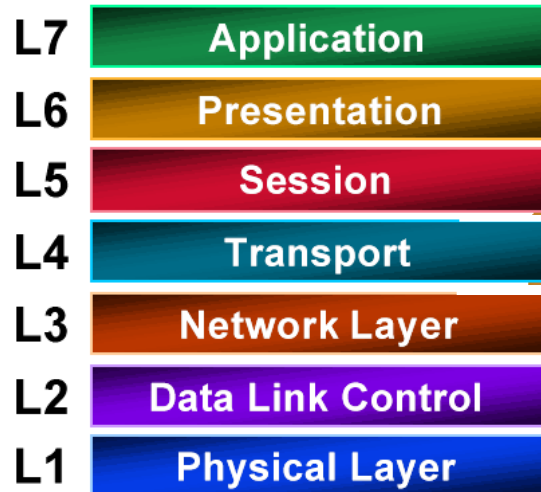

Routing 이론

목 차

- ❑ Routing의 개념
- ❑ Routing Protocol 소개
- ❑ Distance Vector Routing Protocols
- ❑ Link-State Routing Protocols
- ❑ Static Route

Routing의 개념

□ ISO Reference Model



- Routing Information Protocol (RIP & RIPv2)
- Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)
- Open Shortest Path First (OSPF) Protocol
- NetWare Link Services Protocol (NLSP)
- Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)
- Enhanced IGRP (EIGRP)
- Border Gateway Protocol (BGP)

Routing의 개념

□ Routing

- Routing은 임의의 location에서 다른 location으로 Item을 Forwarding하는 과정
- OSI reference model의 Layer 3 Network 계층에서 수행

□ Router 기능

- Router 는 OSI reference model의 Layer3 device로 네트워크의 logical topology에 관한 정보를 주고 받고 logical topology를 통해 배운 정보를 바탕으로 작성된 Map을 이용하여 Packet을 전송
- Packet
 - OSI reference model의 Layer3 PDU(Protocol Data Unit)으로 Router가 해석할 수 있는 Logical destination/Source address를 포함하고 있음
- Routing
 - Network의 logical topology를 통해 Map 작성 및 경로 제시
- Switching
 - Packet을 Inbound 인터페이스에서 outbound 인터페이스로 Forwarding

Routing의 개념

□ Routing Requirements

- 이 장비 (Router)에 Layer 3 protocol suit이 동작하고 있는가?
- 이 장비가 Destination network을 알고 있는가?
 - Routing Table안에 entry(route)가 포함되어 있는가?
 - 이 Route가 현재 가용한가?
- Best Path로 가기 위해서는 어떤 outbound 인터페이스를 사용해야 하는가?
 - Lowest Path가 최우선
 - Equal lowest metric path를 통해 load sharing 지원

□ Routing information (예)

I 172.16.8.0 [100/118654] via 172.16.7.9, 00:00:23, serial0

I	-- How the route was learned (IGRP)
172.16.8.0	-- Destination logical network or subnet
[100	-- Administrative distance
/118654]	-- Metric Value
00:00:23	-- Age of entry
Serial 0	-- outgoing interface

Routing의 개념(ad 값 기억 할 것)

□ Administrative distance

- 복수개의 **Routing Protocol**이 사용되고 있을 때 **Routing Table**상에 **best path**를 선정하기 위한 기준으로 값이 가장 낮은 것이 우선됨
- **Ad**의 경우 우선순위가 낮을 수록 좋다.
- 단 **ad**를 제외한 라우팅의 우선순위는 높을 수록 좋다
- 스위치는 무조건 낮다

Route Source	Default Distance
Connected Interface	0
Static Route	1
Enhanced IGRP Summary Route	5
External BGP	20
Internal Enhanced IGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EGP	140
External Enhanced IGRP	170
Internal BGP	200
Unknown, Discard Route	255

□ Metric

- **Routing Protocol**에 의해 얻어진 경로 정보들 중, **best path**를 설정하기 위한 기준으로 각각의 **Routing Protocol**에 따라 서로 다른 **metric**을 사용함
 - 예 : RIP : Hop의 개수, OSPF : bandwidth

