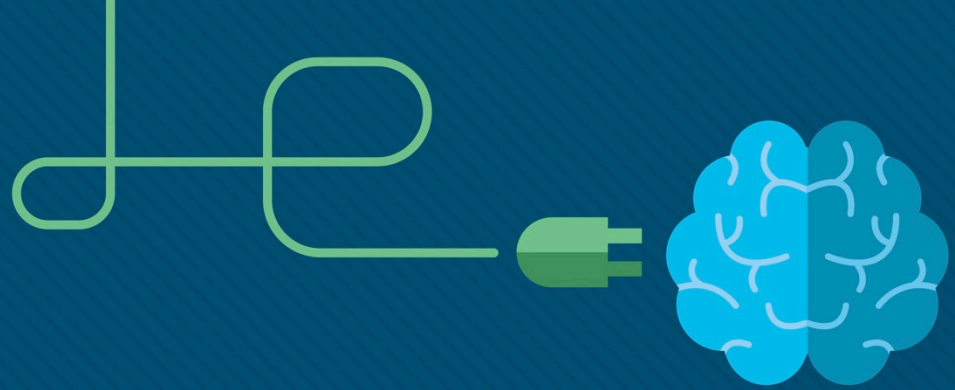


# 6: EIGRP



# 6 - Sections & Objectives

## 6.1 EIGRP Characteristics

- Explain the features and characteristics of EIGRP.
  - Describe the basic features of EIGRP.
  - Describe the types of packets used to establish and maintain an EIGRP neighbor adjacency.
  - Describe the encapsulation of an EIGRP messages.

## 6.2 Implement EIGRP for IPv4

- Implement EIGRP for IPv4 in a small to medium-sized business network.
  - Configure EIGRP for IPv4 in a small routed network.
  - Verify EIGRP for IPv4 operation in a small routed network.

## 6.1 EIGRP 특성

- EIGRP의 특징과 특성
  - EIGRP의 기본 기능
  - EIGRP 인접 항목(neighbor adjacency)을 설정하고 유지하는데 사용되는 패킷 유형
  - EIGRP 메시지 캡슐화(encapsulation)

## 6.2 IPv4를 위한 EIGRP 구현

- 중소 규모 비즈니스 네트워크에서 IPv4 용 EIGRP 구현
  - 소규모 라우팅된 네트워크에서 IPv4 용 EIGRP 구성
  - 소규모 라우팅된 네트워크에서 IPv4 작동을 위해 EIGRP 확인

# 6 - Sections & Objectives (Cont.)

## 6.3 EIGRP Operation

- Explain how EIGRP operates in a small to medium-sized business network.
- Explain how EIGRP forms neighbor relationships.
- Explain the metrics used by EIGRP.
- Explain how DUAL operates and uses the topology table.
- Describe events that trigger EIGRP updates.

## 6.4 Implement EIGRP for IPv6

- Implement EIGRP for IPv6 in a small to medium-sized business network.
- Compare characteristics and operation of EIGRP for IPv4 to EIGRP for IPv6.
- Configure EIGRP for IPv6 in a small routed network.
- Verify EIGRP for IPv6 implementation in a small routed network.

## 6.3 EIGRP 운영

- EIGRP가 중소규모 비즈니스 네트워크에서 어떻게 운영되는지 설명
  - EIGRP가 어떻게 이웃 관계를 형성하는지 설명
  - EIGRP에서 사용되는 메트릭
  - DUAL이 토폴로지 테이블을 작동 및 사용하는 방법
  - EIGRP 업데이트를 트리거하는 이벤트

