CPE 426 Computer Networks

Chapter 10:

Text Chapter 27: Internet Routing

Part II:BGP, RIP & OSPF

TOPICS

- **Chapter 27: Internet Routing and Routing Protocols**
  - **27.9 Border Gateway Protocol (BGP)**
  - **27.10 Routing Information Protocol (RIP)**
  - **27.11 RIP Packet Format**
  - **27.12 The Open Shortest Path First Protocol (OSPF)**
  - **27.13 OSPF Graph**
  - **27.14 OSPF Area**
  - **27.15 IS-IS**
  - **BREAK**
  - **27.16 Multicast Routing**
  - **Extra Subnet and VLAN**
  - **Extra Switch Layer 3 vs Router**
  - **Extra Organization Network**

27.9 The Border Gateway Protocol(BGP)

- เป็น Exterior Gateway Protocol ที่ใช้กันมากที่สุด
- ปัจจุบันที่ใช้คือ Version 4 หรือ BGP-4
- ISP จะใช้ BGP ในการแลกเปลี่ยน Routing Information ซึ่งกันและกันและกับส่วน Center ของ Internet
- ปกติจะไม่พบการใช้งานภายในองค์กร เพราะภายในองค์กรใช้ IGP จะดีกว่า

27.9 The Border Gateway Protocol (BGP)

- **คุณสมบัติของ BGP**
  - สามารถทำการ Routing ระหว่าง AS
    - BGP ได้ถูกออกแบบมาให้เป็น EGP ดังนั้นมันจะส่งข้อมูล Routing Information ในระดับ AS ต่อ AS แต่ละเส้นทางที่ส่ง จะบ่งบอกว่าจะผ่าน AS อะไรบ้าง เช่นเส้นทางไปถึงที่หมายต้องผ่าน AS 17, 2, 56 และ 12 และจะไม่มีการใช้ Routing Matrix และ BGP จะไม่สามารถส่งรายละเอียดเกี่ยวกับ Router ใน AS
  - สามารถกำหนดนโยบาย (Policy) ในการทำ Routing
    - ผู้ดูแลระบบ สามารถกำหนดว่าจะประกาศเส้นทางใดบ้าง ผ่าน BGP บอกยัง AS อื่นๆ

27.9 The Border Gateway Protocol (BGP)

- **คุณสมบัติของ BGP**
  - สามารถกำหนดการทำ Transit Routing
    - ถ้า AS ใดเป็นแค่ทางผ่านเพื่อจะไปยัง AS อื่น BGP จะจัด AS นั้นว่าเป็น Transit System
    - ถ้าข้อมูลส่งจาก AS หรือ ส่งไปที่ AS ใด BGP จะจัด AS นั้นเป็น Stub System
    - เราสามารถประกาศให้ AS ของเราเป็น Stub System ได้ แม้ว่าเราจะมีทางต่อออกนอก Internet ได้มากกว่าหนึ่งทาง (Multi-Homed)
  - BGP ใช้การส่งข้อมูลแบบเชื่อถือได้
    - BGP จะเป็น Protocol วางอยู่บน TCP หมายถึงว่าการส่ง Routing Information จะต้องมีการทำ Connection และข้อมูลที่ส่งสามารถเชื่อถือได้ว่าส่งไปอย่างถูกต้อง

27.10 RIP (Routing Information Protocol)

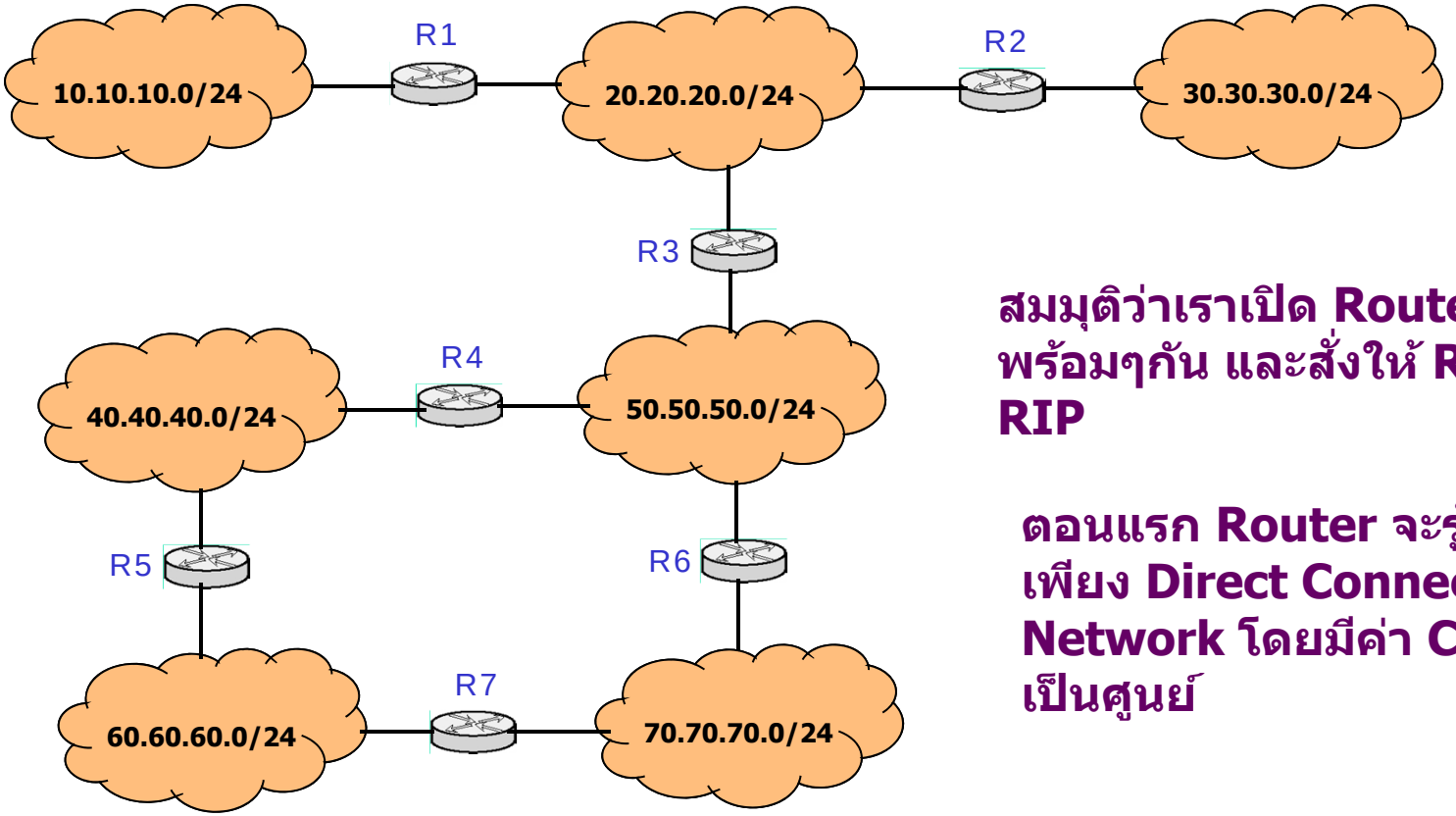
- **RIP เป็น IGP Protocol แรกๆที่ถูกนำมาใช้ใน Internet โดยมีคุณสมบัติดังนี้**
  - RIP จะทำงานภายใน Autonomous System เดียวกัน โดยถูกออกแบบมาให้เป็น IGP
  - RIP ใช้ Hop Count เป็น Routing Metric ค่า Cost คือ จำนวน Network ที่จะต้องส่งผ่าน
  - RIP ใช้ UDP ในการส่ง Routing Information ซึ่งเป็น Unreliable Transport
  - การส่ง Routing Information ของ RIP ใช้วิธี Broadcast (Version 1) หรือ Multicast (V.1/V.2) โดย RIP ได้ออกแบบมาให้ใช้กับ LAN (Ethernet) ซึ่งสนับสนุนการสื่อสารแบบ Broadcast และ Multicast
    - 224.0.0.9

27.10 RIP (Routing Information Protocol)

- **RIP เป็น IGP Protocol แรกๆที่ถูกนำมาใช้ใน Internet โดยมีคุณสมบัติดังนี้**
  - RIP สนับสนุนการทำ CIDR และ Subnetting (Version 2) โดย V.2 จะมีการส่ง Address Mask ด้วย
  - RIP สนับสนุนการส่งค่า Default Route ไปกับตาราง Routing Table ใน Routing Information ด้วย
    - เรากำหนด Default Route ให้แก่ Router ตัวเดียวก็พอ เช่นตัวที่ต่อกับ ISP
  - RIP ใช้ Distance Vector Algorithm โดย Router ที่เป็นเพื่อนบ้านกันจะแลกเปลี่ยนตาราง Routing Table และ Router แต่ละตัวจะทำการ Update ตารางของตนเองถ้าพบเส้นทางที่มีราคาต่ำกว่า
  - RIP สามารถกำหนด Passive Mode เพื่อใช้กับ Host ได้ โดย Host ที่ Run Passive RIP จะฟังอย่างเดียว และสามารถนำข้อมูลที่ฟังมา Update ตารางได้ (Router เท่านั้นที่สามารถส่งข้อมูล RIP ได้)
- **ข้อดีของ RIP คือใช้งานง่าย เพียงแค่ Start RIP ที่ตัว Router ก็สามารถทำงานได้**

27.10 RIP (Distance Vector) Example

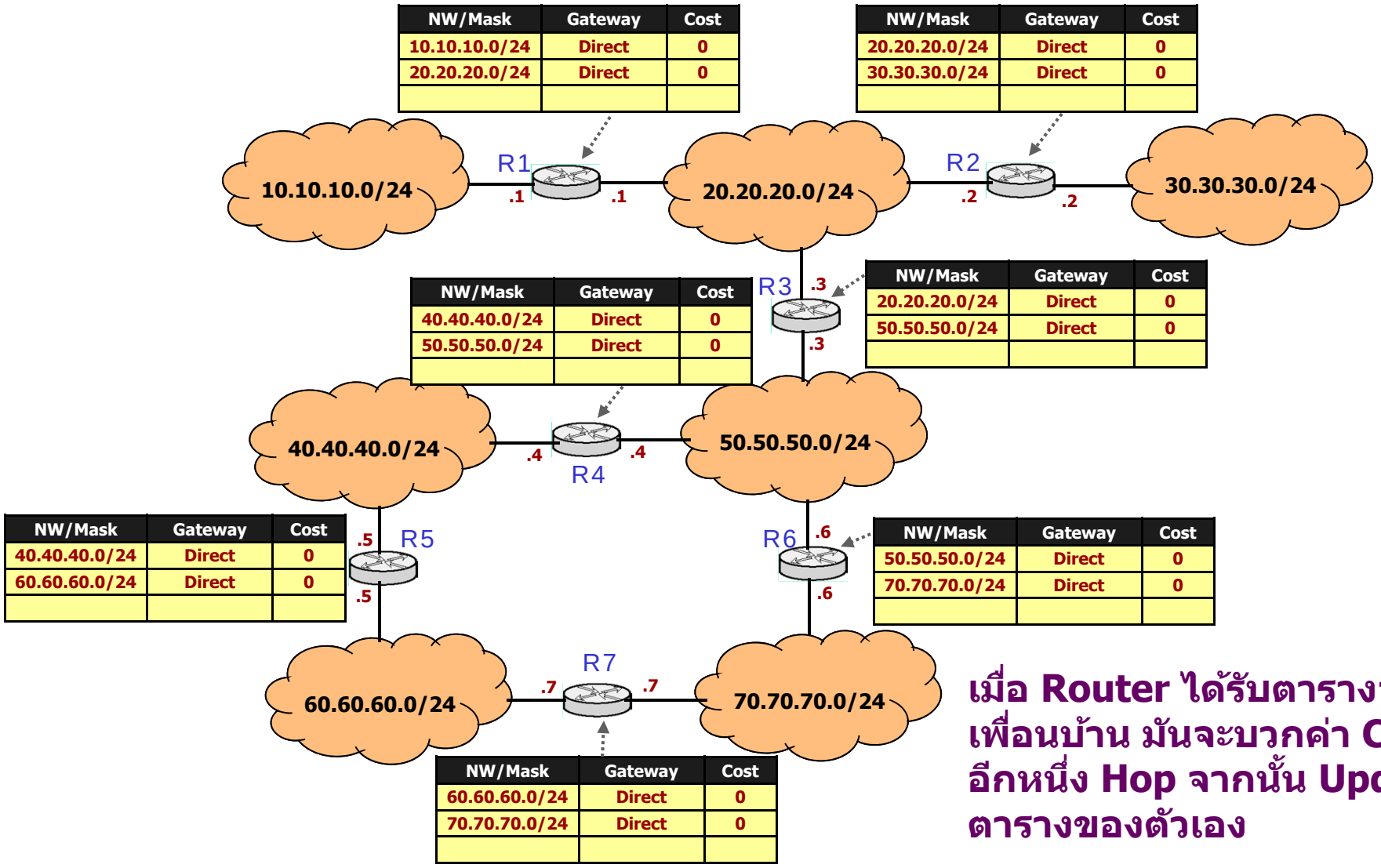
- ตัวอย่างการทำงานของ Distance Vector



สมมุติว่าเราเปิด Router พร้อมๆกัน และสั่งให้ Run RIP

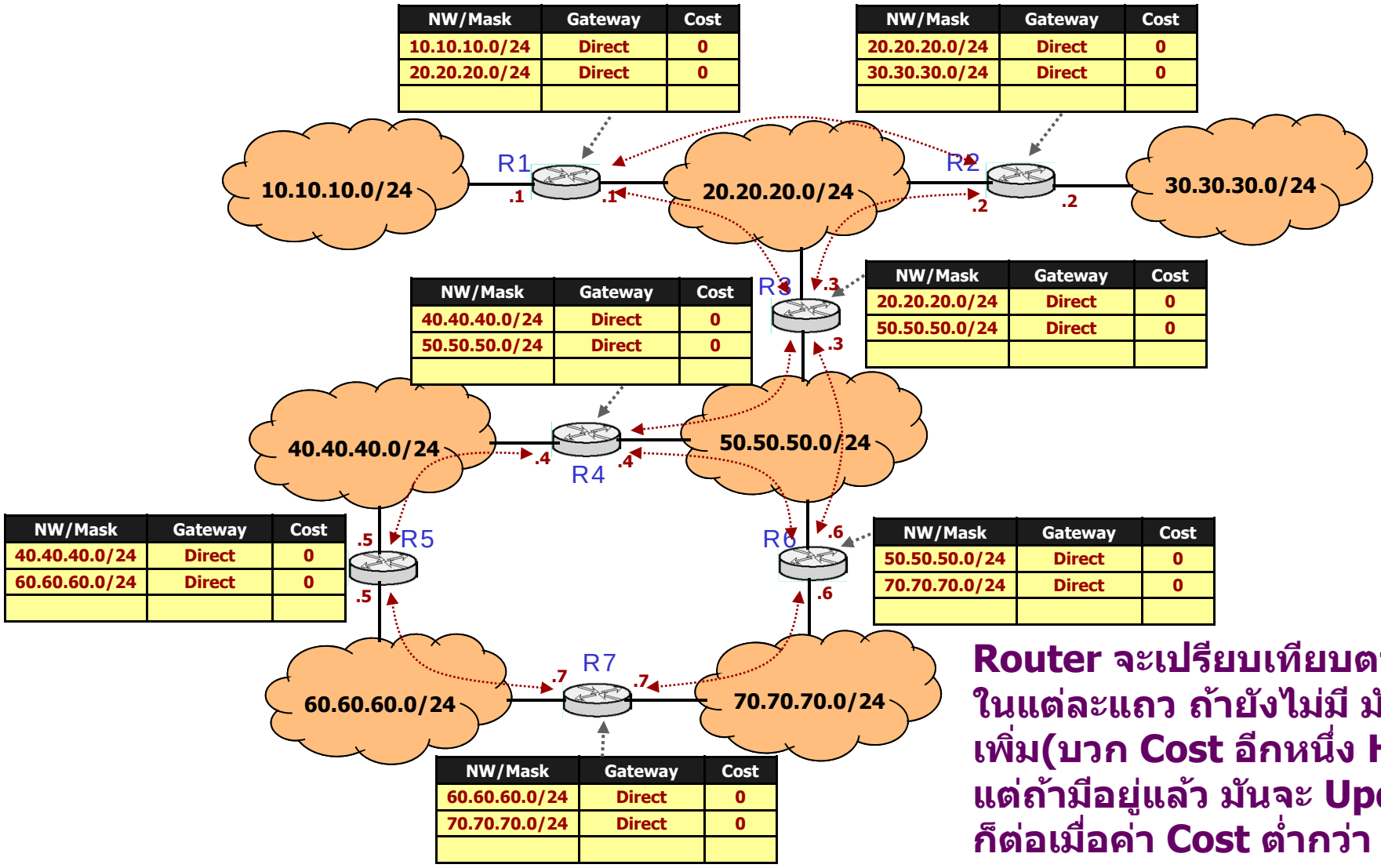
ตอนแรก Router จะรู้จักเพียง Direct Connect Network โดยมีค่า Cost เป็นศูนย์