Routing Protocol의 소개

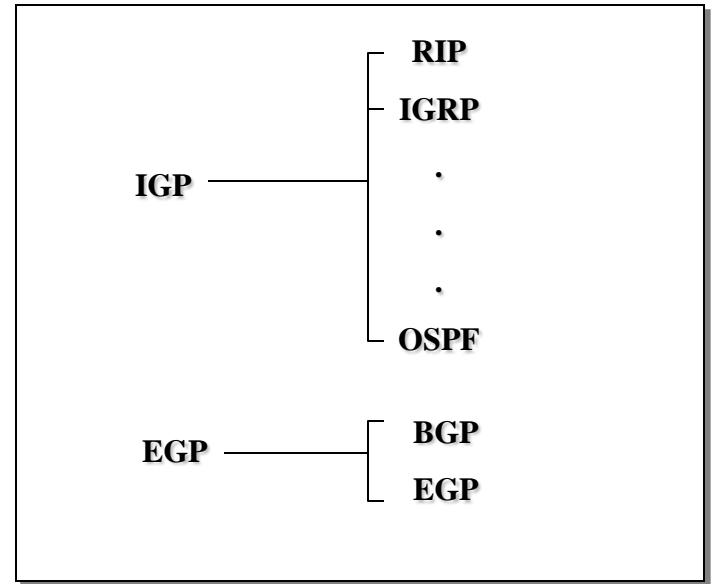
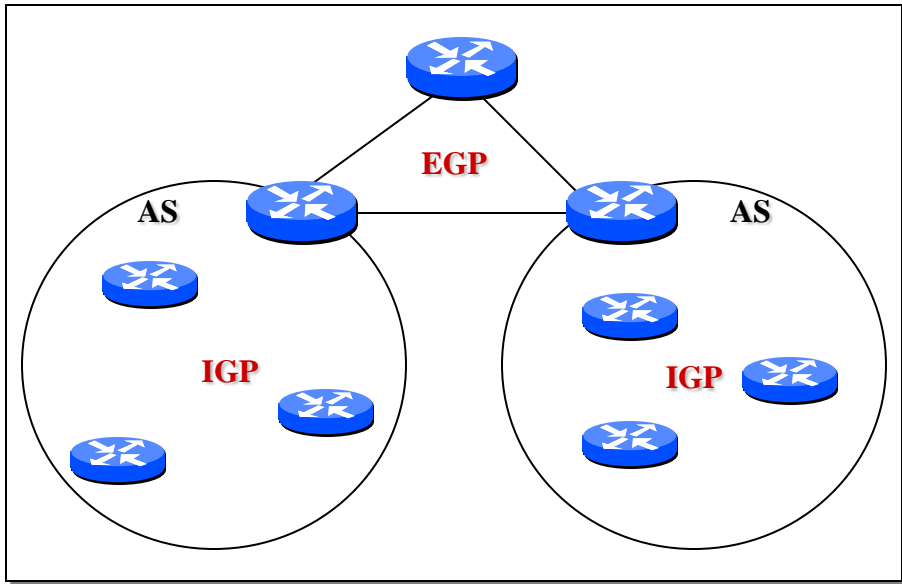
□ Routing Protocol의 목적

- 최적 경로 결정
- Loop-free routing
- 빠른 convergence
- 설계 관리 최소화
- 갱신으로 인한 트래픽 발생 최소화
- 주소 한계 관리
- 계층적 topology 지원
- 설정의 용이
- 변경사항에 대한 쉽고 빠른 적용
- 많은 트래픽 발생을 억제
- 넓은 범위까지 확장 가능
- 현재 가지고 있는 host나 router들과 호환성 제공
- Variable length subnet mask(VLSM) 및 연속적이지 않는 subnet 지원
- Policy routing 지원

Routing Protocol의 소개

□ Routing Protocol의 종류

- **IGP (Interior Gateway Protocol) 내부**
 - 임의의 AS (Autonomous System)에서 동작하는 Routing Protocol
 - RIP, IGRP, EIGRP, OSPF, IS-IS 등이 있음
- **EGP (Exterior Routing Protocol) 외부 – 국가와 국가, 도시와 도시**
 - AS 와 AS간 동작하는 Routing Protocol
 - BGP=EGP등이 있음
 - **AS** 집단을 의미한다.



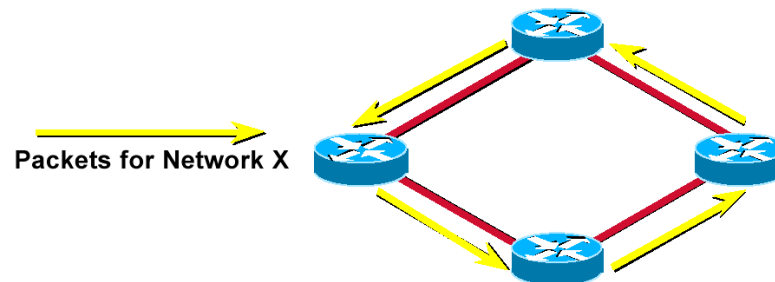
Routing Protocol의 소개

● Distance Vector Routing Protocol

- 주기적으로 라우터 자신이 가지고 있는 모든 Routing Table 전체를 Neighbor 라우터에게 Update
- Link-State Routing Protocol에 비해 Convergence 시간이 느림
- Low CPU 및 Memory 사용
- 대표 Protocol : RIP, IGRP

● Routing Loop

- Packet이 목적지에 도달하지 못함
- Convergence전 까지 순간 Traffic의 급증 발생 가능



Routing Protocol의 소개

● Routing loop prevention

– Hold down timer

- ◆최소 convergence time을 설정
- ◆Routing loop 발생 방지
- ◆임의의 Link상태가 down 상태가 되었을 때, 이 정보를 받은 라우터는 일정 시간동안 다른 routing update를 받지 않음. 다만 몇 가지 예외의 경우가 발생했을 때는 hold down 시간이 지나기 전에 hold down timer를 expire 시킴.
 - ☞ Destination 네트워크까지 더 좋은 metric을 가지고 있는 경로가 update 되는 경우
 - ☞ 장애가 발생한 link상태가 회복된 경우

– Split horizon

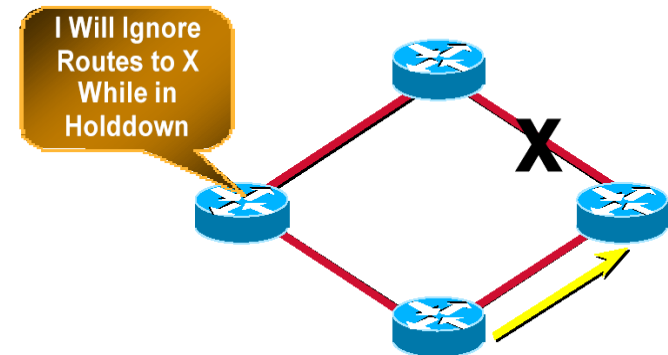
- ◆수신된 Routing Data를 다시 돌려보지 않는 기법
- ◆Routing Loop를 방지하기 위해 사용

– Define maximum count

- ◆RIP 은 최대 15개 Hop까지.

