

▶ 6688 ร่วมมือกันระหว่าง Router

▶ Auto update routing table

▶ ให้ best path

▶ Purpose

▶ Discover remote network

▶ ให้ route from routing

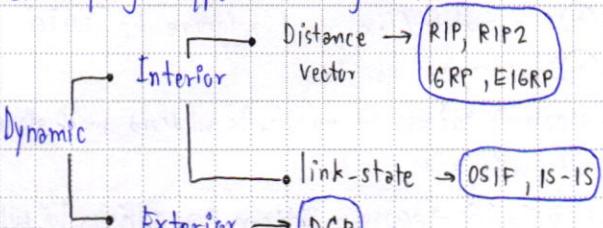
▶ ค้นหา best path, ให้ path ใหม่ ถ้ามี更好的

▶ Component

▶ Algorithm

▶ Routing Protocol Message

Classifying : type of routing protocol



for Staples

▶ Autonomous System (AS)

: กลุ่มของ router ที่มีความต้องการเดียวกัน & ไม่มีผู้ดูแล

▶ Distance vector (DV)

▶ routes → distance + direction

▶ Incomplete view of network topology

▶ period update

▶ Link-state

▶ complete view

▶ not period update

① classful → แบ่ง subnet mask

② classless → ไม่ subnet mask

▶ Convergence

: เมื่อทุกๆ router รู้ว่า network down

① Slower Convergence : RIP, IGRP

② Faster Convergence : EIGRP, OSPF

Routing Protocol Metric → 781umjs คำนวณ best path

▶ Metric : value in routing protocol ที่บันทึก path ที่เราต้องการ

▶ Hop Count ▶ Bandwidth ▶ Cost

▶ Delay ▶ Load ▶ Reliability

for Staples ▶ Load Balance : 7278 มากกว่า 1 เนื่องจาก metric มากกว่า 1

Administrative Distance of a Route : บันทึกว่าเราใช้ protocol ไหน

▶ numeric value → AD

▶ ยิ่งเป็นต่ำ ยิ่งดี ใกล้ชิด

▶ 0.1-100

Distance Vector Routing Protocol

→ RIP, IGRP → EIGRP

▶ 6672 คือ ① vector or direction ② cost

▶ Characteristics.

▶ Period Update

▶ Broadcast Update 255.255.255.255

▶ Neighbors (R.I.P. ตัวเดียว) ▶ Routing table → ส่ง path update กันๆ

▶ 6688 ทั้งหมดที่ใช้ใน Routing Protocols.

▶ time to convergence

▶ Scalability

▶ Resource usage

▶ Implementation & maintenance

Network Discovery # มี 3 ขั้นตอน 9 นาที 18

① cold start →

② Initial Exchange → สำหรับการติดต่อ Exchange

③ Exchange of Routing Information → update routing

Routing Table Maintenance

① Periodic Update : RIP update timer (30s) (240)

▶ RIP timer ① Invalid timer (80) ② Hold-down (80) ③ Flush timer

② Bounded update : EIGRP → 6672 ต้องรอ 7 วินาที update รีบวน

③ Triggered update : Update ทันที 7 วินาที periodic time random

④ Random Jitter : 7 วินาที ระหว่าง multiple access 6672 ต้อง update รีบวน

Routing Loop (วงจรอ) : Interface down → ต้องรีบวนกัน routing table

เกิด loop ⇔ → 6672 count to infinity

▶ แก้ไข

① Setting a Maximum 16 hops - "unreachable"

② Hold-down timer

③ Split Horizon 7 วินาที update ที่ 7 ต่อไป

④ Route Poisoning นำ router ที่เสียหาย down ฟื้นฟูได้

⑤ Split Horizon with poison reverse 7 วินาที split Horizon

⑥ IP & TTL (Time to Live) → 7 วินาที 8 bit IP Header → limit 7 วินาที

hop n packet มากกว่า 7 วินาที ต้อง drop ทิ้ง

88 RIP Version 1 88

▶ Characteristics ① classful, DV routing protocol ② Metric = count Hop

③ Max Hop count = 15 ④ Update → Broadcast 7 วินาที 30 s.