27.10 RIP (Distance Vector) Example



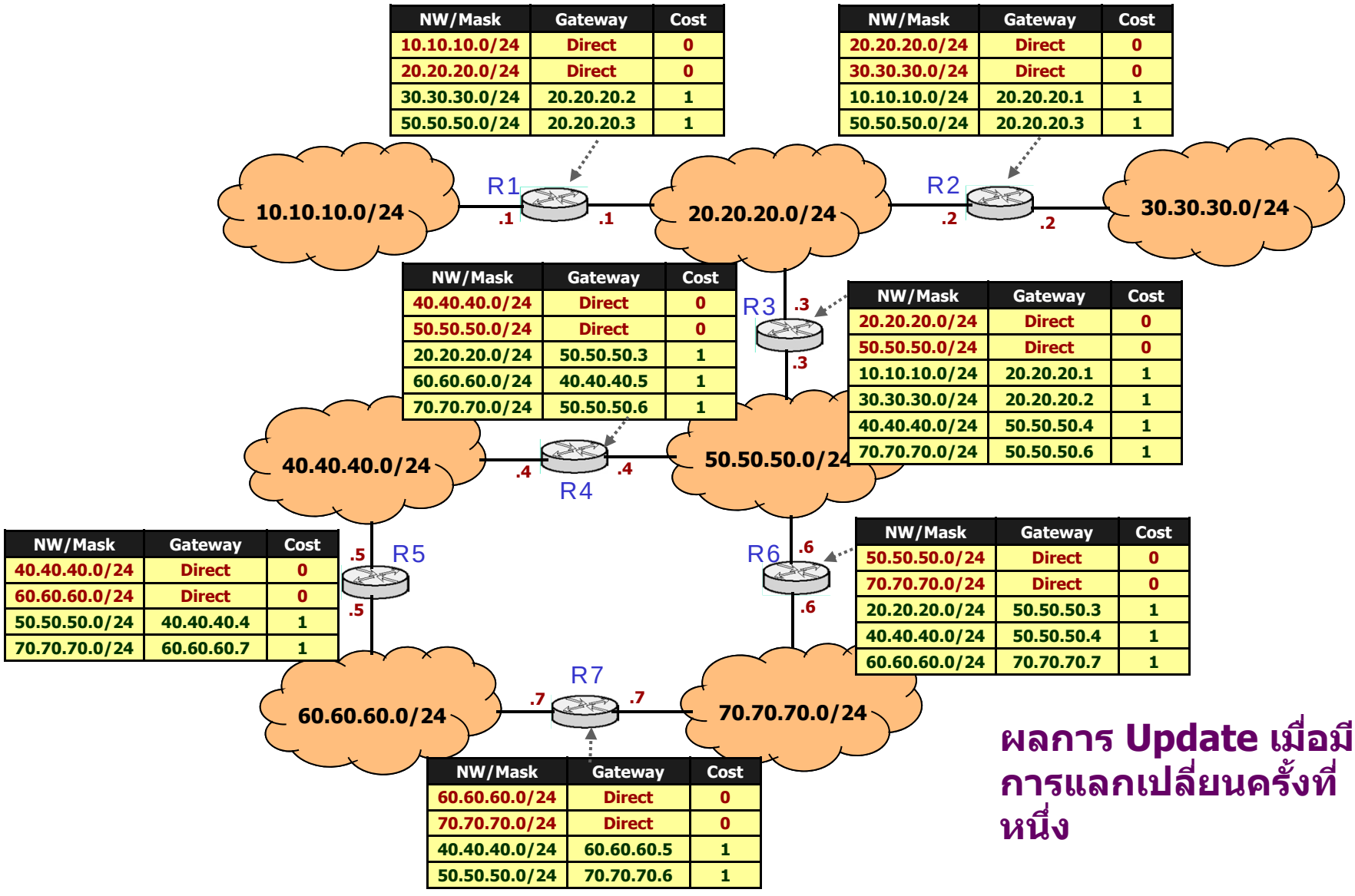
เมื่อ Router ได้รับตารางจากเพื่อนบ้าน มันจะบวกค่า Cost อีกหนึ่ง Hop จากนั้น Update ตารางของตัวเอง

27.10 RIP (Distance Vector) Example



Router จะเปรียบเทียบตารางในแต่ละแถว ถ้ายังไม่มี มันจะเพิ่ม(บวก Cost อีกหนึ่ง Hop) แต่ถ้ามีอยู่แล้ว มันจะ Update ก็ต่อเมื่อค่า Cost ต่ำกว่า

27.10 RIP (Distance Vector) Example



NW/Mask	Gateway	Cost
10.10.10.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	Direct	0
30.30.30.0/24	20.20.20.2	1
50.50.50.0/24	20.20.20.3	1

NW/Mask	Gateway	Cost
20.20.20.0/24	Direct	0
30.30.30.0/24	Direct	0
10.10.10.0/24	20.20.20.1	1
50.50.50.0/24	20.20.20.3	1

NW/Mask	Gateway	Cost
40.40.40.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	50.50.50.3	1
60.60.60.0/24	40.40.40.5	1
70.70.70.0/24	50.50.50.6	1

NW/Mask	Gateway	Cost
20.20.20.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	Direct	0
10.10.10.0/24	20.20.20.1	1
30.30.30.0/24	20.20.20.2	1
40.40.40.0/24	50.50.50.4	1
70.70.70.0/24	50.50.50.6	1

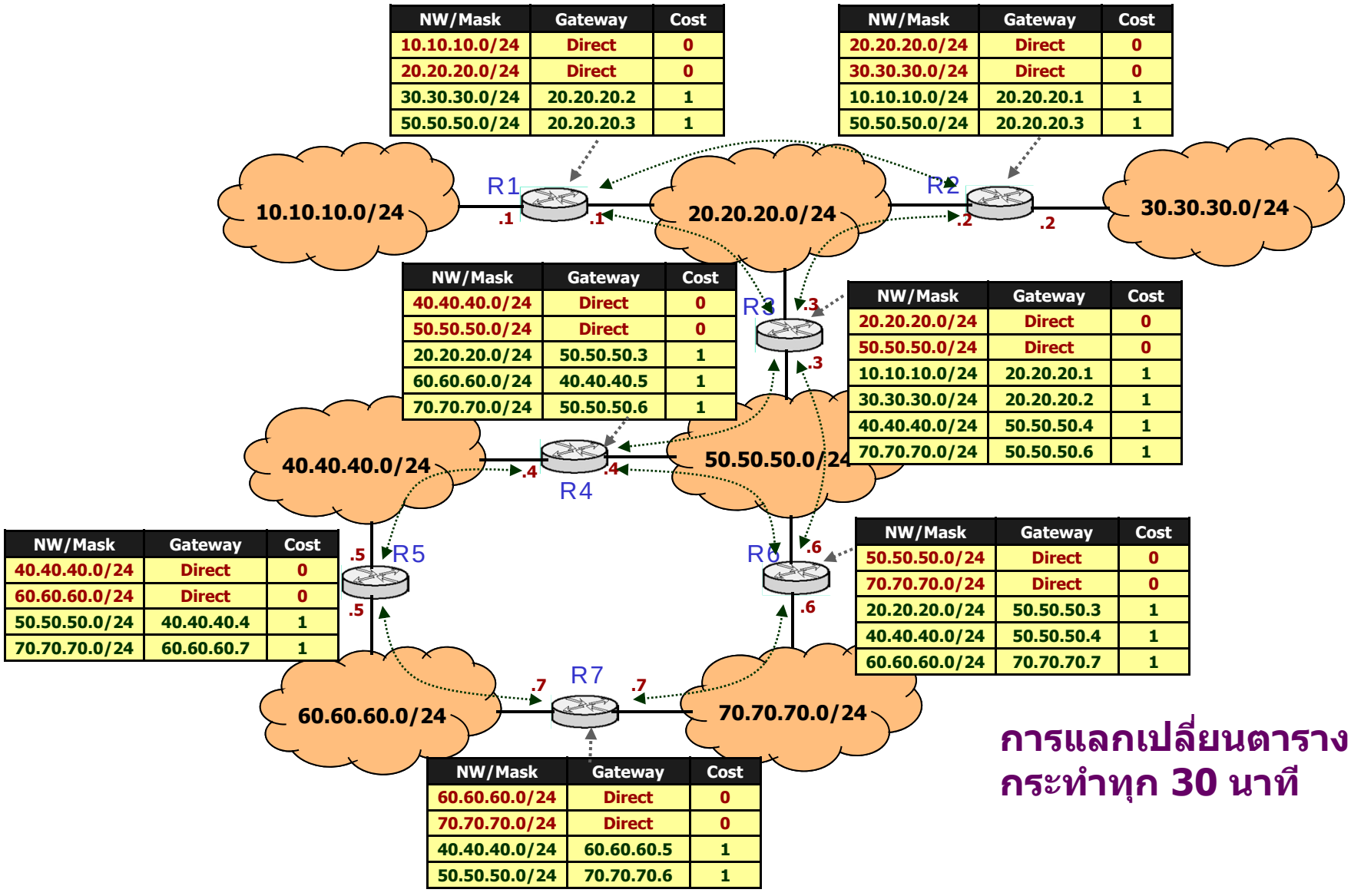
NW/Mask	Gateway	Cost
40.40.40.0/24	Direct	0
60.60.60.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	40.40.40.4	1
70.70.70.0/24	60.60.60.7	1

NW/Mask	Gateway	Cost
50.50.50.0/24	Direct	0
70.70.70.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	50.50.50.3	1
40.40.40.0/24	50.50.50.4	1
60.60.60.0/24	70.70.70.7	1

NW/Mask	Gateway	Cost
60.60.60.0/24	Direct	0
70.70.70.0/24	Direct	0
40.40.40.0/24	60.60.60.5	1
50.50.50.0/24	70.70.70.6	1

ผลการ Update เมื่อมีการแลกเปลี่ยนครั้งที่หนึ่ง

27.10 RIP (Distance Vector) Example



NW/Mask	Gateway	Cost
10.10.10.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	Direct	0
30.30.30.0/24	20.20.20.2	1
50.50.50.0/24	20.20.20.3	1

NW/Mask	Gateway	Cost
20.20.20.0/24	Direct	0
30.30.30.0/24	Direct	0
10.10.10.0/24	20.20.20.1	1
50.50.50.0/24	20.20.20.3	1

NW/Mask	Gateway	Cost
40.40.40.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	50.50.50.3	1
60.60.60.0/24	40.40.40.5	1
70.70.70.0/24	50.50.50.6	1

NW/Mask	Gateway	Cost
20.20.20.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	Direct	0
10.10.10.0/24	20.20.20.1	1
30.30.30.0/24	20.20.20.2	1
40.40.40.0/24	50.50.50.4	1
70.70.70.0/24	50.50.50.6	1

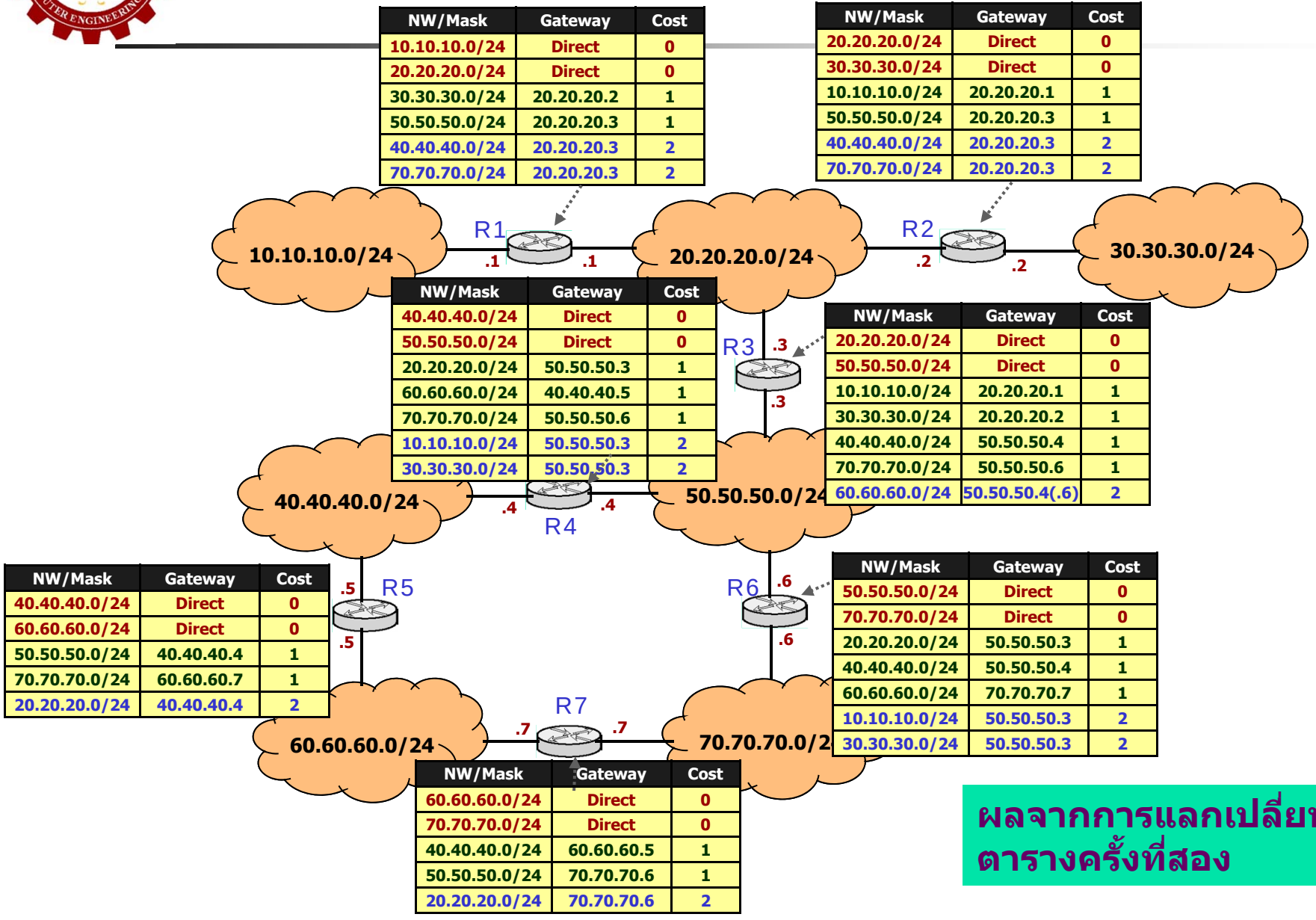
NW/Mask	Gateway	Cost
40.40.40.0/24	Direct	0
60.60.60.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	40.40.40.4	1
70.70.70.0/24	60.60.60.7	1

NW/Mask	Gateway	Cost
50.50.50.0/24	Direct	0
70.70.70.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	50.50.50.3	1
40.40.40.0/24	50.50.50.4	1
60.60.60.0/24	70.70.70.7	1

NW/Mask	Gateway	Cost
60.60.60.0/24	Direct	0
70.70.70.0/24	Direct	0
40.40.40.0/24	60.60.60.5	1
50.50.50.0/24	70.70.70.6	1

การแลกเปลี่ยนตารางกระทำทุก 30 นาที

27.10 RIP (Distance Vector) Example



NW/Mask	Gateway	Cost
10.10.10.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	Direct	0
30.30.30.0/24	20.20.20.2	1
50.50.50.0/24	20.20.20.3	1
40.40.40.0/24	20.20.20.3	2
70.70.70.0/24	20.20.20.3	2

NW/Mask	Gateway	Cost
20.20.20.0/24	Direct	0
30.30.30.0/24	Direct	0
10.10.10.0/24	20.20.20.1	1
50.50.50.0/24	20.20.20.3	1
40.40.40.0/24	20.20.20.3	2
70.70.70.0/24	20.20.20.3	2

NW/Mask	Gateway	Cost
40.40.40.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	50.50.50.3	1
60.60.60.0/24	40.40.40.5	1
70.70.70.0/24	50.50.50.6	1
10.10.10.0/24	50.50.50.3	2
30.30.30.0/24	50.50.50.3	2

NW/Mask	Gateway	Cost
20.20.20.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	Direct	0
10.10.10.0/24	20.20.20.1	1
30.30.30.0/24	20.20.20.2	1
40.40.40.0/24	50.50.50.4	1
70.70.70.0/24	50.50.50.6	1
60.60.60.0/24	50.50.50.4(.6)	2