– Poison Reverse

- ◆Infinity 된 routing정보에 대해서는 Split horizon rule과 관계없이 다른 라우터에게 전달



Routing Protocol의 소개

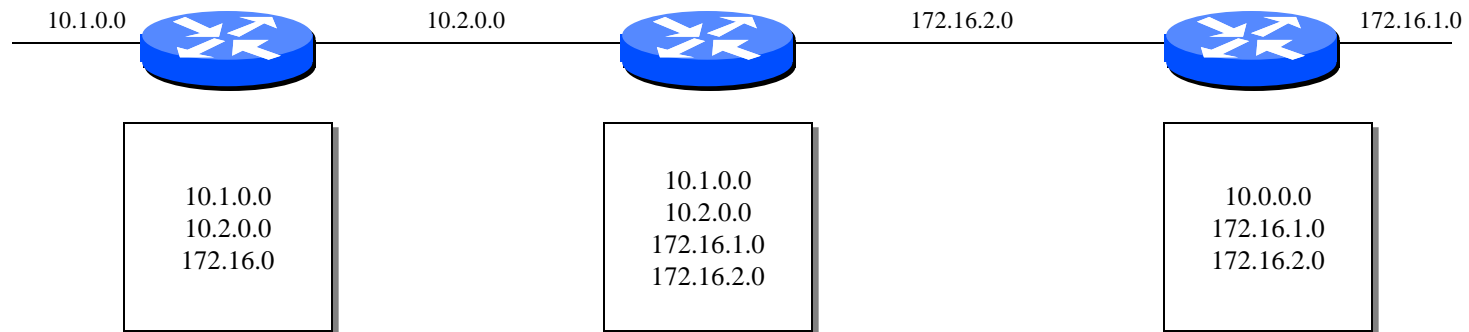
● Link-State Routing Protocol

- 각각 라우터 자신에 해당 되는 Link의 상태 변화가 발생 할 때만 Link 상태를 모든 지역의 라우터에게 Update를 수행
- Link State를 바탕으로 Routing Table을 계산하는 고유의 Algorithm을 가지고 있음
 - ♦Ex) Dijkstra
- Distance vector routing protocol에 비해 Convergence가 빠름
- High CPU power 및 Memory가 필요
- OSPF, IS-IS, NLSP 등

Routing Protocol의 소개

● Classful Routing

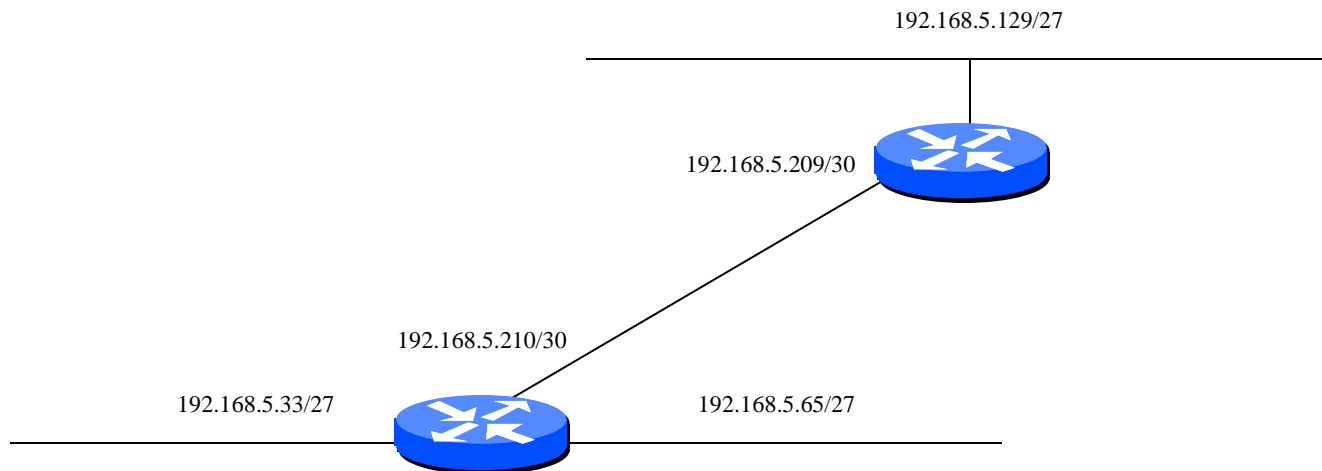
- Distance vector protocol에서 사용되는 Route calculation method
- Routing update를 수행하는 도중 Subnet mask를 전달하지 않음
- 라우터는 자기에 직접 연결되어 있는 인터페이스의 Subnetmask만을 인식하고 다른 네트워크로부터 전달된 Route에 대해서는 Classful Route만을 지원
- Foreign 네트워크에 대해서는 Summary route를 교환
- RIP, IGRP