▶ Operation → use 2 message type

① Request msg

② Response msg

▶ ip route → RIP default 120

show → 2 ลักษณะ

Basic RIPv1 Configuration

① 6688 basic configure

② 6688 router rip interface network 192.168.1.0

network 6688



for Staples

06: OSPF & DHCP

OSPF : open shortest path first

Link-State Routing Protocol & OSPF

► Link-state routing protocol ที่ใช้ protocol ที่ต้องรู้โครงสร้าง

complete map of network topology ที่ต้องรู้โครงสร้างทั้งหมด

shortest path first (SPF) ตาม dijkstra

► ข้อดี ① NW ขนาดใหญ่ ② fast convergence

③ Admin สามารถติดตามได้

► วิธีการ update ① learn info. ของ link

② Say hello neighbor

③ บอก info. ของ link state packet (LSP)

④ router flood LSP to all neighbors

→ ทำให้เก็บไว้ใน DB

⑤ router ให้ all LSP ที่เก็บไว้ใน DB (SPT tree)

+ Adding OSPF → routing table

► ข้อดี ① สร้าง topology map คำนวณ shortest path

② fast convergence จัดการได้เร็วๆ

③ LSP sent only when change topology

for Staples

ผลลัพธ์ของ shortest-path

④ hierarchical design (NW ใหญ่ๆ กว่าๆ)

resource ใหม่: หน่วยงานใน area

► ข้อเสีย ① ใช้ memory จำนวนมาก all link-state info.

② ใช้ CPU จำนวนมาก ③ กรณี LSP มาก ใช้ BW มาก

OSPF Message

► OSPF AD < 110, 3 Table ① Neighbor show ip ospf neighbor

② Topology (map) show ip ospf database

③ Routing (shortest path)

► Message 01-00-SE-00-00-05

► Encapsulating 01-00-SE-00-00-06

► MAC Dest. = Multicast

► Protocol field = 89

► type OSPF Packet

► "01" Hello ทุก 10s (default: multicast & point-to-point)

► "02" 30s (default: non-broadcast multiaccess (NBMA) NW)

cisco default 4 times (40s)

► "02" Db Description (DBD) → Synchronization DB info.

► "03" Link-state Request (LSR) → request Link-state

for Staples

► "04" Link-state Update (LSU) → send update link-state

► "05" Link-state Acknowledgement (LSAck) → receive LSU

OSPF Operation

6 ระยะการทำงาน

① Down state (ไม่มี connection)

② Init state (เริ่มต้น Hello)

③ Two-way state (เริ่มต้น hello)

→ Exchange State → Loading State

→ Full State (เมื่อ router update ครบทั่วโลก)

Configuring Single-Area OSPF v2 → "router ospf"

► Process-id = 1 - 65535

► ที่มี logically significant

Router(config-router) # router-id 1.1.1.1

► กำหนดค่า (*1) Conn

(*2) → loopback interface

(*3) → active interface IP ของเครือข่าย

* กรณี set (*1) Conn (*2)

Router ospf process-id

network network-address wildcard-mask area area-id

► OSPF Cost

► ที่ BW 默认值 (default reference BW = 10⁴)Cost = $\frac{10^8}{\text{intf BW bps}}$

intf BW bps

• 10 Gb Ethernet $> 100 \times 10^6 \rightarrow \text{Cost} = 1$ • Gb " $> 10 \times 10^6 \rightarrow \text{Cost} = 1$ • Fast " $> 10^8 \rightarrow \text{Cost} = 1$ • Serial " $= 1.544 \times 10^6 \rightarrow \text{Cost} = 64$

① กำหนดค่า reference BW

Fast	auto-cost reference-bandwidth 100	(ค่า default 10 ⁴) ; F = G = 10G = 1
Giga	"	" ; F = G = 10G = 1
10 Giga	"	" ; F = 100, G = 10G = 1
		10G = 1

② กำหนดค่า BW

Router(config-if) # bandwidth 64 (EIGRP & OSPF can 7870x)