NW/Mask	Gateway	Cost
40.40.40.0/24	Direct	0
60.60.60.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	40.40.40.4	1
70.70.70.0/24	60.60.60.7	1
20.20.20.0/24	40.40.40.4	2

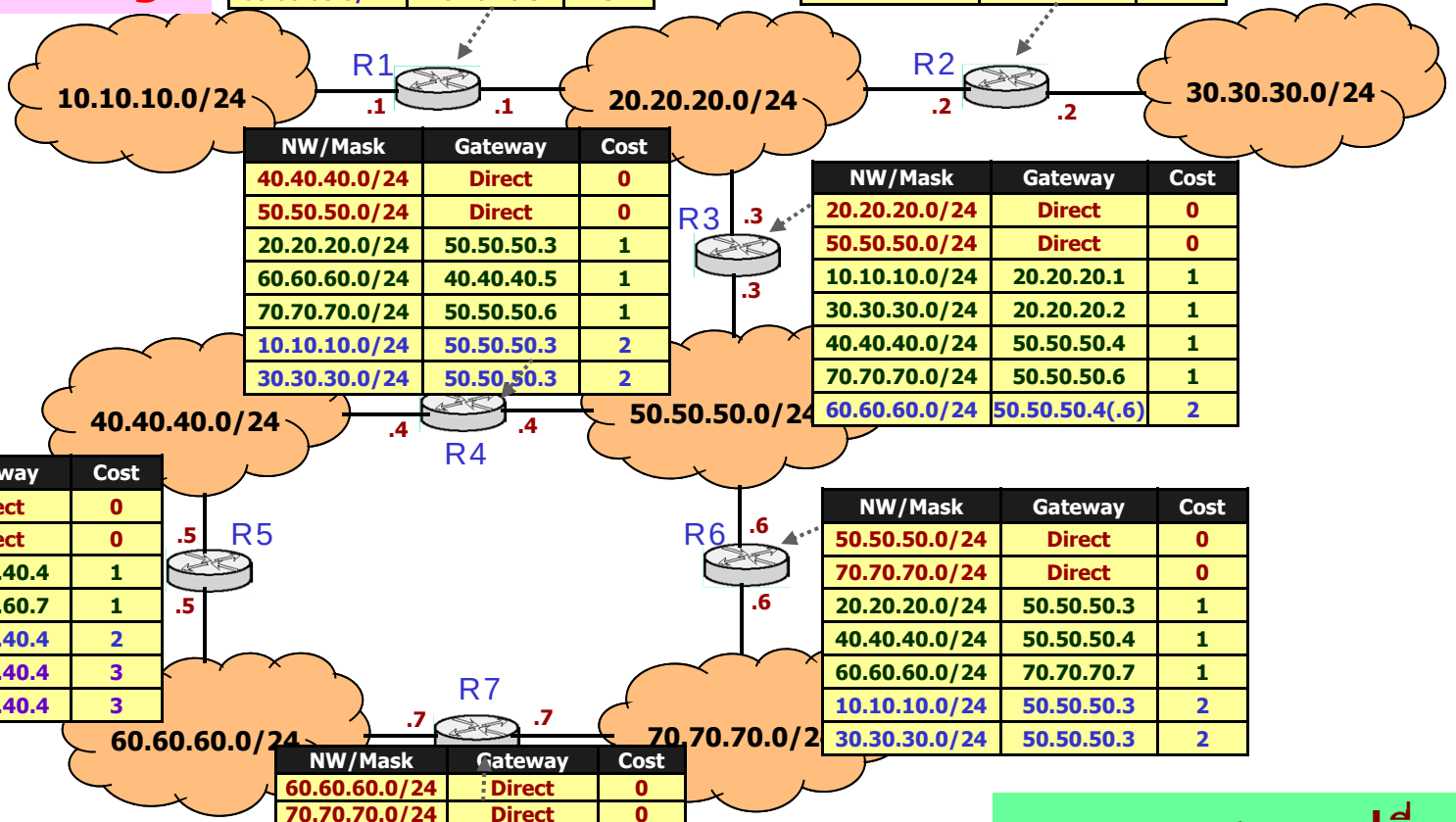
NW/Mask	Gateway	Cost
50.50.50.0/24	Direct	0
70.70.70.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	50.50.50.3	1
40.40.40.0/24	50.50.50.4	1
60.60.60.0/24	70.70.70.7	1
10.10.10.0/24	50.50.50.3	2
30.30.30.0/24	50.50.50.3	2

NW/Mask	Gateway	Cost
60.60.60.0/24	Direct	0
70.70.70.0/24	Direct	0
40.40.40.0/24	60.60.60.5	1
50.50.50.0/24	70.70.70.6	1
20.20.20.0/24	70.70.70.6	2

ผลจากการแลกเปลี่ยนตารางครั้งที่สอง

27.10 RIP (Distance Vector) Example

สังเกตุว่า การหาเส้นทางทีละ Hop คือ Bellman-Ford Alg.



NW/Mask	Gateway	Cost
10.10.10.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	Direct	0
30.30.30.0/24	20.20.20.2	1
50.50.50.0/24	20.20.20.3	1
40.40.40.0/24	20.20.20.3	2
70.70.70.0/24	20.20.20.3	2
60.60.60.0/24	20.20.20.3	3

NW/Mask	Gateway	Cost
20.20.20.0/24	Direct	0
30.30.30.0/24	Direct	0
10.10.10.0/24	20.20.20.1	1
50.50.50.0/24	20.20.20.3	1
40.40.40.0/24	20.20.20.3	2
70.70.70.0/24	20.20.20.3	2
60.60.60.0/24	20.20.20.3	3

NW/Mask	Gateway	Cost
40.40.40.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	50.50.50.3	1
60.60.60.0/24	40.40.40.5	1
70.70.70.0/24	50.50.50.6	1
10.10.10.0/24	50.50.50.3	2
30.30.30.0/24	50.50.50.3	2

NW/Mask	Gateway	Cost
20.20.20.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	Direct	0
10.10.10.0/24	20.20.20.1	1
30.30.30.0/24	20.20.20.2	1
40.40.40.0/24	50.50.50.4	1
70.70.70.0/24	50.50.50.6	1
60.60.60.0/24	50.50.50.4(.6)	2

NW/Mask	Gateway	Cost
40.40.40.0/24	Direct	0
60.60.60.0/24	Direct	0
50.50.50.0/24	40.40.40.4	1
70.70.70.0/24	60.60.60.7	1
20.20.20.0/24	40.40.40.4	2
10.10.10.0/24	40.40.40.4	3
30.30.30.0/24	40.40.40.4	3

NW/Mask	Gateway	Cost
50.50.50.0/24	Direct	0
70.70.70.0/24	Direct	0
20.20.20.0/24	50.50.50.3	1
40.40.40.0/24	50.50.50.4	1
60.60.60.0/24	70.70.70.7	1
10.10.10.0/24	50.50.50.3	2
30.30.30.0/24	50.50.50.3	2

NW/Mask	Gateway	Cost
60.60.60.0/24	Direct	0
70.70.70.0/24	Direct	0
40.40.40.0/24	60.60.60.5	1
50.50.50.0/24	70.70.70.6	1
20.20.20.0/24	70.70.70.6	2
10.10.10.0/24	70.70.70.6	3
30.30.30.0/24	70.70.70.6	3

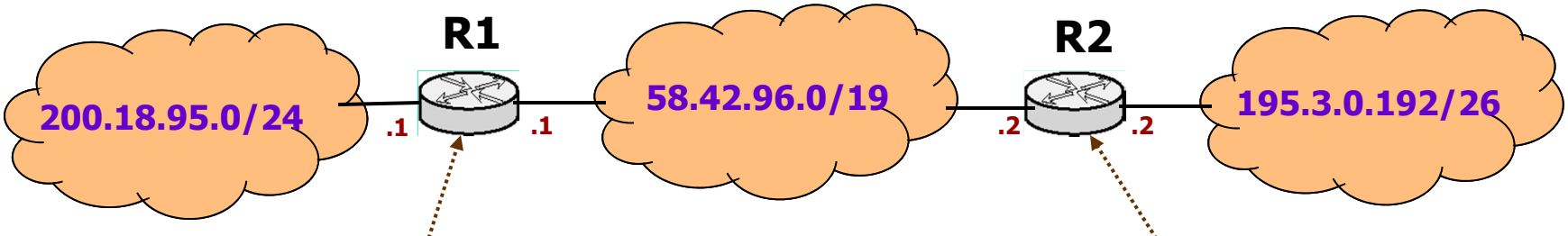
ผลจากการแลกเปลี่ยนตารางครั้งที่สาม

ปัญหาของ RIP (และ Distance Vector)

- เนื่องจาก Router แลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนบ้านเท่านั้น เมื่อเกิดปัญหาที่จุดใด ตัว Router ที่อยู่ไกลจะรู้และปรับตารางช้ากว่า Router ที่อยู่ใกล้ ทำให้การ Converge ช้า ทำให้เหมาะสมสำหรับ Network ขนาดเล็กเท่านั้น
- ขนาดของ Message ที่ Router แต่ละตัวส่งจะสัมพันธ์กับจำนวนของ Network ถ้า Network มีจำนวนมาก ข้อมูลที่ส่งจะมีมาก
- และด้วยการที่ Update ไม่พร้อมกัน จะทำให้เกิด Route Loop ได้
  - สำคัญ ต้องแก้ปัญหานี้

การเกิด Loop ใน Distance Vector

- สมมุติ มีสาม Network เชื่อมต่อผ่านสอง Router และทำการ Update ตารางเรียบร้อย

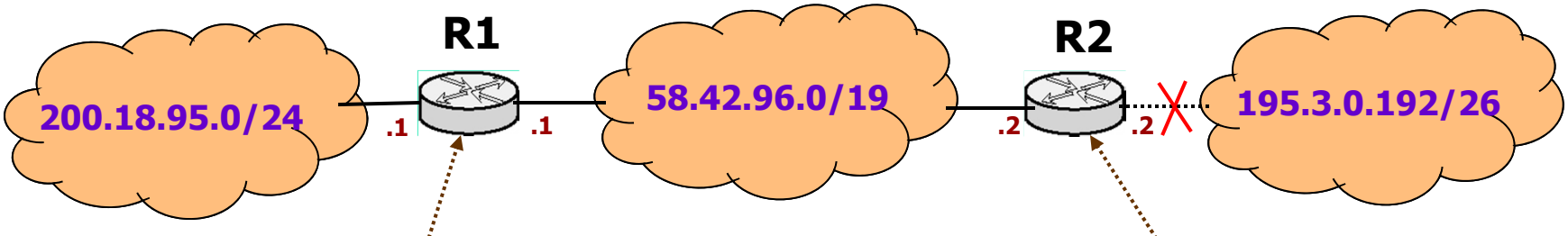


Network	Net Mask	Gateway	Cost
200.18.95.0	255.255.255.0	Direct	0
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
195.3.0.192	255.255.255.192	58.42.96.2	1

Network	Net Mask	Gateway	Cost
195.3.0.192	255.255.255.192	Direct	0
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
200.18.95.0	255.255.255.0	58.42.96.1	1

การเกิด Loop ใน Distance Vector

- สมมุติ ต่อว่า Network 195.3.0.192/26 เกิด Down เช่น Link ขาด ดังนั้น R2 จะตรวจจับได้ และ Mark ตารางของตนเป็น Unreachable (Infinity)

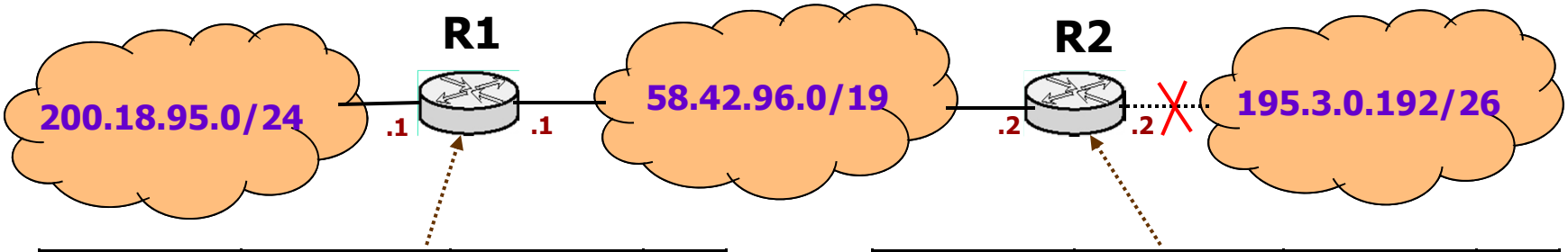


Network	Net Mask	Gateway	Cost
200.18.95.0	255.255.255.0	Direct	0
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
195.3.0.192	255.255.255.192	58.42.96.2	1

Network	Net Mask	Gateway	Cost
195.3.0.192	255.255.255.192	-	inf
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
200.18.95.0	255.255.255.0	58.42.96.1	1

การเกิด Loop ใน Distance Vector

- เมื่อถึงเวลา Update และมีการแลกเปลี่ยนตาราง R1 จะเรียนรู้แล้วว่า 195.3.0.192/26 นั้นเป็น Unreachable และปรับตารางตนเอง



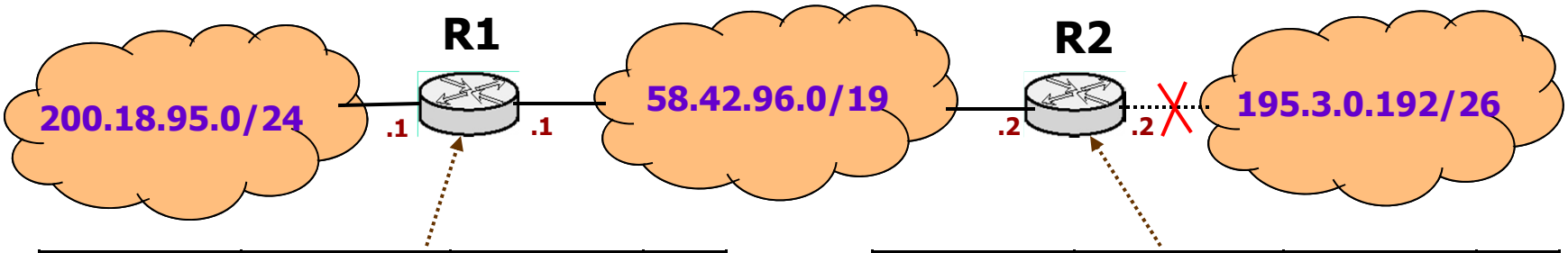
Network	Net Mask	Gateway	Cost
200.18.95.0	255.255.255.0	Direct	0
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
195.3.0.192	255.255.255.192	58.42.96.2	1

Network	Net Mask	Gateway	Cost
195.3.0.192	255.255.255.192	-	inf
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
200.18.95.0	255.255.255.0	58.42.96.1	1

- ในขณะเดียวกัน R2 ได้รับตารางจาก R1 และค้นพบว่า R1 มีทางไป 195.3.0.192/26 ด้วย Cost เท่ากับหนึ่ง มันจึง Update ตารางด้วย Cost = 2 โดยหารู้ไม่ว่าข้อมูลนั้น R1 ได้เรียนรู้จากตนเอง

การเกิด Loop ใน Distance Vector

- ผลที่ได้ จะทำให้ตารางผิดพลาด



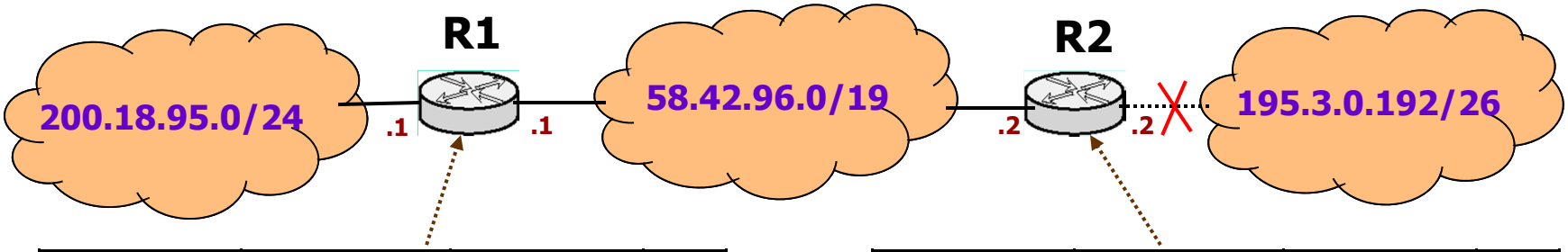
Network	Net Mask	Gateway	Cost
200.18.95.0	255.255.255.0	Direct	0
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
195.3.0.192	255.255.255.192	-	inf