Routing Protocol의 소개

● Classless Routing

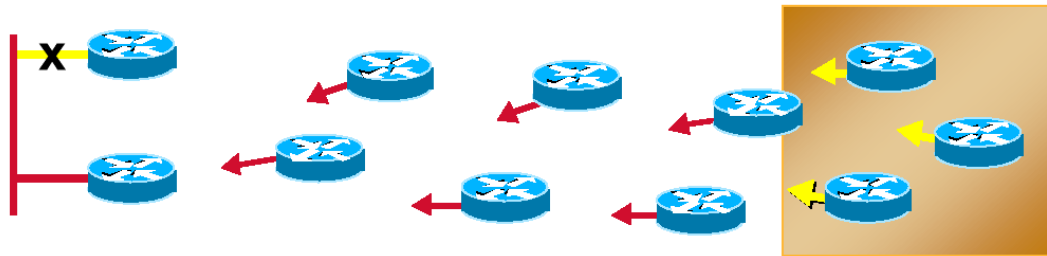
- Route advertising 시, Subnet mask까지 전달 (VLSM 지원)
- Summary Route는 manually control 가능
- Classful routing에 비해 좀더 정확한 네트워크 정보를 전달
- Discontiguous 네트워크 환경을 지원
- OSPF, EIGRP, RIPv2, IS-IS, BGP 등



Routing Protocol의 소개

□ Convergence

- 네트워크 **Topology**에 변화가 발생 한 후, 네트워크 내의 모든 라우터가 변화된 네트워크 **Topology**를 인지하고 **Routing Table**의 안정화를 가지는 과정
 - 새로운 Route가 추가
 - 현재 Route의 state가 변화
- **Convergence time**에 영향을 주는 요소
 - Update Mechanism (hold-down timer)
 - Topology table의 크기 (Network size)
 - Router calculation algorithm
 - Media Type
- 명확한 예측이 어려움



Distance Vector Routing Protocol

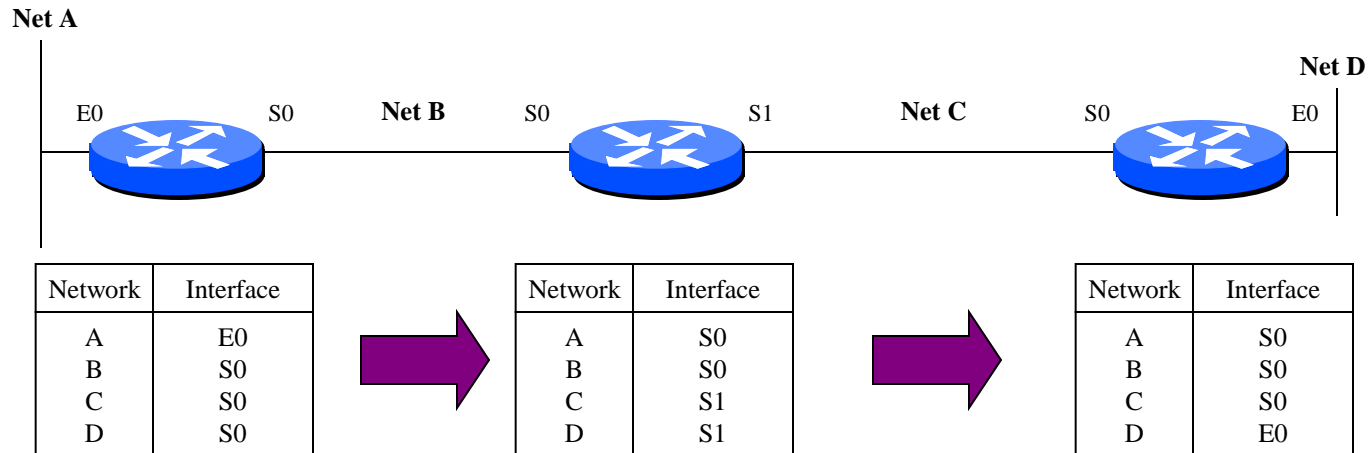
□ RIP

● 개요

- Routing Information Protocol의 약어
- 현재 널리 사용중인 protocol
- Hop count metric
- 주기적인 정보 갱신
 - ◆30초 단위로 Routing Table을 교환
- 구현이 용이함
- 일반적으로 무료로 지원
- RFC 1058
- 동작 방법이 단순하지만 기능의 제한이 있음
- 늦은 convergence
- VLSM 미 지원
- 비연속적인 subnet 미 지원
- Routing loops 발생 가능
- 무한 Count 발생 가능
- Equal load balancing 지원 (최대 6개)