③ กำหนดค่า cost

Router(config-if) # ip ospf cost 15625



Verify OSPF

- ▷ Show ip ospf neighbor
 - ▷ Show ip protocol
 - ▷ Show ip ospf interface brief
 - ▷ Show ip ospf
- more configure : Redistributing an OSPF Default Route

```
R(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 loopback N
```

```
R(config)# router ospf process-id
```

```
(R(config-router)# default-information originate
```

↳ default route update 7วิช OSPF

	RIP	RIPv2	IGRP	EIGRP
Speed of Convergence	slow	slow	slow	fast
Scalability - size of NW	small	small	small	large
Use of VLSM	X	V	X	V
Resource Usage	low	low	low	medium
Implementation & maintenance	Simple	Simple	Simple	Complex

8. DHCP : Dynamic Host Configuration Protocol

↳ config : Host 7ü auto

▷ Ex. ip, subnet mask, default gateway, dns

DHCP operation

← ▷ DHCPDISCOVER 7ก็จะ NW 7ก็จะ server ที่ 7ก็จะ DHCP 7um

→ ▷ DHCPOFFER 7

← ▷ DHCPREQUEST request 7ก็จะ (vo)

→ ▷ DHCPACK Server 7ก็จะ 7ü ip

▷ DHCP method

① Manual Allocation : admin assign 103

(M)

② Automatic Allocation : DHCP req auto assign addr. 7ü pool & 7ü lease time

③ Dynamic Allocation : 7ก็จะ 7ก็จะ ip 7ü & lease time 7ก็จะ lease time 7ü re ip 7ü

Configure server

```
R1(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.9
R1(config)# ip dhcp pool LAN-pool-1 7
R1(dhcp-config)# network 192.168.10.0 255.255.255.0 → nw 7
R1(dhcp-config)# default-router 192.168.10.1 # 7
R1(    "    ) # dns-server 192.168.11.5 7
R1(    "    ) # domain-name example.com 7
R1(    "    ) # end
```

Configure Client

```
R1(config-if)# ip address dhcp
      # no shutdown
```

Verify

- ▷ show running-config | section dhcp
- ▷ show ip dhcp binding
- ▷ show ip dhcp server statistics

for Staples

11: EIGRP

- classless version of IGRP
- distance-vector

(RTP)

EIGRP Transport layer protocol

within: delivery + reception w/o EIGRP packet

* Feature *

- ① DUAL: Diffusing Update Algorithm → ไม่loop-free + backup paths
- ② Establishing Neighbor → ต้องการพบเพื่อน router EIGRP ที่อยู่ตรงกันโดยตรง
→ Adjacencies ต้อง track แนวเส้นทาง: ว่า ไป哪里
- ③ Reliable Transport Protocol → RTP จัดการ packets ที่ส่งไปเพื่อน (by Dual)
- ④ Partial and Bounded updates → update เฉพาะบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลง + จำกัด
- ⑤ Equal and Unequal Cost Load Balancing → cost ในการเดินทาง ทำให้ load balance ได้

* Basic feature *

- ทั้ง PDMs สาม support protocols ที่มี IP, IPv4, IPv6.
- Support "authentication" → router จะส่ง routing information ที่ router ที่ config รหัสผ่าน เองเท่านั้น
↳ does not encrypt the EIGRP routing updates.

* EIGRP Packet Type *

- ① Hello → Discover (ค้นหา) EIGRP router ใดๆ ก็ได้ใน network - ตรวจสอบ Hello, Router ID ใน Neighbor table
- ② Update → ข้อมูล routing information ที่มี known destination → จัดส่ง unicast, ไม่มี response Ack
- ③ Ack → รับเรียก unicast packet "dataless"
- ④ Query → Request "ค้นหาอะไร" สนใจ router ไหน "multicast or unicast"
- ⑤ Reply → Respond to query "unicast"

- * EIGRP Message * → บรรจุใน IPv6. แล้ว encap IPv6 header ด้วย multicast addr FFO2::A หรือ protocol 88
- 1589 - destination multicast addr. 01-00-5E-00-00-0A "EIGRP frame"
- destination IP addr. 224.0.0.10 หรือ broadcast packet ที่มี EIGRP packet (protocol 88) "IP packet header"
- แบ่ง成 EIGRP message "Packet header" } "data portion"
- Type / Length / Value (TLV)" - 1589 EIGRP Parameters, IP Internal, External