Network	Net Mask	Gateway	Cost
195.3.0.192	255.255.255.192	58.42.96.1	2
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
200.18.95.0	255.255.255.0	58.42.96.1	1

- ถ้ามี Packet เข้ามาที่ R2 และต้องการไป 195.3.0.195 /26 มันจะถูกส่งไป R1 และเป็นไปได้ที่ ตาราง R1 จะยังไม่ Update และถูกส่งกลับไปกลับมาเป็น Loop

การเกิด Loop ใน Distance Vector

- ในการ Update ครั้งต่อไป R1 จะเรียนรู้ 195.3.0.192 /26 จาก R2 อีกครั้งด้วย Cost 2 และ Update ตารางตนเอง ขณะเดียวกัน R2 ทำการ Update ตารางตนเองเช่นกัน

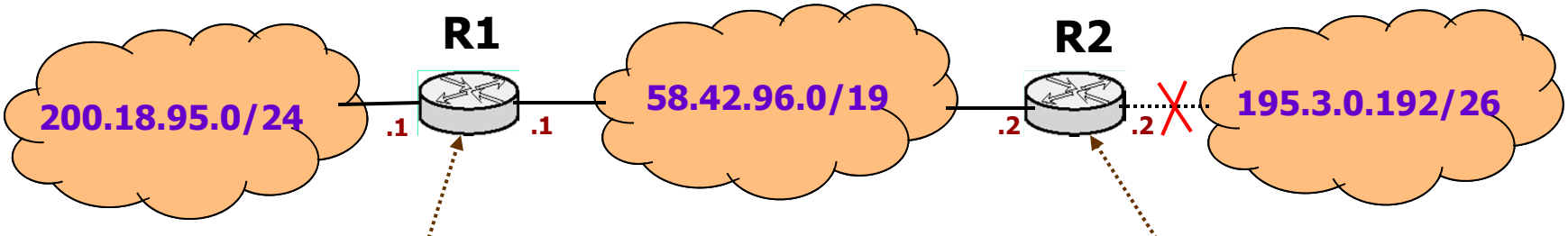


Network	Net Mask	Gateway	Cost
200.18.95.0	255.255.255.0	Direct	0
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
195.3.0.192	255.255.255.192	-	inf

Network	Net Mask	Gateway	Cost
195.3.0.192	255.255.255.192	58.42.96.1	2
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
200.18.95.0	255.255.255.0	58.42.96.1	1

การเกิด Loop ใน Distance Vector

- การ Update จะทำสลับไปมา และค่า Cost จะเพิ่มทีละหนึ่งจนเข้าสู่ Infinity เราเรียกเหตุการณ์นี้ว่า ‘Count to Infinity’



Network	Net Mask	Gateway	Cost
200.18.95.0	255.255.255.0	Direct	0
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
195.3.0.192	255.255.255.192	58.42.96.2	3

Network	Net Mask	Gateway	Cost
195.3.0.192	255.255.255.192	-	inf
58.42.96.0	255.255.224.0	Direct	0
200.18.95.0	255.255.255.0	58.42.96.1	1

- Packet จะถูกส่งวิ่งวนไปมาระหว่าง R1 และ R2

การแก้ปัญหา Loop ใน Distance Vector

- **Split Horizon:** กำหนดว่าการส่ง Routing Update ไปให้กับเพื่อนบ้านใดๆ ให้ตัดส่วน Subnet ที่ได้เรียนรู้มาจากเพื่อนบ้านนั้นออกไป
- **Maximum Hop Count:** มาตรฐานของ RIP จะมีค่าสูงสุดคือ 15 เลข 16 หมายถึงว่าเป็น Unreachable การกำหนดเช่นนี้ทำให้การ Count To Infinity หยุดเร็วขึ้น แต่จะทำให้ขนาดของ Network จำกัดอยู่ที่ 15 Hop ด้วยเช่นกัน
- **Triggerded Update:** กำหนดว่าถ้า Router ใดพบว่ามี Subnet Down ก็ให้ส่งสัญญาณบอก Router เพื่อนบ้านทุกตัวทันที โดยไม่ต้องรอให้ถึงเวลาของการ Update ปกติ(RIP จะมีเวลาการ Update ปกติคือทุกๆ 30 วินาที)
- **Route Poisoning:** จะใช้ร่วมกับ Triggered Update คือเมื่อ Router ใดพบว่ามี Subnet Down มันจะประกาศออกไปยัง Interface ทุกอันของมันว่า Subnet นี้ Unreachable โดยตั้งค่า Hop Count เท่ากับ Infinity(16 สำหรับ RIP)
- **Hold-Down Timer:** เมื่อ Router ได้รับ Triggered Update มันจะไม่สนใจเกี่ยวกับเส้นทางที่จะไปยัง Subnet ที่ Down ลงเป็นระยะเวลาหนึ่งเท่ากับ Hold-Down Timer(180 วินาที สำหรับ RIP) เพื่อป้องกันการเรียนรู้ที่ผิดพลาด จากนั้นมันถึงจะเริ่มเรียนรู้ Routing ใหม่ๆที่จะยัง Subnet นั้น
- ทั้งหมดนี้ ยังไม่ Guarantee ว่าจะกำจัด Loop ได้ โดยเฉพาะ Loop ที่เกิดระหว่างหลาย Router
  - **CISCO ได้คิด EIGRP ซึ่งมีเทคนิคในการแก้ปัญหาที่ดีกว่า แต่เป็น Protocol เฉพาะ**

27.11 RIP Packet Format(v2)

- **Command บ่งบอกว่าเป็น RIP Request หรือ Response**
- **Routing Information แต่ละชุดจะประกอบด้วย 5 Word (20 Bytes)**
  - Family(Address Family Identifier) โดย RIP สามารถจะส่ง Routing Information ได้กับหลาย Protocol ถ้าเป็น IP จะมีค่า 2, ถ้าเป็นการทำ Authentication จะใช้ค่า 0xffff
  - Route Tag กำหนดวิธีบ่งบอกความแตกต่างระหว่าง Internal Route (เรียนรู้จาก RIP) และ External Route (เรียนรู้จาก Protocol อื่น)
  - ที่เหลือคือ IP Address (Network ID), Subnet Mask และ Metric (จะมีค่าระหว่าง 0 และ 15), 16 หมายถึง Unreachable

27.11 RIP Packet Format(v2)

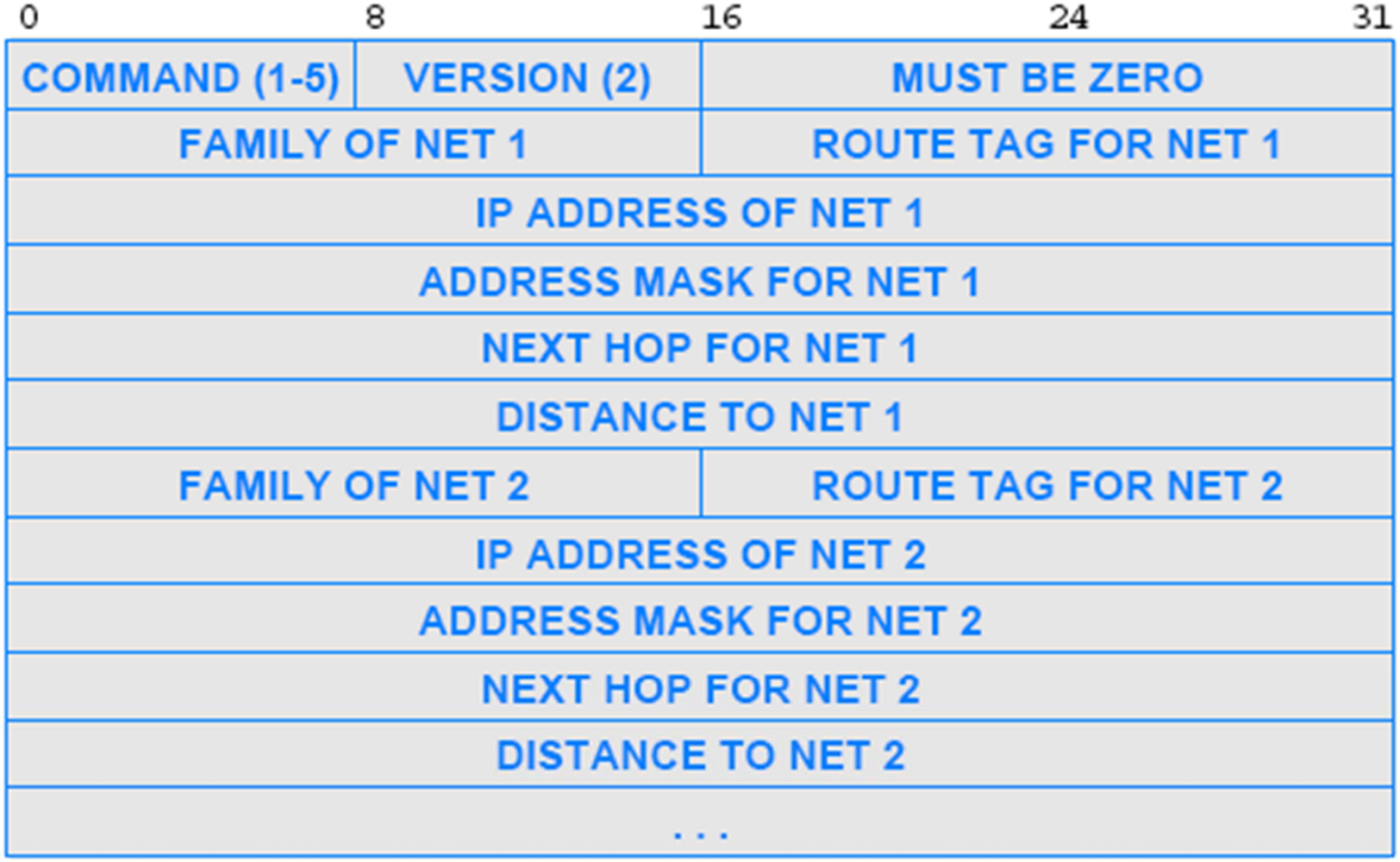


Figure 27.5 The format of a RIP version 2 update message.

27.12 The Open Shortest Path First Protocol (OSPF)

- **RIP ไม่เหมาะกับ Network ขององค์กรขนาดใหญ่ ซึ่ง IETF ได้ออกแบบ IGP ขึ้นมาอีกตัวหนึ่งชื่อ OPEN SHORTEST PATH FIRST PROTOCOL (OSPF) โดยใช้ Dijkstra Algorithm ที่ชื่อ SPF (Shortest Path First) ในการคำนวณเส้นทาง ซึ่ง OSPF จัดว่าเป็น Link-State Protocol**
  - การส่ง Routing Information จะส่งเฉพาะ Link-State ของตนเองซึ่งจะมีขนาดเท่าเดิมแม้ว่า Network จะมีการขยายตัว
  - ผิดกับ Distance Vector ที่ส่งทั้งตาราง (Distance Vector) ที่จะมีขนาดเพิ่มขึ้น เมื่อ Network มีการขยายตัว

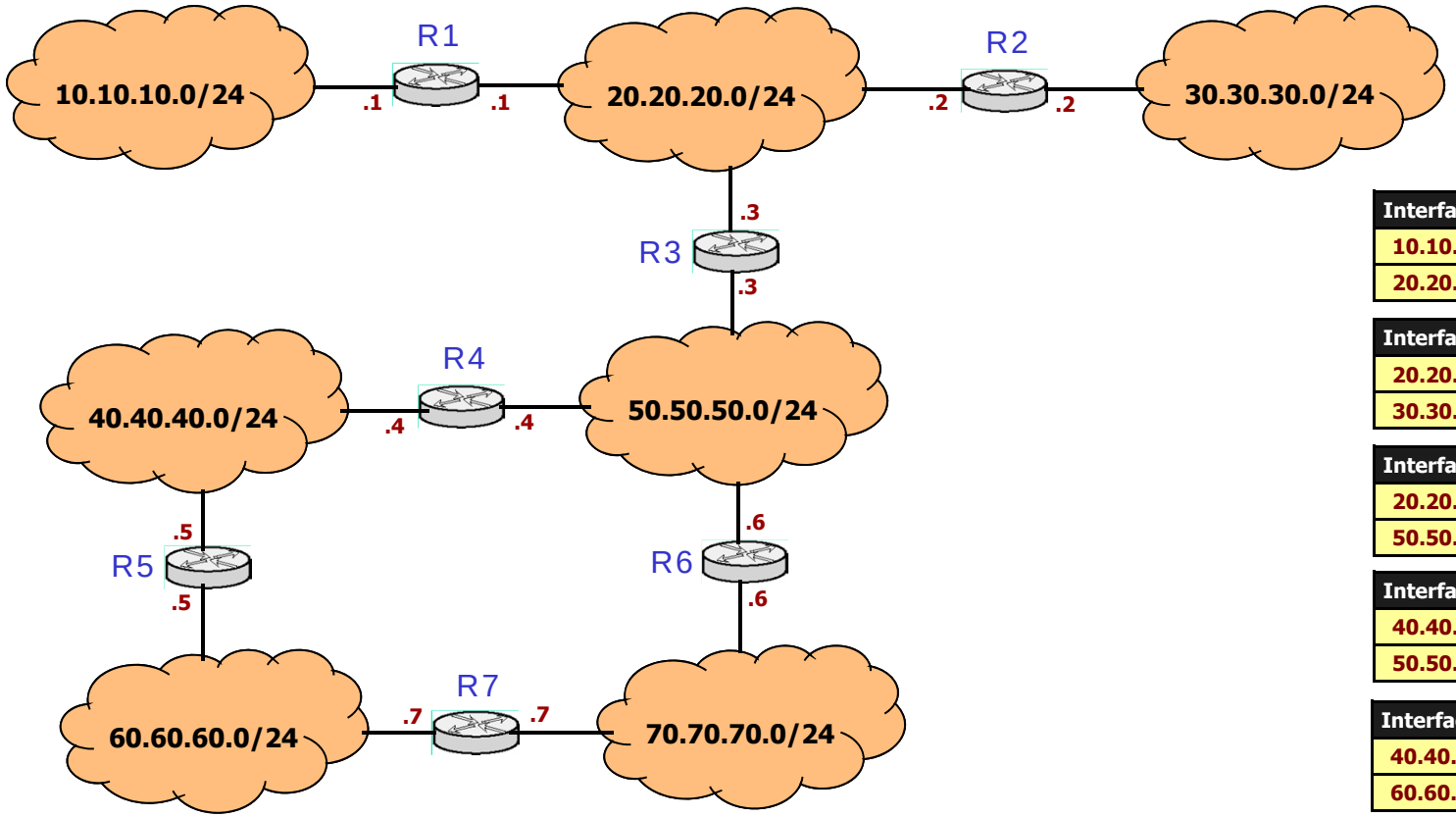
27.12 The Open Shortest Path First Protocol (OSPF)

- **OSPF มีคุณสมบัติดังนี้**
  - ออกแบบมาให้ทำงานภายใน AS คือเป็น IGP
  - สนับสนุนการทำ CIDR โดยมีการส่ง Address Mask ไปพร้อมกับ IP Address
  - สามารถทำ Authenticate ซึ่งกันและกันระหว่างสอง Router ได้
  - สามารถ Import Route ที่เรียนรู้โดยวิธีอื่นเข้ามาผนวกกับตารางของ OSPF ได้
  - ใช้วิธีการของ Link-State Routing
  - สนับสนุนการใช้ Route Metric หลายอย่าง และยอมใช้ผู้ดูแลระบบกำหนดค่า Cost ของแต่ละ Route ได้
  - สนับสนุนการทำงานของ Network ที่เป็น Multi-Access โดยมีวิธีการไม่ให้ Router ทุกตัวทำการ Broadcast Link-State ออกมา แต่จะกำหนดให้ Router เพียงหนึ่งตัวทำการ Broadcast
    - Router นี้ชื่อ Designated Router (DR)

27.13 ตัวอย่างการสร้าง OSPF Graph

- **Router แต่ละตัวจะส่ง Link-State Advertisement (LSA)**
- **Router แต่ละตัวจะรวบรวม LSA ของ Router ทุกตัวใน Network สร้างเป็น Link-State Database (LSB) ที่เหมือนกัน**
- **จาก LSB ตัว Router จะทำการคำนวน และสร้าง OSPF Graph**
- **จาก OSPF Graph ตัว Router จะคำนวณเส้นทางจากตัวมัน ไปยัง Router ตัวอื่นๆ โดยสร้าง SPF Tree ที่ตัวมันเป็น Root ด้วย Dijkstra Algorithm**
  - เนื่องจากมันสร้าง Tree ดังนั้นจะไม่เกิด Loop
- **ถ้า Topology เปลี่ยน ตัว Router ที่ Detect ได้จะส่ง Update Link State ใหม่**
  - Router ทุกตัวจะ Update LSB และคำนวณ SPF Tree ใหม่
  - Fast Convergence เพราะทุกตัว Update พร้อมกัน