Distance Vector Routing Protocol

- Routing Table 전체를 Neighbor에게 전달

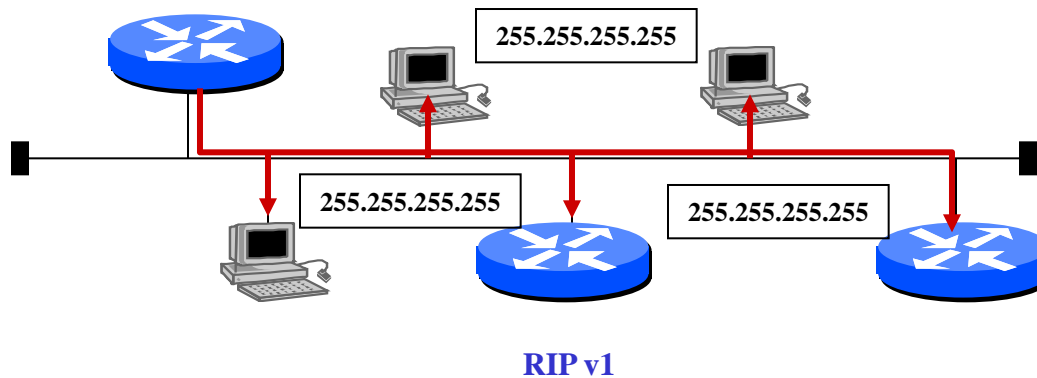


– default time : 30 second

Distance Vector Routing Protocol

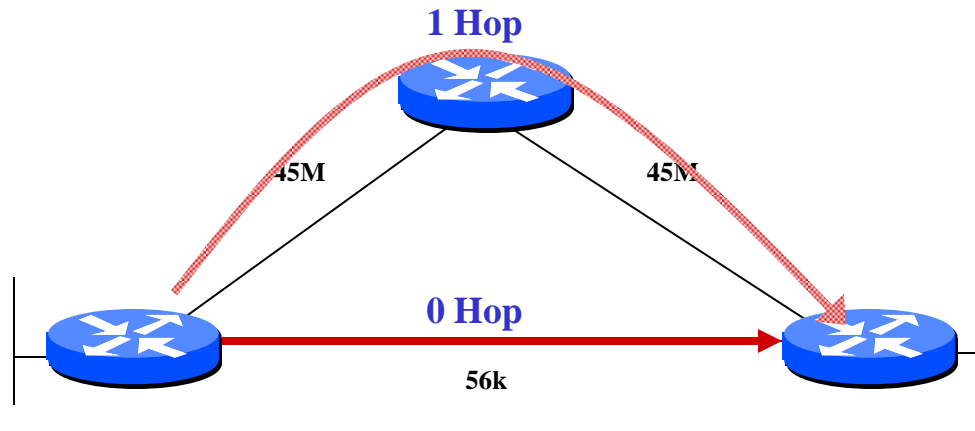
- **RIP v1은 Routing Update 시 Local broadcast 방식을 사용함**

- 라우터를 포함한 모든 Station이 RIP update를 받음



- **RIP Metric**

- RIP의 Metric은 Hop Count



Distance Vector Routing Protocol

● RIP 적용환경

- 짧은 시간 안에 구현해야 할 경우
- 안정적인 Link에 적용하기에 적당함
- 소규모 network에 적용하기에 적당함
- Host 환경에서의 Routing에 사용
- 여러 벤더의 장비로 구성된 network 환경에 적용
- 이중화 구성이 필요 없는 network에 적용

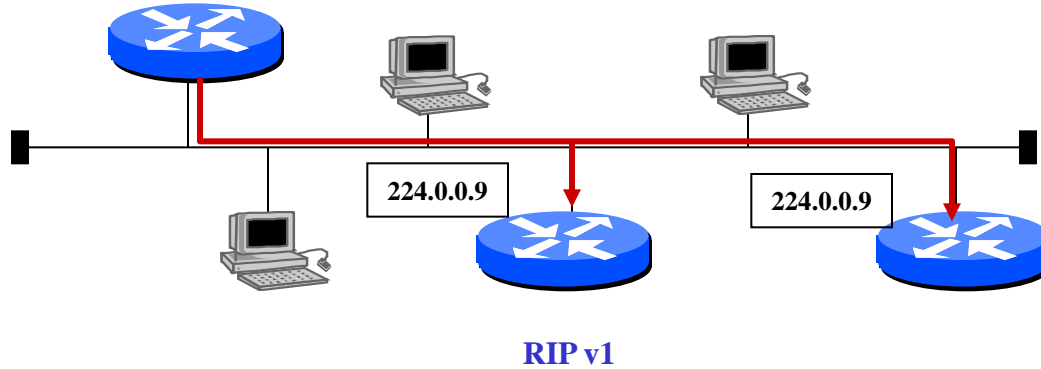
● RIP v2

- RFC 1723
- Cisco IOS 11.1에서 지원
- Mask 정보를 전송
- VLSM 지원
- Route summarization 지원
- Multicast를 이용하여 routing 갱신
- MD5를 이용한 인증 update 지원