Datalink Frame Header	IP Packet Header	EIGRP Packet Header	TLV Types
MAC Source Addr. = Addr. of Sending Interface	IPv4. Source Addr. = Addr. of sending Intf.	Opcode for EIGRP	Some types include
MAC Dest. Addr. = Multicast : 01-00-5E-00-00-0A	IPv4. Dest. Addr. = Multicast ; 224.0.0.10	Autonomous System	0x0001 EIGRP Parameters
	Multicast ; 224.0.0.10 Number	Protocol : 88	0x0102 IP Internal Router
		7 8 15/16 23/24 31	0x0103 IP External Router,

* Autonomous System (AS) *

Collection of network under the control of a single authority

- AS number → 16 bits, 0-65535

managed by IANA หรือ

Assigned by RPs to ISPs

version	opcode	checksum	
	flags		EIGRP header
	Sequence		
	Ack		
	Autonomous number		
	0	31 bit	

for Staples

ในปี 2007 → 32 bits

ของแต่ละ AS ต้องมี route(s) อยู่ใน AS.

* Router ID * ใช้ identify router ที่อยู่ใน EIGRP routing domain

► ต้อง config router ID ให้เป็น highest IPv4 addr. ของ loopback interface

► ต้อง config router ID ให้เป็น highest active IPv4 addr. ของ physical interface



Wildcard mask \rightarrow 255.255.255.255 - subnet mask \rightarrow 255.255.255.255 - 255.255.255.252 = 0.0.0.3 /30

Positive interface \rightarrow set it to forward Router #0 is set in serial

default \rightarrow all router: passive \rightarrow ignore Routing Update from Neighbor

EIGRP Metrics base on $k_1, k_2, k_3 \rightarrow$ set = 1

k_1 ① Bandwidth : 18 BW (from source - dest)

k_3 ② Delay : cumulative (e.g. 20) delay

k_4 ③ Reliability : Worst reliability (source - dest) optional

k_2 ④ Load : Worst load (source - dest)

Algo \rightarrow metric = $[k_1 * \text{bandwidth} + k_3 * \text{delay}] * 256$ "default"

Algorithm \rightarrow metric = $\frac{[(10,000,000) + (\text{sum of delay})]}{\text{bandwidth}} * 256$

Media	Delay In usec
Gigabit Ethernet	10
Fast Ethernet	100
FDDI	100
16 M Token Ring	630
Ethernet	1000
T1 (Serial Default)	20,000
DSO (64 kbps)	20,000
1024 Kbps	20,000
56 kbps	20,000

DUAL and topology Table, EIGRP has DUAL to ensure best and backup loop-free

2 term ရှိခဲ့သော နှင့် ပုံစံ

① Successor \rightarrow ပိုမျိုးကို cost မျှနေ

② Feasible Successor (FS) \rightarrow ပိုမျိုး "Back up Path" စွဲတို့၏ RD ဖြစ်၏ FD "မျိုးလောက်ပြုခြင်း"

③ Reported Distance (RD) \rightarrow ပိုမျိုး မျှနေထားသူ၏ FD

④ Feasible Distance (FD) \rightarrow

Command.

R1# show ip route

FD

Next hop router is the successor

D 192.168.1.0/24 [90/2170112] via 192.168.10.6, 01:23:13, Serial 0/0/1

R1# show ip eigrptopology

P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2170112

Via 192.168.10.6 (2170112/2816), serial 0/0/1

\uparrow Successor

R1# show ip eigrptopology all-links

P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2170112, serno 9

Via 192.168.10.6 (2170112/2816), serial 0/0/1 Successor

Via 192.168.10.6 (41029256/3012096), serial 0/0/0

R2 RD

\uparrow not a FS

Lost connectivity to successor

Promote to
Successor.



Place destination
network in active state.

Install successor(s) in
routing table

Select new
Successor

Neighbor has one
or more routes?

Query neighbors
for new route.

Install FS(s), if any,
in topology table.

remove dest. network from topology
and routing tables.