OSPF Example: Link-State



LSB

R1 LSA

Interface /Mask	Cost
10.10.10.1/24	2
20.20.20.1/24	3

R2 LSA

Interface /Mask	Cost
20.20.20.2/24	1
30.30.30.2/24	2

R3 LSA

Interface /Mask	Cost
20.20.20.3/24	4
50.50.50.3/24	3

R4 LSA

Interface /Mask	Cost
40.40.40.4/24	5
50.50.50.4/24	2

R5 LSA

Interface /Mask	Cost
40.40.40.5/24	1
60.60.60.5/24	3

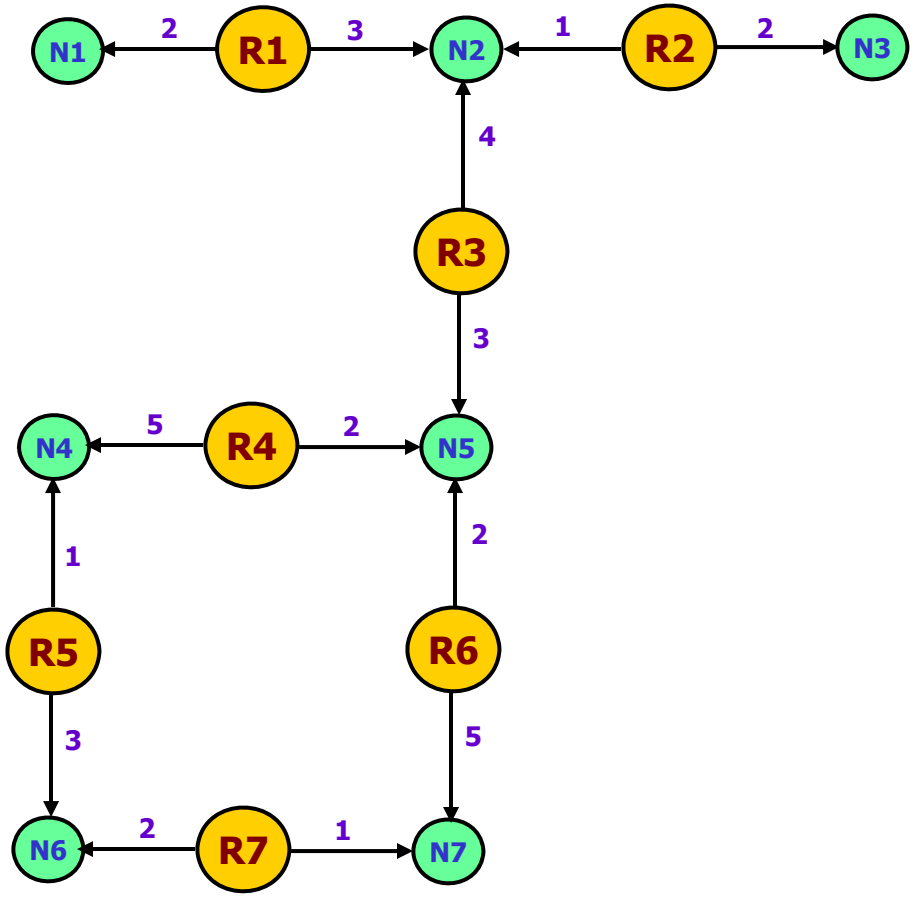
R6 LSA

Interface /Mask	Cost
50.50.50.6/24	2
70.70.70.6/24	5

R7 LSA

Interface /Mask	Cost
60.60.60.7/24	2
70.70.70.7/24	1

OSPF Example: Link-State



LSB

R1 LSA

	Interface /Mask	Cost
N1	10.10.10.1/24	2
N2	20.20.20.1/24	3

R2 LSA

	Interface /Mask	Cost
N2	20.20.20.2/24	1
N3	30.30.30.2/24	2

R3 LSA

	Interface /Mask	Cost
N2	20.20.20.3/24	4
N5	50.50.50.3/24	3

R4 LSA

	Interface /Mask	Cost
N4	40.40.40.4/24	5
N5	50.50.50.4/24	2

R5 LSA

	Interface /Mask	Cost
N4	40.40.40.5/24	1
N6	60.60.60.5/24	3

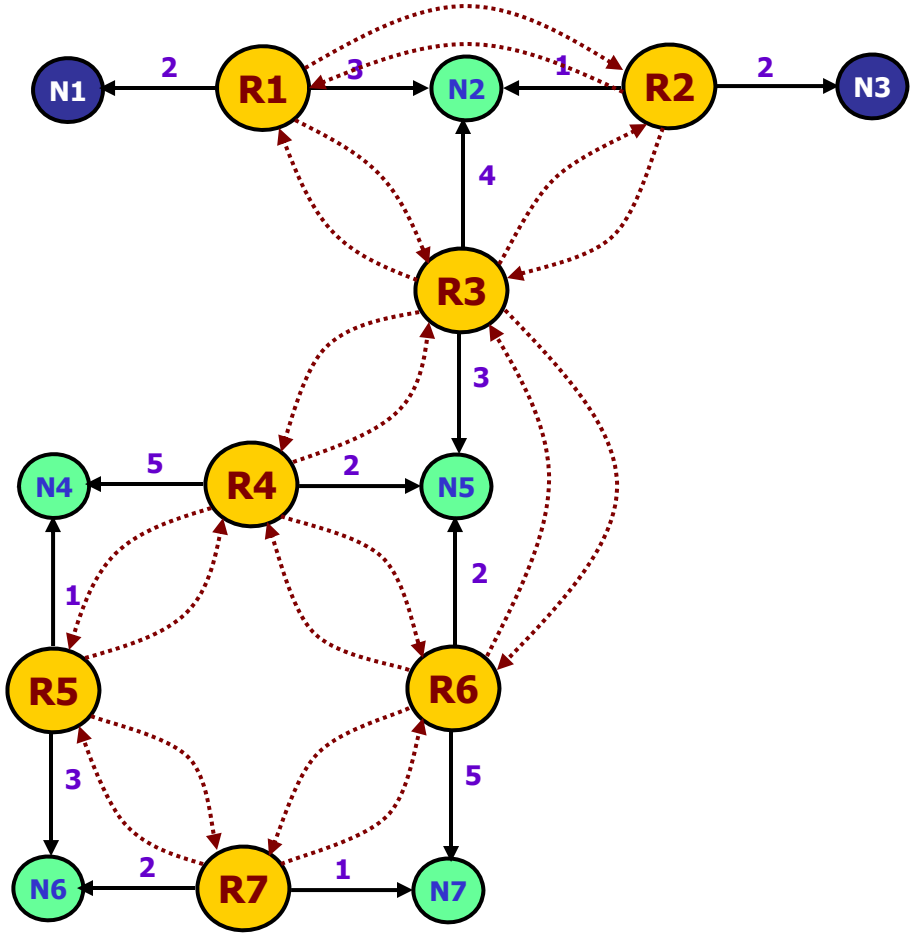
R6 LSA

	Interface /Mask	Cost
N5	50.50.50.6/24	2
N7	70.70.70.6/24	5

R7 LSA

	Interface /Mask	Cost
N6	60.60.60.7/24	2
N7	70.70.70.7/24	1

OSPF Example: Link-State



LSB

R1 LSA

	Interface /Mask	Cost
N1	10.10.10.1/24	2
N2	20.20.20.1/24	3

R2 LSA

	Interface /Mask	Cost
N2	20.20.20.2/24	1
N3	30.30.30.2/24	2

R3 LSA

	Interface /Mask	Cost
N2	20.20.20.3/24	4
N5	50.50.50.3/24	3

R4 LSA

	Interface /Mask	Cost
N4	40.40.40.4/24	5
N5	50.50.50.4/24	2

R5 LSA

	Interface /Mask	Cost
N4	40.40.40.5/24	1
N6	60.60.60.5/24	3

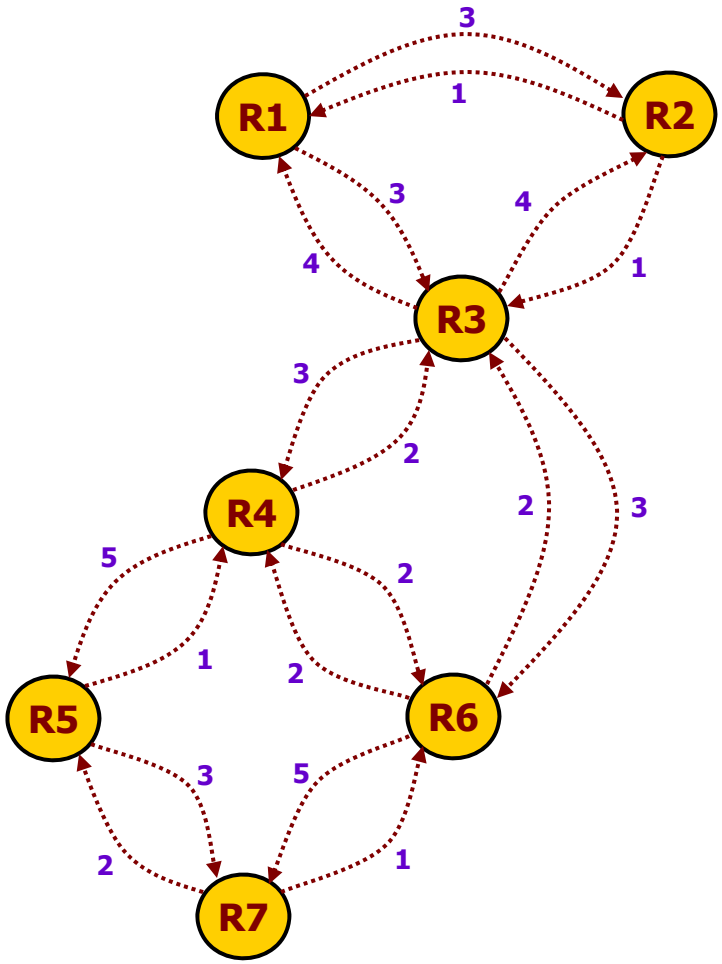
R6 LSA

	Interface /Mask	Cost
N5	50.50.50.6/24	2
N7	70.70.70.6/24	5

R7 LSA

	Interface /Mask	Cost
N6	60.60.60.7/24	2
N7	70.70.70.7/24	1

OSPF Example: Link-State



LSB

	Interface /Mask	Cost	
N1	10.10.10.1/24	2	R1 LSA
N2	20.20.20.1/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N2	20.20.20.2/24	1	R2 LSA
N3	30.30.30.2/24	2	

	Interface /Mask	Cost	
N2	20.20.20.3/24	4	R3 LSA
N5	50.50.50.3/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N4	40.40.40.4/24	5	R4 LSA
N5	50.50.50.4/24	2	

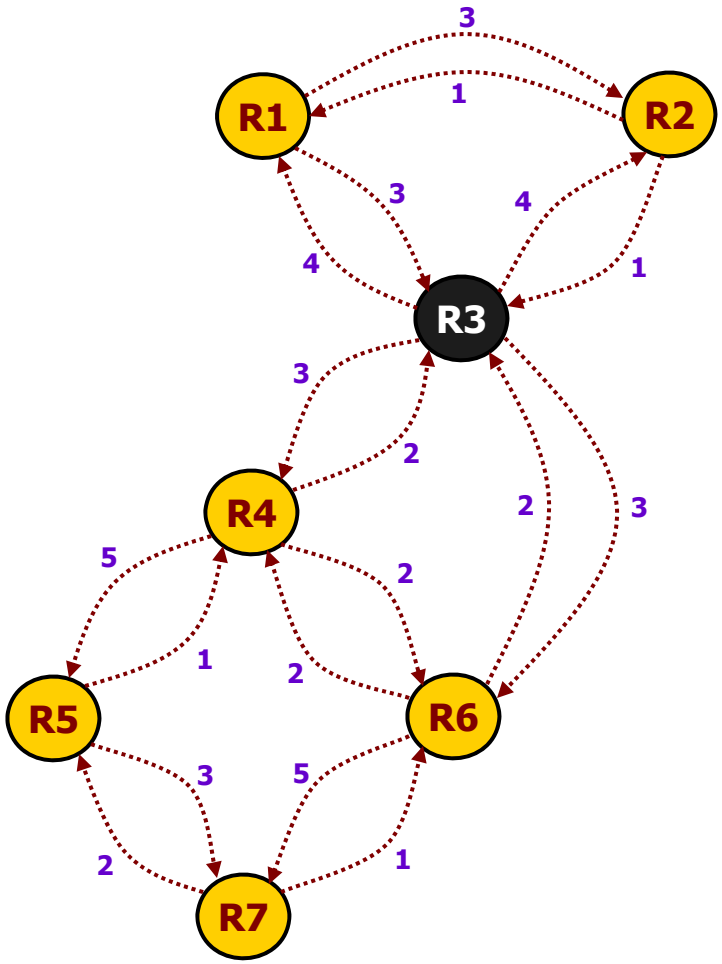
	Interface /Mask	Cost	
N4	40.40.40.5/24	1	R5 LSA
N6	60.60.60.5/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N5	50.50.50.6/24	2	R6 LSA
N7	70.70.70.6/24	5	

	Interface /Mask	Cost	
N6	60.60.60.7/24	2	R7 LSA
N7	70.70.70.7/24	1	

OSPF Example: Link-State

ตัวอย่าง R3 หา SPF Tree จาก Dijkstra



LSB

	Interface /Mask	Cost	
N1	10.10.10.1/24	2	R1 LSA
N2	20.20.20.1/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N2	20.20.20.2/24	1	R2 LSA
N3	30.30.30.2/24	2	

	Interface /Mask	Cost	
N2	20.20.20.3/24	4	R3 LSA
N5	50.50.50.3/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N4	40.40.40.4/24	5	R4 LSA
N5	50.50.50.4/24	2	

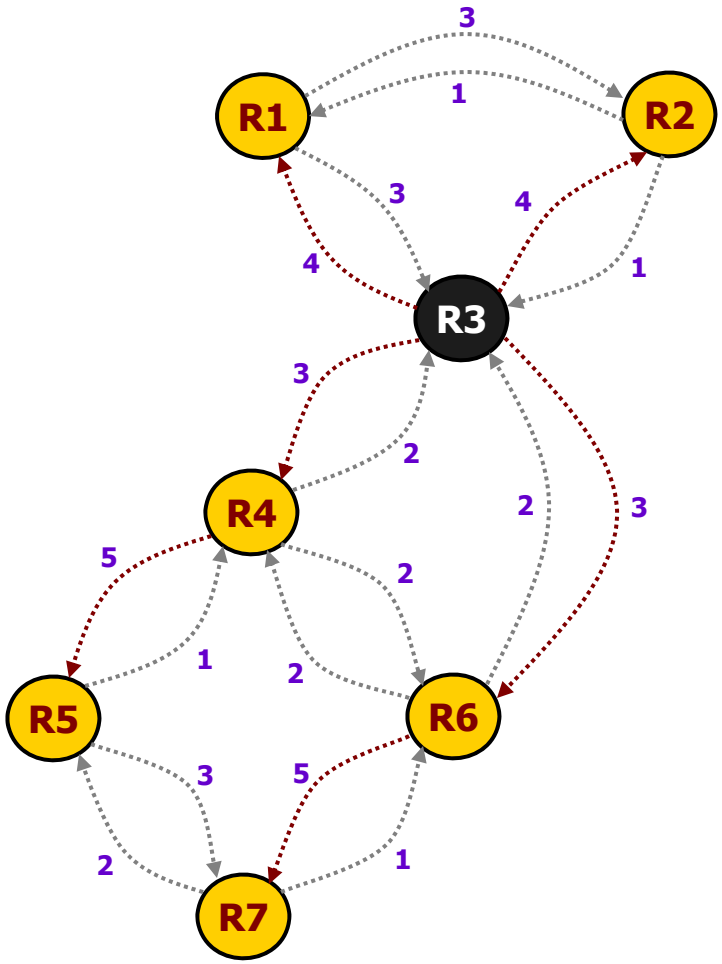
	Interface /Mask	Cost	
N4	40.40.40.5/24	1	R5 LSA
N6	60.60.60.5/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N5	50.50.50.6/24	2	R6 LSA
N7	70.70.70.6/24	5	

	Interface /Mask	Cost	
N6	60.60.60.7/24	2	R7 LSA
N7	70.70.70.7/24	1	

OSPF Example: Link-State

ตัวอย่าง R3 หา SPF Tree จาก Dijkstra



LSB

	Interface /Mask	Cost	
N1	10.10.10.1/24	2	R1 LSA
N2	20.20.20.1/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N2	20.20.20.2/24	1	R2 LSA
N3	30.30.30.2/24	2	