Distance Vector Routing Protocol

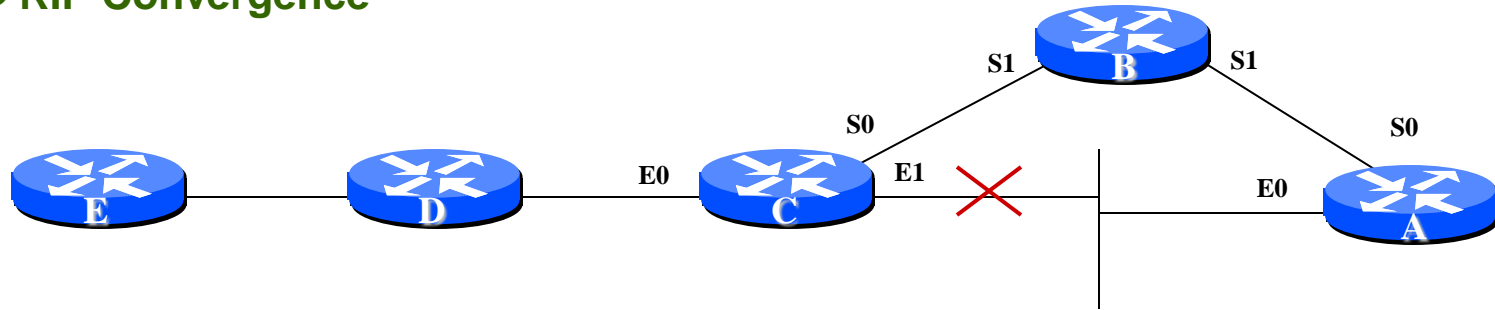
- RIP v2의 Routing update

- Multicast를 사용



Distance Vector Routing Protocol

● RIP Convergence



- 라우터 C는 Link failure를 감지. B와 D에게 Flash update를 수행
 - ♦C의 Routing Table에서 E1 경로를 삭제
- C는 A로 가기 위한 또 다른 경로를 찾기 위해 Request를 보냄
 - ♦v1인 경우 broadcast, v2인 경우 multicast
- D는 경로가 없다고 A에게 알림. B는 자기를 거쳐서 A로 가는 경로가 있다고 알림 (기존의 metric보다 적은값)
- 라우터 C는 B로부터 받은 경로를 Routing Table로 올림
- 라우터 C는 새로 추가된 Routing Table을 Periodic Update를 통하여 다른 라우터들에게 경로를 알림
- Hold down time이 지난 후, 라우터들은 새로운 경로를 자신의 Routing Table에 Update

Distance Vector Routing Protocol

□ IGRP

● 개요

- Interior Gateway Routing Protocol
- Cisco에서 개발
- Distance vector
- 다양한 metric 값을 이용
- Cisco IOS 9.21부터 지원
- 주기적으로 갱신
- VLSM 미지원
 - ♦ 낮은 convergence (기본 timer 값 사용 시)
- 여러가지 3계층 Protocol을 지원
- Unequal/Equal load balancing 지원 (최대 6개)

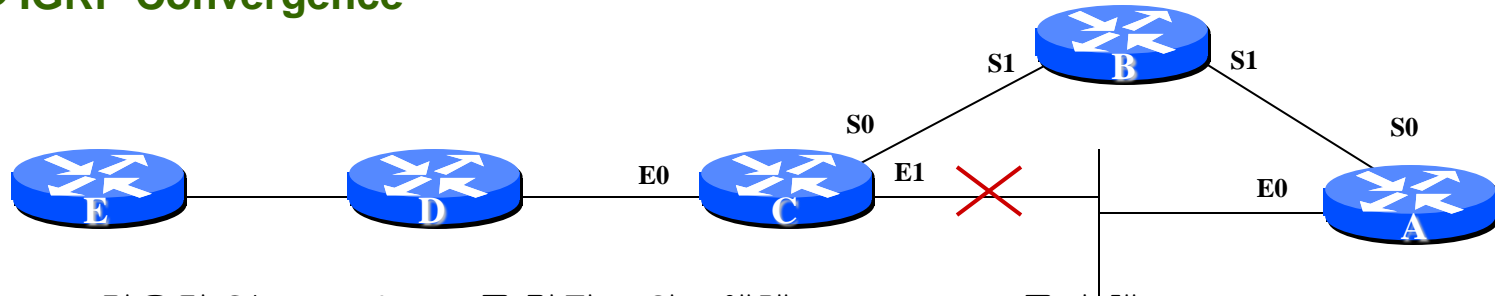
● Metric

- MTU (5)
- Delay(K2)
- Bandwidth (K1) - Manually configured
- Reliability (3)
- Load (4)

$$= ((K_1 * BW + \frac{(K_2 * BW)}{(256 - load)} + K_3 * delay)) * \frac{K_5}{(reliability + K_4)}$$

Distance Vector Routing Protocol

● IGRP Convergence



- 라우터 C는 Link failure를 감지. B와 D에게 Flash update를 수행
 - ◆C의 Routing Table에서 E1 경로를 삭제
- C는 A로 가기 위한 또 다른 경로를 찾기 위해 Request를 보냄
 - ◆모든 인터페이스에 broadcast
- D는 경로가 없다고 A에게 알림. B는 자기를 거쳐서 A로 가는 경로가 있다고 알림 (기존의 metric보다 적은값)
- 라우터 C는 B로 부터 받은 경로를 Routing Table로 올림
- 라우터 C는 새로 추가된 Routing Table을 인접 라우터에게 Flash update를 수행
- 인접 라우터들은 Periodic Update를 통하여 다른 라우터들에게 경로를 알림
- Hold down time이 끝난 후 라우터들은 새로운 경로를 자신의 Routing Table에 Update