	Interface /Mask	Cost	
N2	20.20.20.3/24	4	R3 LSA
N5	50.50.50.3/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N4	40.40.40.4/24	5	R4 LSA
N5	50.50.50.4/24	2	

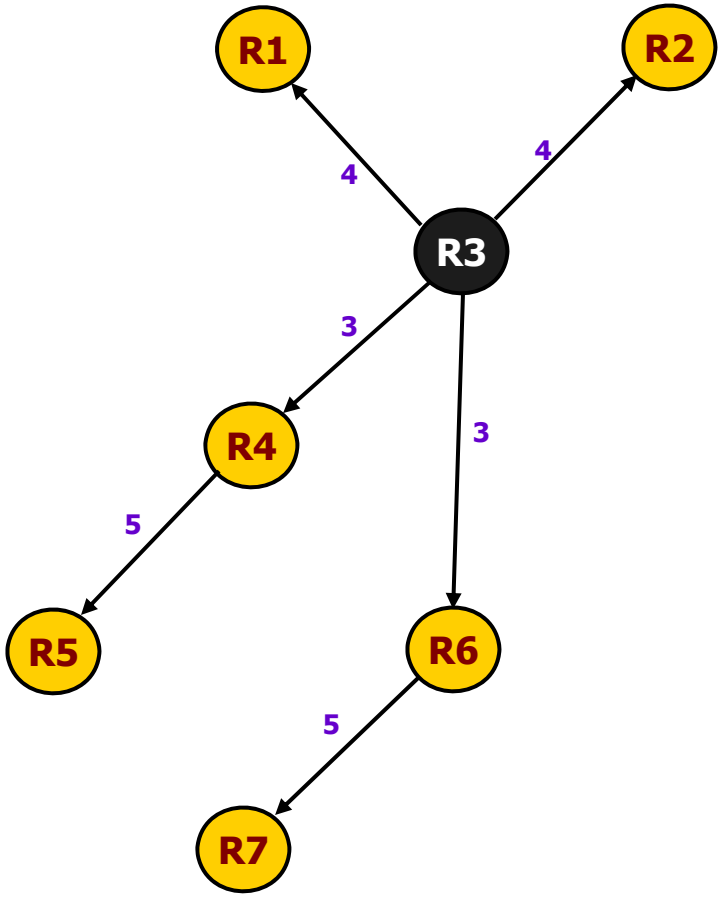
	Interface /Mask	Cost	
N4	40.40.40.5/24	1	R5 LSA
N6	60.60.60.5/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N5	50.50.50.6/24	2	R6 LSA
N7	70.70.70.6/24	5	

	Interface /Mask	Cost	
N6	60.60.60.7/24	2	R7 LSA
N7	70.70.70.7/24	1	

OSPF Example: Link-State

ตัวอย่าง R3 หา SPF Tree จาก Dijkstra



LSB

	Interface /Mask	Cost	
N1	10.10.10.1/24	2	R1 LSA
N2	20.20.20.1/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N2	20.20.20.2/24	1	R2 LSA
N3	30.30.30.2/24	2	

	Interface /Mask	Cost	
N2	20.20.20.3/24	4	R3 LSA
N5	50.50.50.3/24	3	

	Interface /Mask	Cost	
N4	40.40.40.4/24	5	R4 LSA
N5	50.50.50.4/24	2	

	Interface /Mask	Cost	
N4	40.40.40.5/24	1	R5 LSA
N6	60.60.60.5/24	3	

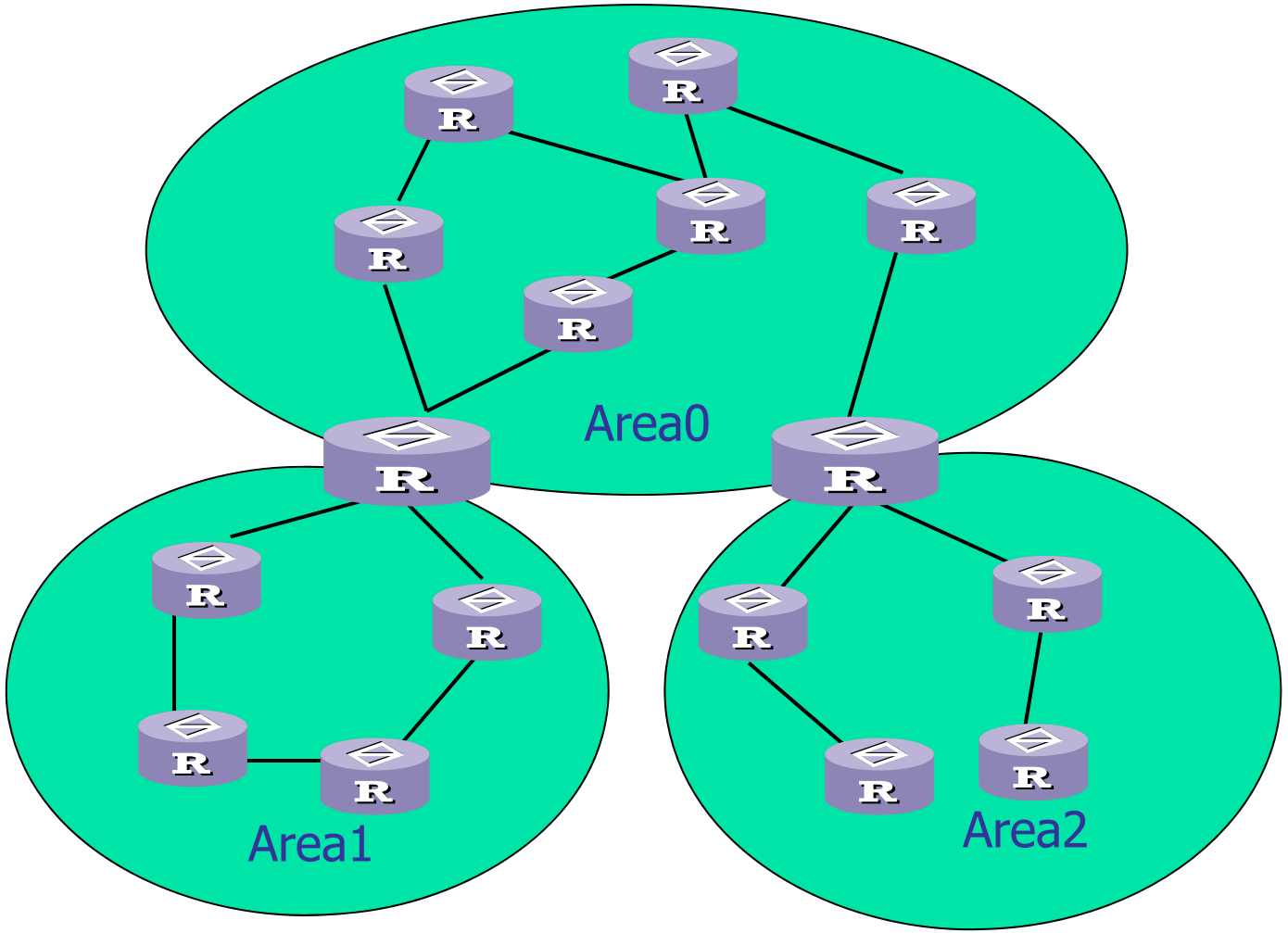
	Interface /Mask	Cost	
N5	50.50.50.6/24	2	R6 LSA
N7	70.70.70.6/24	5	

	Interface /Mask	Cost	
N6	60.60.60.7/24	2	R7 LSA
N7	70.70.70.7/24	1	

27.14 OSPF Area

- **อันหนึ่งที่ทำให้ OSPF มีความซับซ้อนมากกว่า Routing Protocol อื่น และเป็นตัวที่ทำให้มันเหนือกว่าตัวอื่นด้วยคือมันสามารถทำ Hierarchical Routing**
- **OSPF ยอมให้เราแบ่งกลุ่ม Router ภายใน AS ออกเป็น Area**
  - Router ภายใน Area จะมี LSB ที่เหมือนกัน
  - Routing Information ส่งภายใน Area จะเหมือนกับที่กล่าวมา
  - Routing Information ที่แลกเปลี่ยนระหว่าง Area จะถูกสรุป และส่งผ่าน Router ที่เชื่อมระหว่าง Area เรียก ABR (Area Border Router)
  - การทำเช่นนี้จะลด LSA ที่ Router จะต้องส่ง และลดขนาด LSB ลง
  - OSPF กำหนด Area กลางเรียก Area 0 (0.0.0.0) หรือ Backbone Area
  - Area อื่นๆจะต้องเชื่อมต่อกับ Backbone Area ผ่าน ABR
- **นอกจากนี้ OSPF ยังมีการกำหนด Router ที่จะสรุป Routing Information แลกเปลี่ยนกับ Routing Protocol อื่น หรือออกนอก AS ชื่อ ASBR (AS Border Router)**

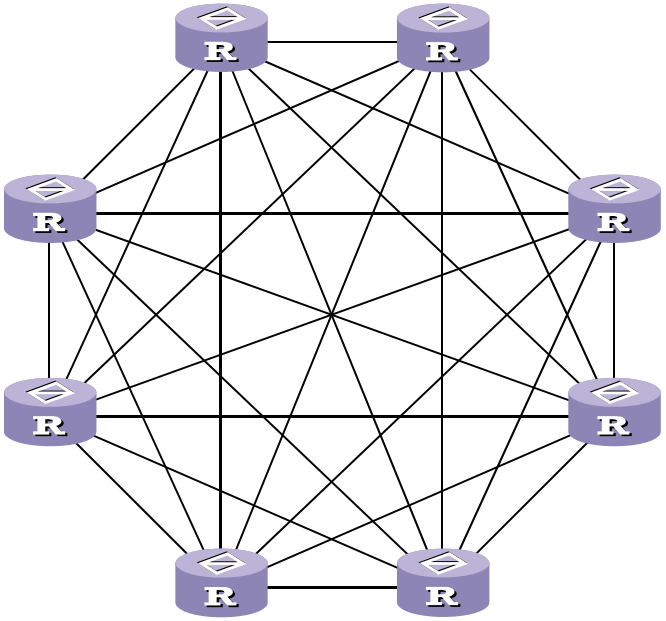
27.14 OSPF Area



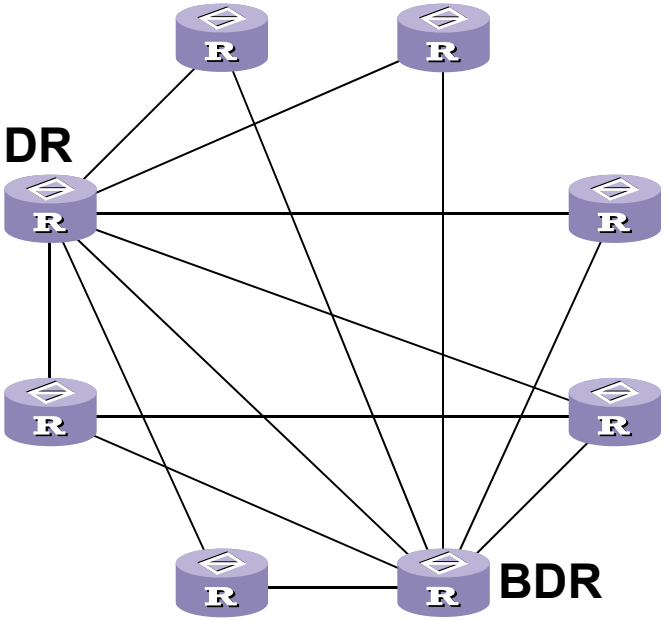
OSPF Designated Router และ Backup Designated Router

- **เพื่อลดจำนวนการส่ง LSA และการ Broadcasting (Multicast) รวมถึงการเชื่อมต่อกับ Router ทุกๆตัวใน Area**
  - OSPF กำหนดให้มี Router หนึ่งตัวทำหน้าที่รวบรวม LSA ของ Area จัดทำเป็น LSB และส่งให้กับ Router ทุกๆตัว เรียก Designated Router (DR)
    - DR จะเลือกจาก Router ที่มี Router ID ต่ำสุด
  - OSPF ยังกำหนด Backup DR(BDR) ที่จะทำงานในกรณีที่ DR เกิดมีปัญหา

OSPF Designated Router และ Backup Designated Router



M= n(n-1)/2
= 28

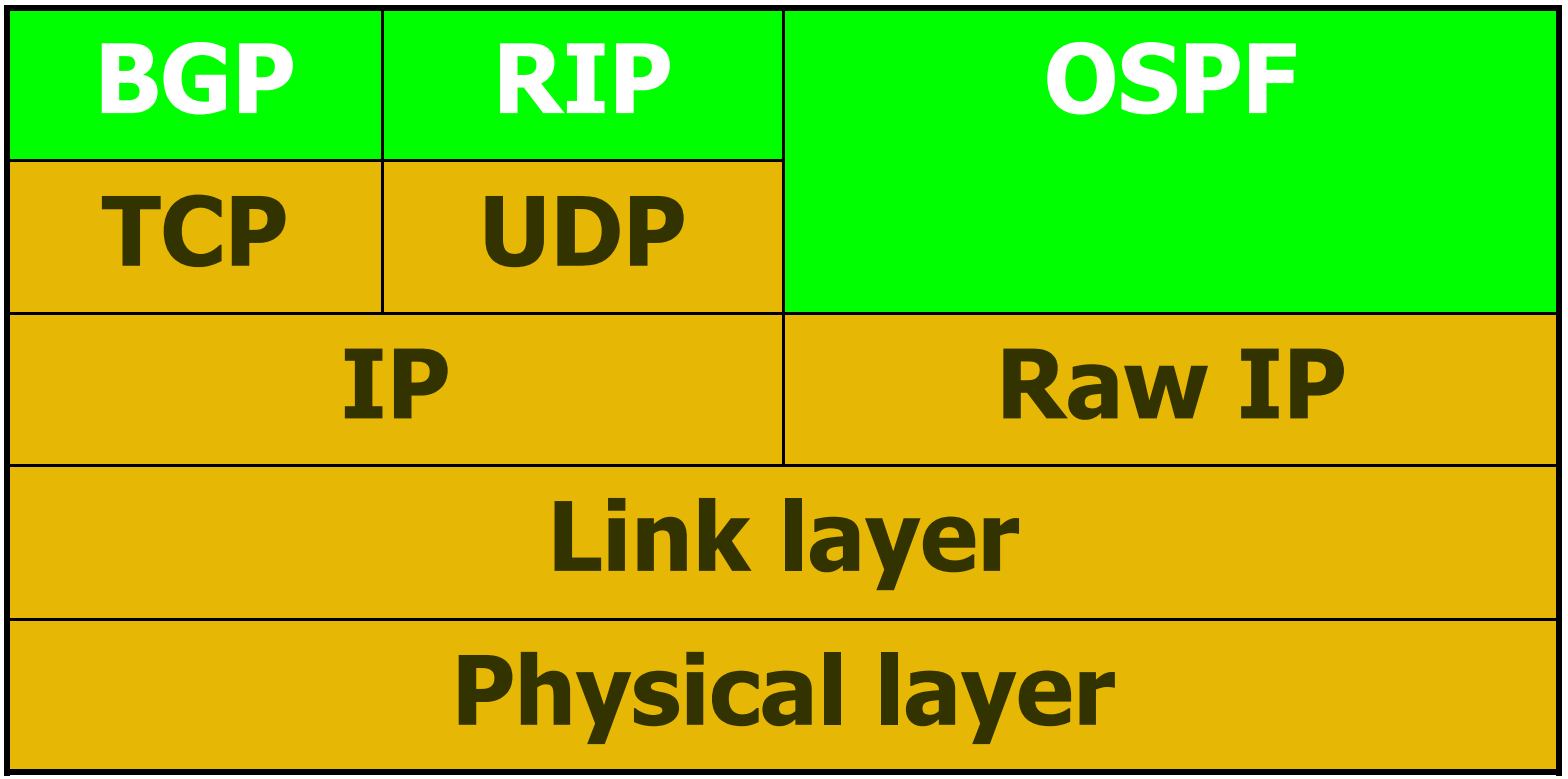


M= (n-2)×2+1
= 13

OSPF Protocol Layer

- **OSPF กำหนด Frame Format ที่จะบรรจุโดยตรงลงใน IP ไม่ผ่าน Transport Layer**
  - Packet Type ทั้งหมด 5 แบบ แต่ละแบบยังมีแยกออกไปอีก
    - OSPF Packet Type I = Hello Packet ส่งทุก 10 วินาที
    - OSPF Packet Type 4 = Link-State Update Packetจะส่ง LSA
      - LSA ที่ส่งมีหลายแบบ
- **Protocol Number ของ OSPF คือ 89**
- **การส่ง LSA จะส่งผ่าน Multicasting**
  - 224.0.0.5

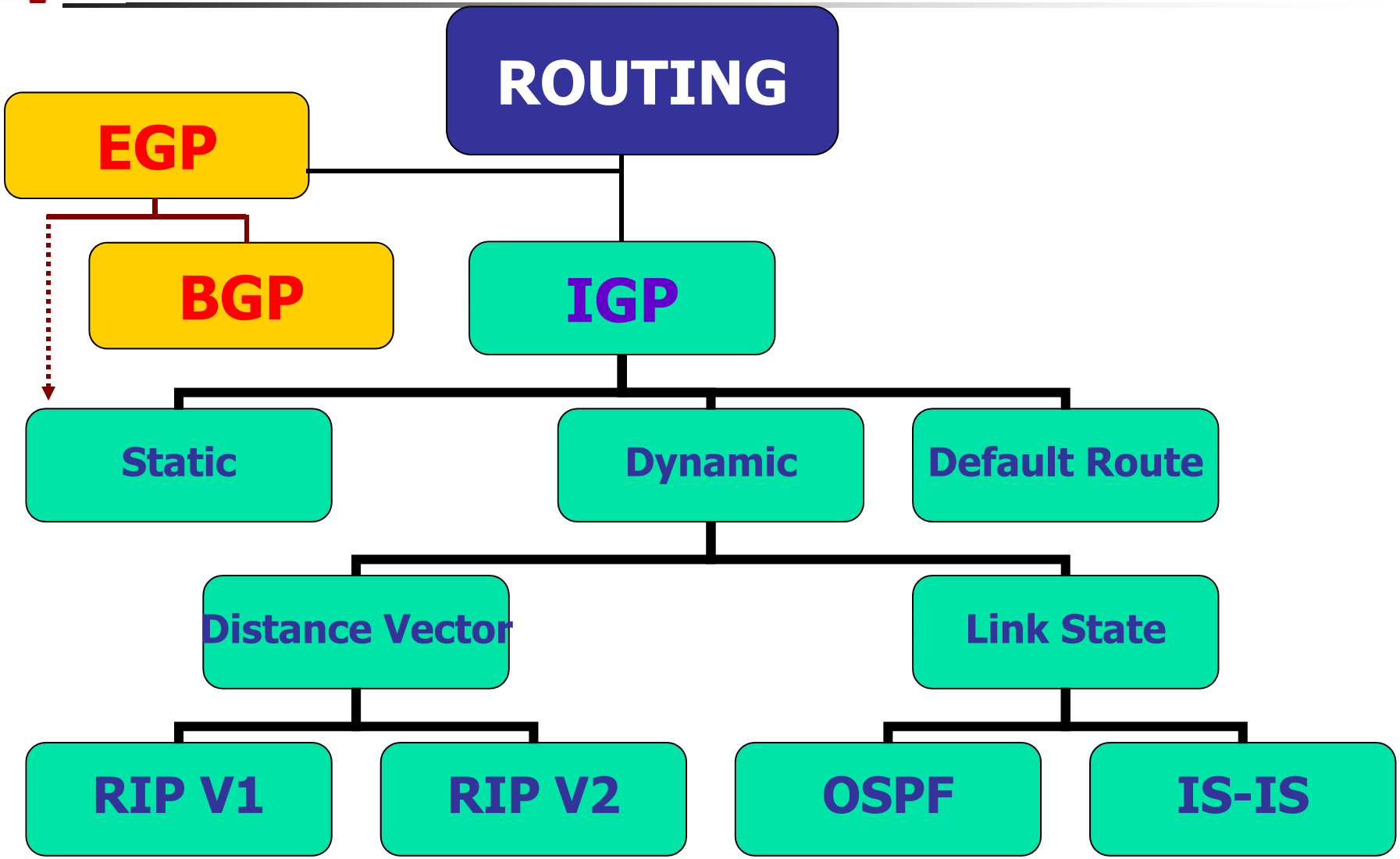
Position of the Dynamic Routing Protocols in the Protocol Stack



27.15 Intermediate System – Intermediate System (IS-IS)

- **ออกแบบโดย Digital Equipment Corporation ให้เป็นส่วนหนึ่งของ DECNET V ให้เป็น IGP**
- **ถูกสร้างขึ้นในเวลาเดียวกับ OSPF และทำงานคล้ายกัน โดยใช้วิธีของ Link-State และ Dijkstra Algorithm**
- **ข้อแตกต่างจาก OSPF**
  - IS-IS เป็น Proprietary ในตอนแรก, OSPF เป็น Open Standard
  - OSPF ถูกออกแบบให้ Run บน IP ส่วน IS-IS ถูกออกแบบให้ Run บน CLNS (Connectionless Network Service อยู่ในมาตรฐานของ OSI)
  - OSPF ออกแบบมาให้ส่งผ่าน Route ของ IPv4 ส่วน IS-IS จะส่งผ่าน Route สำหรับ OSI Protocol
  - ต่อมา OSPF ได้มีการปรับปรุง และใส่ความสามารถเพิ่มเติมลงไป ทำให้มี Overhead สูงกว่า IS-IS
- **IS-IS ถูกลืมไประยะหนึ่งและได้รับความนิยมขึ้นมา เนื่องจาก**
  - ปัจจุบัน DEC ถูกยุบไปแล้ว IS-IS ไม่ใช่ Proprietary Property
  - IS-IS มี Overhead ต่ำกว่า OSPF
  - IS-IS ได้ถูกออกแบบใหม่ให้ใช้กับ IP ได้
  - OSPF ไม่สามารถใช้กับ IPv6 ได้ จะต้องใช้ OSPF 6 ตัวใหม่
- **นิยมใช้ใน ISP เนื่องจาก ISP เป็น Network ขนาดใหญ่ การใช้ OSPF จะมี Overhead สูง**

IP Routing


ROUTING
EGP
BGP
IGP
Static
Dynamic
Default Route
Distance Vector
Link State
RIP V1
RIP V2
OSPF
IS-IS

27.16 Multicast Routing
27.16.1 Multicast Semantic

- **Multicast Routing** จะต่างจาก **Unicast Routing** เนื่องจาก **Internet** ยอมให้ **Multicast Group** เป็น **Dynamic** และไม่จำเป็นต้องมีการแสดงตัวผู้ส่ง
  - สมาชิกสามารถเป็นหรือบอกเลิกได้ตลอดเวลาตามความต้องการ
  - เมื่อเป็นสมาชิกของ Group จะได้รับทุกๆ Packet ที่มีการส่งให้กับ Group
    - ถ้ามีหลาย Application บน Host เดียวกันเป็นสมาชิกของ Group เดียวกัน จะได้รับ Packet เพียงหนึ่ง Copy จากนั้น Packet จะถูก Copy ให้กับแต่ละ Application
  - เมื่อ Application บอกเลิกการเป็นสมาชิกของ Group ตัว Host จะยังไม่แจ้งการบอกเลิกไปยัง Router ที่ต่ออยู่จนกระทั่ง Application สุดท้ายบอกเลิกเป็นสมาชิก Host จึงจะบอก Router ว่าไม่ต้องการเป็นสมาชิกแล้ว
- **IP Multicast Group** จะเป็นลักษณะ **Anonymous**
  - เราไม่สามารถรู้ผู้ส่งหรือผู้รับ หรือจำนวนสมาชิกในขณะนั้น
  - Router และ Host ไม่รู้ว่า Application ใดเป็นผู้ส่งข้อมูลให้แก่ Group
  - กลุ่มของ Multicast Group เพียงแค่กำหนดกลุ่มของผู้รับ
    - ผู้ส่งไม่จำเป็นต้องเป็นสมาชิกของ Group

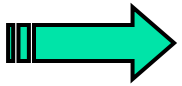
27.16 Multicast Routing
27.16.2 IGMP

- การที่ Host จะ Join หรือ Leave จาก Multicast Group จะกระทำผ่าน **Internet Group Multicast Protocol** (IGMP) กับ Router ที่เชื่อมต่อกับ Network ของ Host นั้น
- Protocol จะใช้เฉพาะสำหรับการสื่อสารระหว่าง Host และ Router
- Protocol จะกำหนด Host ไม่ใช่ Application ให้เป็นสมาชิกของ Multicast Group
  - ถ้ามีหลาย Application เป็นสมาชิกของ Group จะมองเหมือนเป็นสมาชิกเดียว และเป็นหน้าที่ของ Host ที่จะทำการ Copy ข้อมูลส่งให้แต่ละ Application
  - เมื่อ Application สุดท้ายบอกเลิกการเป็นสมาชิก Host จะส่ง IGMP ไปบอกยัง Router เพื่อบอกเลิก

27.16 Multicast Routing

27.16.3 การ Forward และการค้นหาสมาชิก

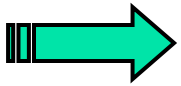
- **เมื่อ Router พบว่ามี Host บน Network ที่มันเชื่อมต่ออยู่เป็นสมาชิกของ Multicast Group มันจะต้องจัดสร้างเส้นทางไปยัง Group และทำการส่ง Datagram ที่มันได้รับสำหรับ Group ไปยัง Host สมาชิก**
  - ดังนั้น Router จะมีหน้าที่ในการกระจาย Multicast Routing Information
- **Multicast Routing จะซับซ้อนและยากกว่า Unicast Routing เนื่องจาก Group เป็น Dynamic และการใช้ Anonymous Sender**
  - ขนาดและ Topology ของ Group อาจจะเป็นภายใน Organization หรือทั่วโลก โดยมีสมาชิกไม่กี่คนจนถึงเป็นล้านคน (เช่น Webcast Application)



27.16 Multicast Routing

27.16.3 การ Forward และการค้นหาสมาชิก

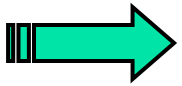
- Multicast Routing Protocol จะต้องทำงานได้รวดเร็วและต่อเนื่องเพื่อที่จะสามารถจัดการกับสมาชิกที่เป็น Dynamic
- เนื่องจาก User ใดก็ได้สามารถส่งข้อมูลให้ Group ดังนั้น Route Information จะต้องกินขอบเขตนอกเหนือจากสมาชิกของ Group
- Multicast Protocol จะใช้สามวิธีในการ Forward Datagram



27.16 Multicast Routing

27.16.3 การ Forward และการค้นหาสมาชิก

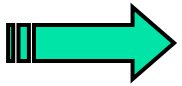
- **Multicast Protocol จะใช้สามวิธีในการ Forward Datagram**
  - Flood-and-Prune
  - Configuration-and-Tunneling
  - Core-Based Discovery
- **เราจะกล่าวรายละเอียดในแต่ละวิธีอย่างสังเขป**



27.16 Multicast Routing

27.16.3 การ Forward และการค้นหาสมาชิก

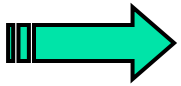
- **Flood-and-Prunes**
  - วิธีนี้จะดีที่สุดถ้าขนาดของกลุ่มเล็ก และสมาชิกทุกคนเชื่อมต่อกับ LAN ที่อยู่ติดกัน เช่น Network ขององค์กร
  - การทำงานจะเริ่มจาก Router จะ Forward แต่ละ Datagram ไปยังทุกๆ Network
    - เมื่อ Multicast Datagram มาถึง Router จะ Forward ไปยังทุกๆ Direct Connect LAN ผ่าน Hardware Multicast
  - เพื่อป้องกัน Loop วิธีการนี้จะใช้เทคนิคที่ชื่อ Reverse Path Broadcasting (RPB) ในการ Break Loop
  - ขณะที่ Router ทำการ Flood ข้อมูลไปยังทุก Network มันจะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับสมาชิกของกลุ่ม
    - ถ้า Router เรียนรู้ว่า Network ใดไม่มีสมาชิกอยู่ มันจะหยุดการส่งข้อมูล Multicast ให้ Network นั้น นี่เป็นที่มาของคำว่า ‘Prunes”



27.16 Multicast Routing

27.16.3 การ Forward และการค้นหาสมาชิก

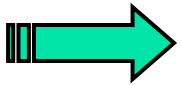
- **Configuration-and-Tunneling**
  - วิธีนี้จะใช้ได้ดีในกรณีที่สมาชิกกระจายตัว กินขอบเขตกว้าง โดยที่แต่ละ Site มีสมาชิกไม่กี่คน
  - Router ในแต่ละ Site จะถูก Configure ให้รู้จัก Site อื่นๆ
  - เมื่อมี Multicast Datagram มาถึง ตัว Router จะส่ง Datagram ไปยังทุก Site ที่เป็น LAN ที่เชื่อมต่อกับมันโดยตรง ผ่าน Hardware Multicast
  - จากนั้น Router จะมาดูที่ตาราง Configuration ว่า Datagram นี้จะต้องส่งไปยัง Remote Site ใด
    - การส่งจะเป็นการบรรจุ IP Multicast ลงใน IP Unicast Datagram เรียกว่าการทำ Tunneling (IP-in-IP Tunneling)
      - ดังนั้นการ Forward Multicast Datagram จะผ่านทาง Unicast Routing เนื่องจากมีการทำ Tunneling
  - คือการส่งภายใน Site ใช้ Multicast แต่การส่งให้ Site อื่นจะใช้ Unicast Tunneling



27.16 Multicast Routing

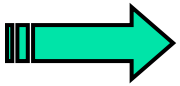
27.16.3 การ Forward และการค้นหาสมาชิก

- **Core-Based Discovery**
  - ในกรณีที่ขนาดกลุ่มและขอบเขตอยู่ระหว่างกลาง หรือมีการปรับเปลี่ยนไปมา สองวิธีแรกจะใช้ไม่ดี เราต้องการ Protocol ที่สามารถรองรับได้หลายๆ รูปแบบของกลุ่ม
  - วิธีนี้จะใช้การกำหนด Core Unicast Address สำหรับแต่ละ Multicast Group
  - เมื่อ Router R1 ได้รับ Multicast Datagram มันจะทำการ Encapsulate Datagram นั้นลงใน Unicast Datagram และส่งไปยัง Core Unicast Address ของ Group
    - เมื่อ Unicast Datagram นี้เดินทางผ่าน Internet ตัว Router ในทางผ่านแต่ละตัวจะดู Content ภายใน ถ้า Router เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม มันจะ Process Multicast Message และส่ง Multicast Datagram ให้กับสมาชิกในส่วนของมัน
  - การเป็นสมาชิกของกลุ่มจะใช้วิธีการอย่างเดียวกัน
    - เมื่อ Router ได้รับการร้องขอการเป็นสมาชิก มันจะเพิ่มเส้นทางลงในตาราง Multicast Table ของมัน
  - ดังนั้นสมาชิกของ Multicast Group จะขยายตัวออกจาก Core และ Router จะสร้างเส้นทางเชื่อมต่อเป็น Multicast Tree



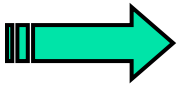
27.16 Multicast Routing
27.16.4 Multicast Protocols

- **มีหลาย Protocol ที่ถูกเสนอขึ้นมา แต่ยังไม่มีตัวใดที่สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางตลอดทั้ง Internet (Internet-wide multicast routing)**
  - Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP)
    - เป็น Protocol ที่ถูกใช้โดย UNIX program 'mrouted' และใน Internet Multicast backBONE (MBONE)
    - DVMRP จะทำ Local Multicast โดยใช้ IP-in-IP encapsulation และส่ง Multicast Datagram จาก Site หนึ่งไปยังอีก Site หนึ่ง
    - รายละเอียด ดูได้จาก http://www.lbl.gov/web/Computers-and-Networks.html#MBONE
  - Core Based Tree (CBT)
    - ใช้วิธีการให้ Router สร้าง Delivery Tree จากจุดศูนย์กลางมายังแต่ละกลุ่ม โดย CBT จะอาศัย Unicast Routing ในการส่งข้อมูลมายังศูนย์กลาง



27.16 Multicast Routing
27.16.4 Multicast Protocols

- Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM)
  - เป็น Protocol ที่ใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับ CBT ในการสร้าง Multicast Routing Tree
  - การส่งข้อมูลระหว่าง Site ซึ่งใช้ Unicast ไม่ได้กำหนดว่าจะต้องใช้ Unicast Routing Protocol อะไร
- Protocol Independent Multicast-Dense Mode (PIM-DM)
  - เป็น Protocol ที่ออกแบบมาให้ใช้ภายในองค์กร
  - Router จะใช้วิธีการ Flooding (PIM-DM Broadcast) Packet ของ Multicast ไปยังทุกๆตำแหน่งของ Network ภายในองค์กร
    - ถ้า Router ใด ไม่มีสมาชิกของ Multicast อยู่ จะส่งข้อมูลกลับให้ทำการ Prune Multicast Tree (หยุดส่ง Packet)
  - วิธีการนี้จะใช้ได้ดี ถ้า Multicast Session มีอายุสั้น เพราะไม่ต้องการการ Setup ก่อนที่จะมีการส่งข้อมูล