Distance Vector Routing Protocol

● IGRP의 적용 환경

- 안정적인 네트워크에 적합
- 중, 소규모 network에 적합
- Metric이 중요시 되는 경우 사용
- Routing 부하 감소

Distance Vector Routing Protocol

□ EIGRP

● 개요

- 빠른 Convergence 시간 제공
- VLSM 지원
- 비연속적인 Subnet 지원
- Route summarization 지원
- Prefix 및 host routing 지원
- Distance Vector, Link State의 장점을 도입
- Loop free 보장
- 안정성 있는 갱신 기능 제공
- 다양한 protocol의 지원 : IP, IPX, AppleTalk
- 설정이 쉬움

● 주요 특징

- Neighbor table 작성
- Topology table 작성
- 경로 계산 (Dual Algorithm)을 통해 Routing Table을 작성
- 따라서 EIGRP는 IGRP와는 다르게 자체적으로 3가지 Table을 가지고 있음
 - ♦ IGRP에 비해 많은 Memory 및 CPU Utilization이 소요됨
- Multi Protocol을 지원 (IPX, AppleTalk, DecNet..)

Distance Vector Routing Protocol

● 발전된 Distance Vector 기법

- 다른 Distance Vector protocol과는 달리 Routing Update 시 전체 Routing Table을 넘기지 않음
 - ♦따라서 전체적으로 Update를 위한 데이터의 양이 많지 않음
 - ♦Update 시, Link상태에서 변화된 부분만 인접 라우터에게 Update를 수행
 - ♦Update되는 Link 상태를 바탕으로 Topology Table을 작성
- Periodic Update 를 수행하지 않음
 - ♦Link 상태의 변화가 발생 될 때만 Update를 수행
- 자동으로 Neighbor 관계가 설정
- Unequal/Equal load balancing 지원 (최대 6개)

● EIGRP Table

- Topology Table
- DUAL에 의해 동작
- 인접 라우터에게 모든 경로를 전달
- 각각의 경로에 대한 인접 라우터 List를 운용
- Passive 또는 Active 형태로 전송
- 인접 라우터 table 운용
- 인접 라우터 address를 유지
- Hold time을 유지
- 안정적인 전송을 위한 정보 운용

Distance Vector Routing Protocol

● Dual Algorithm (Diffusing Update Algorithm)

- DUAL은 loop-free routing algorithm으로 Routing table의 분산 처리를 수행
 - ◆새로운 Routing algorithm을 이용
 - ◆빠른 convergence 시간을 제공
 - ◆네트워크 환경에 변경이 있을 시 연관된 노드에게만 영향을 미침(“bounded updates”)
- Route hold down이 불필요
- SRI International에서 연구되고 개발됨

● EIGRP 적용 환경

- 크고 복잡한 환경의 network
- Cisco Router로 구성된 network
- VLSM
- 빠른 convergence가 필요할 때
- Multiprotocol 지원이 필요할 때

Link-State Routing Protocol

□ Link-State Routing

● 개요

- Neighbor Discovery
- LSA(Link State Advertisement) 생성
- LSA 분배
- SPF(Shortest Path First)를 이용하여 경로 계산
- 네트워크 장애 발생시
 - ◆ 새로운 LSA를 전송
 - ◆ 모든 Router들은 Routing Table을 다시 생성

□ OSPF

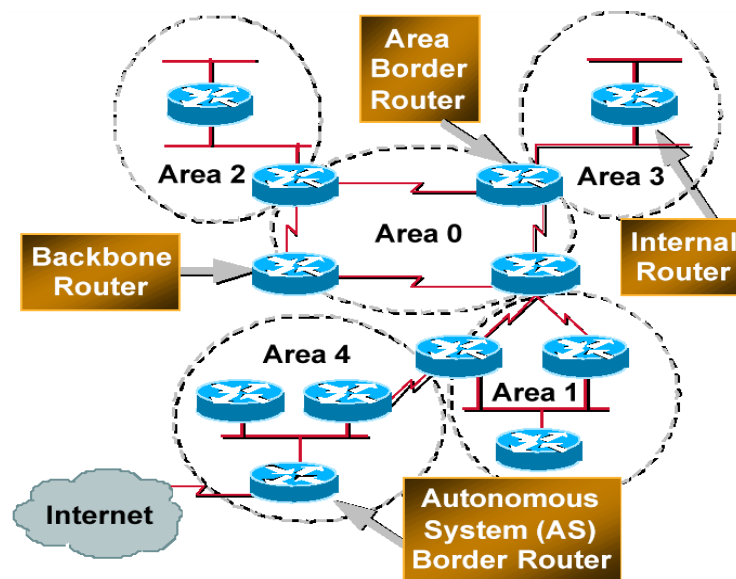
● 개요

- Open Shortest Path First
- Link state 및 SPF 기술을 사용
- IETF의 OSPF working group(RFC 1253)에 의해 개발됨
- TCP/IP 환경에서의 운용을 위해 설계됨
- 빠른 convergence 제공
- VLSM 지원
- 비연속적인 subnet 지원
- 주기적인 갱신 없음
- 경로 인증 기능 제공

Link-State Routing Protocol

● 주요 특징

- Area 개념을 통해 LSU(Link State Update)를 네트워크 특성에 맞게 Configuration함으로써 Routing update에 따른 라우터 및 네트워크 트래픽 부하를 줄일 수 있음.
- Backbone area(0)가 반드시 제공 되어야 함
- 모든 다른 Area들은 반드시 백본과 연결되어야 함
- area(0)가 분할되어서는 안됨
- ABR (Area Border Router)
 - ◆ 서로 다른 Area간을 연결하는 라우터
- ASBR (Autonomous System Boundary Router)
 - ◆ 서로 다른 Routing Domain을 연결하는 라우터
- LSU (Link State Update)
 - ◆ 여러종류의 (7가지) LSA(Link State Advertisement)를 포함하고 있음
- 인접 라우터와는 Hello message를 통해 Neighbor 관계를 확인



Link-State Routing Protocol

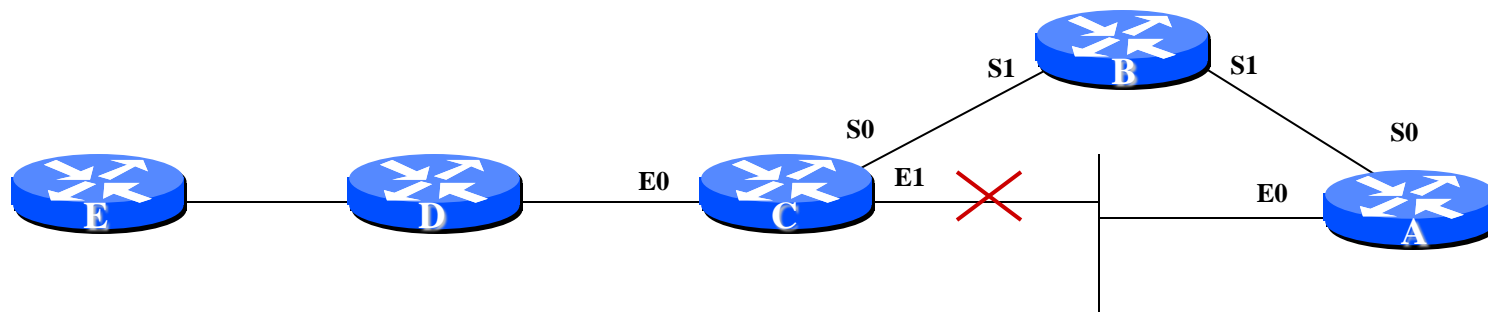
- OSPF 적용 환경

- 거대한 계층적 network
- 복잡한 network로 Topology 변화가 자주 일어나지 않는 환경
- VLSM
- 빠른 convergence
- 여러 vendor의 장비가 사용되는 network

- OSPF Metric

- Bandwidth ($100,000,000 / \text{bandwidth}$)

- OSPF Convergence



- 라우터 C는 Link failure를 감지. B와 D에게 Link State advertisement를 수행
 - ♦Topology 가 변화됨
- 모든 라우터들은 자신의 Topology Table을 변화 시키고 LSA를 Copy하여 Neighbor들에게 전달
 - ♦Multicast를 사용하여 Link 상태를 전달
- Dijkstra algorithm을 사용하여 Routing Table을 생성

Static Route

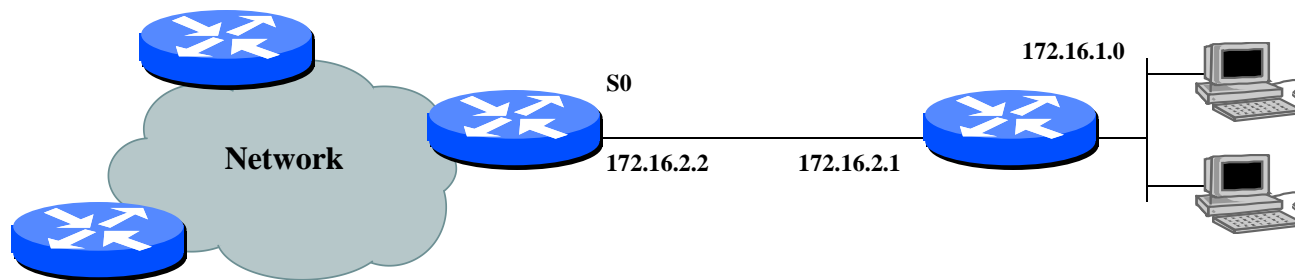
❑ Static Routes

● 개요

- Dynamic Routing Protocol을 사용하지 않고 경로를 설정하는 User defined route

● 주요 특징

- Unidirectional static Route
- 특정 Destination 네트워크로 가기 위해 라우터의 인터페이스를 지정
- Dynamic Routing protocol에 비해 CPU 및 Memory 요구사항이 적음
- User가 각각의 Destination 네트워크에 대한 경로 설정을 일일이 다 지정해야 함
- 일반적으로 Stub 네트워크로의 경로 설정 시 많이 쓰임



IP route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2

IP route 172.16.1.0 255.255.255.0 S0

Static Route

□ Default Routes

● 개요

- Routing table상에 대응되는 경로가 없을 때 사용되는 경로
- Routing protocol을 통해 전송될 수 있음
- 2가지 model이 존재
 - ♦ Special network number
 - ☞ 0.0.0.0 (IP)
 - ☞ -2(IPX)
 - ♦ Routing protocol에 포함됨
- Protocol들은 모든 model을 지원

● Default Route의 생성

- RIP, RIPv2
 - ♦ network 0.0.0.0
- IGRP, EIGRP
 - ♦ ip default-network
- OSPF
 - ♦ default originate
- IPX
 - ♦ lpx route default
- “Host mode”에서는 default gateway 명령을 사용