27.16 Multicast Routing
27.16.4 Multicast Protocols

- Multicast Extensions to the Open Shortest Path First Protocol (MOSPF)
  - MOSPF ได้ถูกออกแบบเพื่อจะผ่าน Multicast Route ระหว่าง Router ภายในองค์กร
  - โดย MOSPF จะอาศัยการทำงานของ OSPF และทำงานร่วมกับ Link-State Routing
- **Multicast Routing เป็นเรื่องที่ยากมาก แม้ว่าจะมีการวิจัยค้นคว้ามานาน แต่ยังไม่มี Protocol ที่เป็น General-Purpose Internet Multicast ที่ประสพผลสำเร็จ**

Protocol	Type
DVMRP	Configuration-and-Tunneling
CBT	Core-Based-Discovery
PIM-SM	Core-Based-Discovery
PIM-DM	Flood-And-Prune
MOSPF	Link-State (within an organization)

Extra: Network Design Tips การใช้ VLAN and Subnet

- **การทำ VLAN คือการแบ่ง Switch ให้มีการทำงานเหมือนกับเป็น Switch หลายตัว**
  - Host ที่ต่อกับแต่ละ VLAN จะเหมือนกับว่าเป็น LAN คนละวง
  - แต่ละ VLAN จะ Broadcast กันภายใน คือเป็นหนึ่ง Broadcast Domain
- **ในการนำ TCP/IP มาใช้กับ LAN เราจะทำ Subnet ให้ LAN แต่ละวงเป็นหนึ่ง Network**
  - ดังนั้น หนึ่ง VLAN ในทางปฏิบัติคือหนึ่ง Subnet และ หนึ่ง Broadcast Domain
  - อย่างไรก็ตาม พึงเข้าใจว่า VLAN Number เป็นหมายเลขอ้างอิงเพื่อแบ่ง LAN และรู้จักเฉพาะ Switch นั้นๆ ในขณะที่ IP Number นั้นเป็น Global Address
  - เราสามารถใช้ VLAN เบอร์เดียวกัน สำหรับคนละ Subnet ที่อยู่ต่าง Switch กัน และไม่มีการเชื่อมกันในระดับ Layer 2 แต่ไม่มีเหตุผลอะไรที่จะทำเช่นนั้น เพราะ VLAN Number สามารถตั้งได้อย่างเหลือเฟือ
  - ดังนั้น แต่ละ Subnet ควรให้ VLAN Number ที่แตกต่างกัน

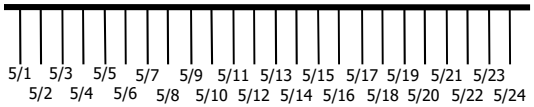
Extra: Network Design Tips การใช้ VLAN and Subnet

- การทำ VLAN Tag เป็นเสมือนการรวม LAN ที่อยู่ต่าง Switch กัน เป็น LAN เดียวกันและเป็น Subnet เดียวกัน (เพิ่มจำนวนของ LAN Port แต่ต่าง Switch)
- VLAN Tag เป็น Protocol ที่วางบน Layer 2
  - IP Packet ไม่มีข้อมูลของ VLAN Tag
- Tag จะใส่ลงใน Frame ที่ส่งผ่าน Port ที่ทำ Tag เท่านั้นและจะถูกนำออกเมื่อถึง Switch ปลายทาง
  - ดังนั้น VLAN Tag จะรู้จักกันระหว่าง Switch สองตัวเท่านั้น
  - Default VLAN ของ Port ที่ทำ Tagging จะไม่ใส่ VLAN Tag
- VLAN และ VLAN Tag ทำให้ Network ต้องมีสอง Diagram
  - Logical Diagram แสดงการเชื่อมต่อในการทำงานระหว่าง VLAN หรือ Subnet
  - Physical Diagram แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Switch ทาง Physical

Extra: Network Design Tips การใช้ VLAN and Subnet

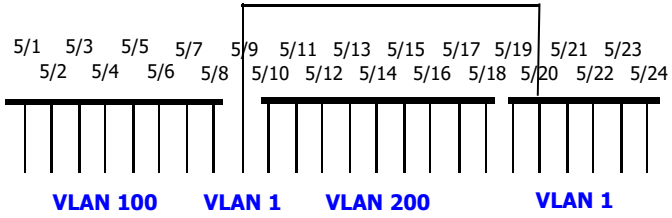
- ตัวอย่าง Switch 24 Port

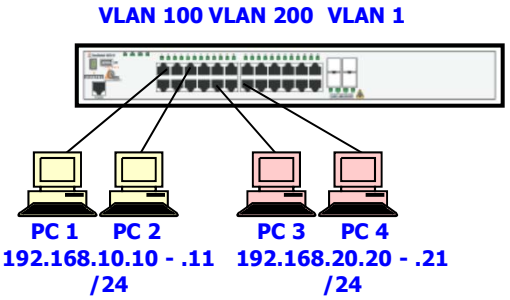
Physical Diagram

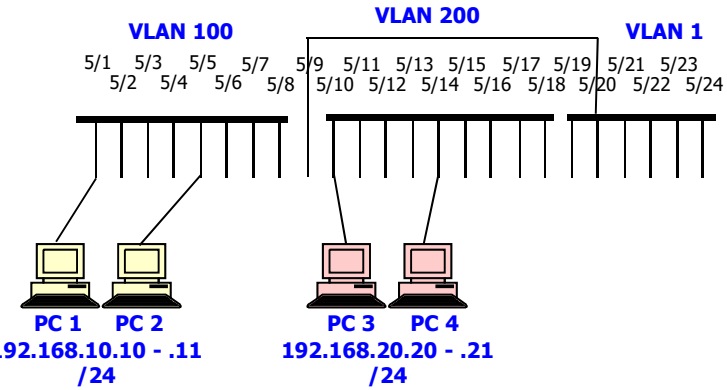


Logical Diagram

- เมื่อแบ่ง VLAN



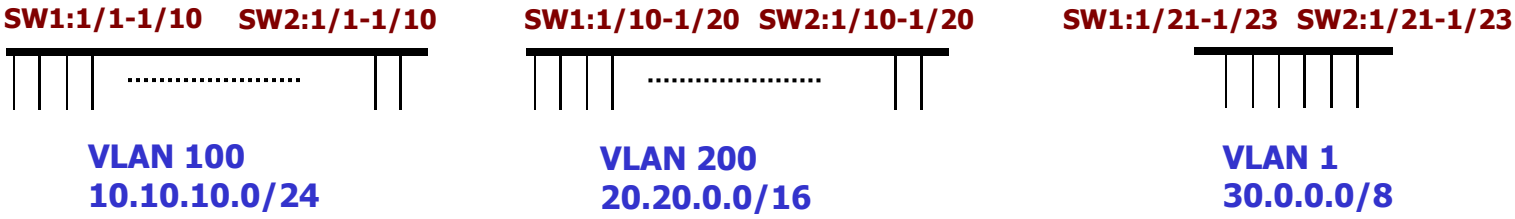




VLAN Tag Diagram

Physical Diagram

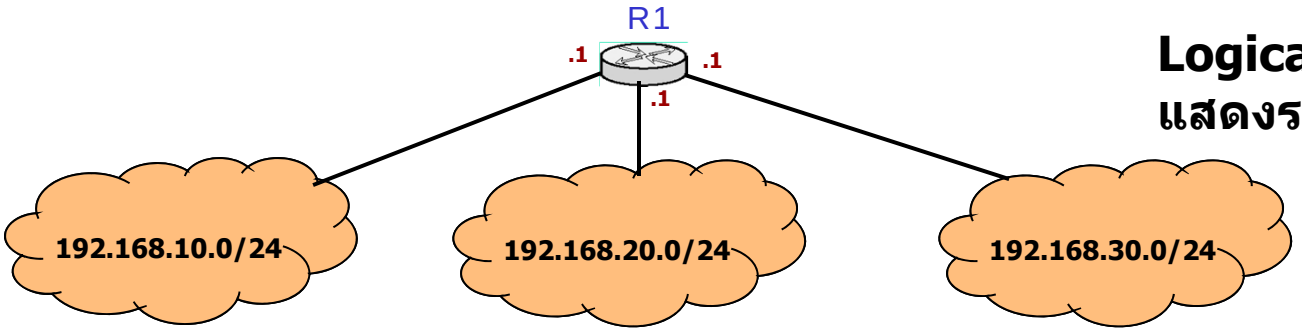
Logical Diagram



การเชื่อมต่อ VLAN

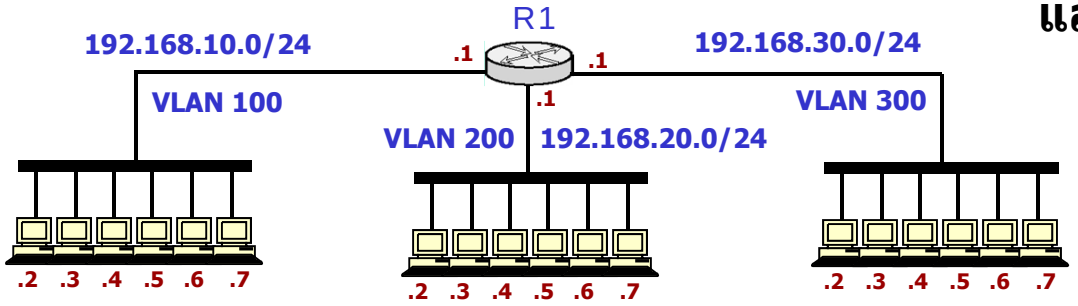
- คือการเชื่อมต่อ LAN คนละวงเข้าด้วยกัน
- คือการเชื่อมต่อแต่ละ Subnet หรือต่าง Network เข้าด้วยกัน
- ต้องใช้อุปกรณ์ Layer 3 คือ Router หรือ Switch L3
  - การส่งข้อมูลข้าม LAN จะส่งได้ในระดับ IP Packet เท่านั้น
  - Broadcast ปกติจะไม่ผ่าน

สมมุติเรามี 3 Network เชื่อมต่อผ่าน Router



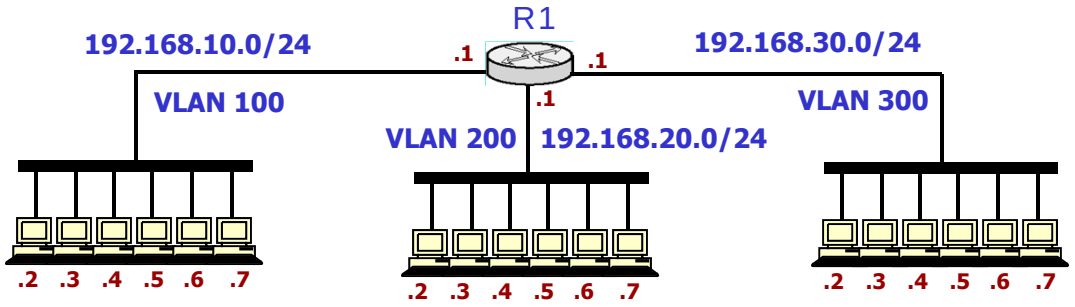
Logical Diagram
แสดงรายละเอียดระดับ L3

Logical Diagram
แสดงรายละเอียดระดับ L2
และ Host



ถ้าผู้ใช้งานแต่ละ Network มีน้อย เช่น 6 คน และอยู่บริเวณเดียวกัน เราสามารถใช้ Switch ตัวเดียว และ แบ่งเป็น 3 VLAN VLAN ละ 7 Port

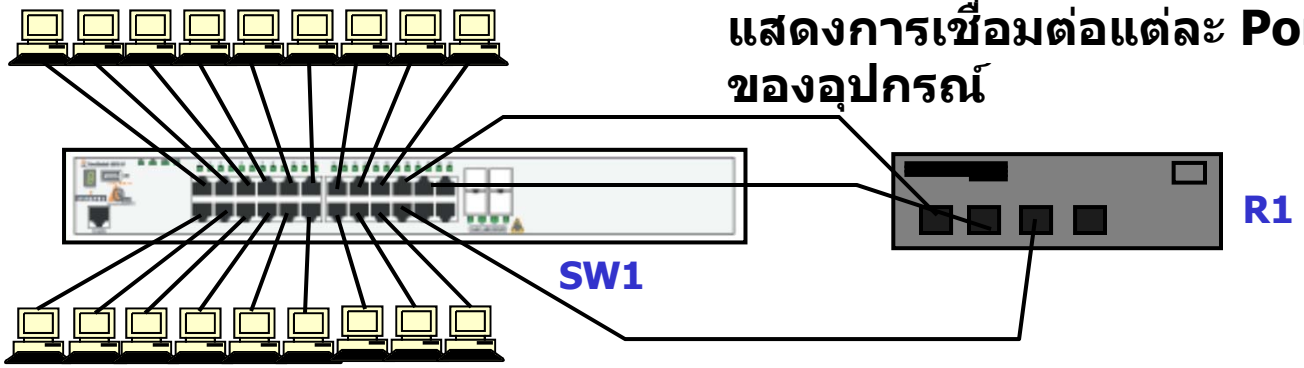
VLAN Diagram



Logical Diagram
แสดงรายละเอียดระดับ L2 และ Host

ถ้าผู้ใช้งานแต่ละ Network มีน้อย เช่น 6 คน และอยู่บริเวณเดียวกัน เราสามารถใช้ Switch ตัวเดียว และ แบ่งเป็น 3 VLAN VLAN ละ 7 Port

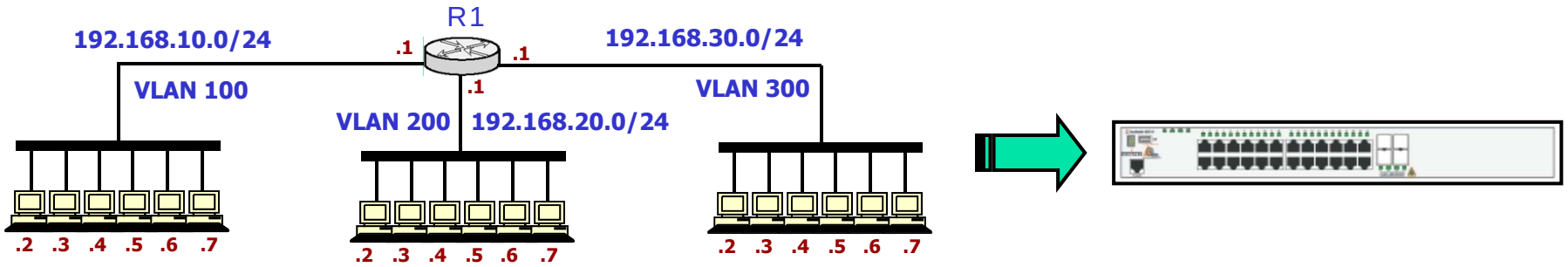
Physical Diagran
แสดงการเชื่อมต่อแต่ละ Port ของอุปกรณ์



VLAN100 Port 1/1,3,5,7,9,11,19 **VLAN300 Port 1/,13,14,15,16,17,18,21**
VLAN200 Port 1/2,4,6,8,10,12,20

Switch L3

- ในทางปฏิบัติ ถ้ามีการแบ่ง VLAN และเชื่อม VLAN รวมถึงการทำ Routing เราใช้ Switch L3 จะสะดวก ประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงกว่า
- Switch L3 จะรวม Router Function อยู่ภายใน Switch
- นอกจากนี้ยังมี Switch L4 สามารถทำหน้าที่เป็น Firewall
- Switch L7 ทำ Security ได้ถึงระดับ Application
- เรียกรวมๆว่า Multilayer Switch



ขั้นตอนทั่วไปในการ Configure Switch L3 คือทำทีละ Layer

- **Layer 1:เชื่อมต่อสายก่อนและตรวจสอบ**
- **Layer 2:**
  - สร้าง VLAN
  - กำหนด Port ให้กับแต่ละ VLAN
  - ทำ VLAN Tagging (ถ้ามี)
- **Layer 3:**
  - กำหนด IP Interface ให้กับแต่ละ VLAN
    - เมื่อกำหนด IP Interface ตัว Switch จะทำงานใน Layer 3 โดยอัตโนมัติ
    - หนึ่ง VLAN คือหนึ่ง Subnet ดังนั้นระวังการกำหนด IP/Net Mask ให้แก่ Interface
    - เมื่อกำหนดแล้ว จะเป็นการกำหนดค่า Network ID (Prefix) ให้แก่ VLAN ไปในตัว
- **จากนั้นจึงค่อยทำ Routing**

End of Week 13

- **HW 8 Download**
- **No Class Week 14**
  - Songkran
- **Week 14: Advance Topic**
  - Textbook Part IV
  - QoS and IP Telephony