## 6.4 IPv6를위한 EIGRP 구현

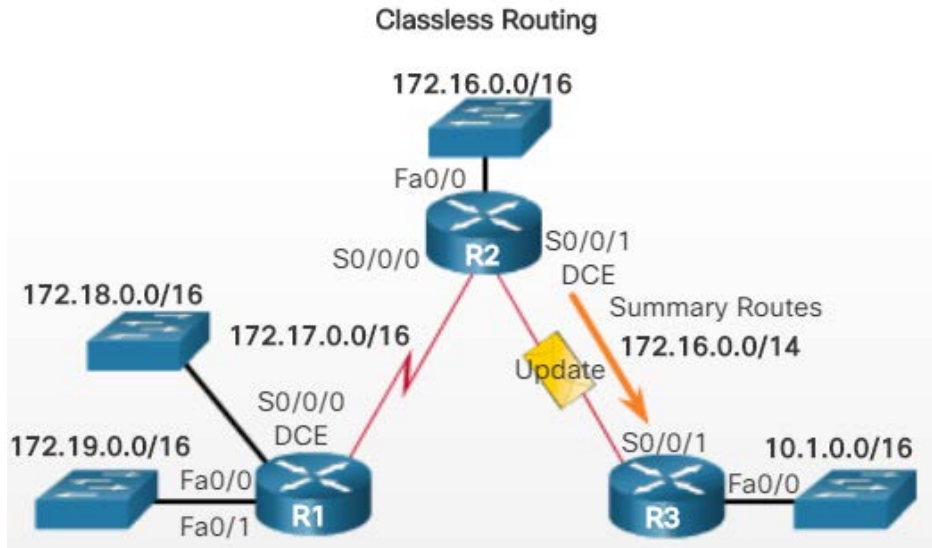
- 중소 규모 비즈니스 네트워크에서 IPv6 용 EIGRP 구현
  - IPv6의 EIGRP와 IPv4의 특성 및 작동을 비교
  - 소규모 라우팅된 네트워크에서 IPv6 용 EIGRP 구성
  - 소규모 라우팅된 네트워크에서 IPv6 구현을 위해 EIGRP 검증

# 6.1 EIGRP Characteristics

(EIGRP 특성)

# EIGRP Basic Features (EIGRP 기본 특징)

- Enhanced IGRP is a Cisco-proprietary distance-vector routing protocol released in 1992.  
(Enhanced IGRP는 1992 년에 발표된 시스코 독점 거리 벡터 라우팅 프로토콜입니다.)
- EIGRP was created as a classless version of IGRP.  
(EIGRP는 IGRP의 classless 버전으로 만들어졌습니다.)
- Ideal choice for large, multiprotocol networks built primarily on Cisco routers.  
(주로 시스코 라우터를 기반으로 하는 대형 멀티 프로토콜 네트워크에 이상적입니다.)



- 2013년 EIGRP는 멀티 멀티 벤더 라우팅 프로토콜이 되었으며, Cisco 디바이스 외에도 다른 디바이스 벤더가 사용 가능합니다.

## EIGRP Basic Features (EIGRP 기본 특징)

EIGRP Feature	Description
<b>Diffusing Update Algorithm (DUAL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EIGRP uses DUAL as its routing algorithm. (EIGRP는 라우팅 알고리즘으로 DUAL을 사용합니다.)</li> <li>DUAL guarantees loop-free and backup paths throughout the routing domain. (DUAL은 라우팅 도메인 전체에 걸쳐 loop가 없는 백업 경로를 보장합니다.)</li> </ul>
<b>Establishing Neighbor Adjacencies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EIGRP establishes relationships with directly connected EIGRP routers. (EIGRP는 직접 연결된 EIGRP 라우터와 관계를 수립합니다.)</li> <li>Adjacencies are used to track the status of these neighbors. (인접성은 이웃들의 상태를 추적하는데 사용됩니다.)</li> </ul>
<b>Reliable Transport Protocol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EIGRP RTP provides delivery of EIGRP packets to neighbors. (EIGRP RTP는 이웃 라우터에 EIGRP 패킷을 전달합니다.)</li> <li>RTP and neighbor adjacencies are used by DUAL. (RTP와 이웃 인접성(neighbor adjacencies)은 DUAL에서 사용합니다.)</li> </ul>
<b>Partial and Bounded updates</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instead of periodic updates, EIGRP sends partial triggered updates when a path or metric changes. (주기적으로 업데이트하는 대신 EIGRP는 경로 또는 메트릭이 변경될 때 부분 트리거 업데이트를 보냅니다.)</li> <li>Only those routers that require the information are updated minimizing bandwidth use. (정보가 필요한 라우터만 업데이트하여 대역폭 사용을 최소화합니다.)</li> </ul>
<b>Equal and Unequal Cost Load Balancing</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EIGRP supports equal cost load balancing and unequal cost load balancing, which allows administrators to better distribute traffic flow in their networks. (EIGRP는 동등한 비용 로드 밸런싱과 불균등한 비용 로드 밸런싱을 지원하므로 관리자는 네트워크에서 트래픽 흐름을 보다 잘 분산시킬 수 있습니다.)</li> </ul>

## EIGRP Characteristics

# EIGRP Basic Features (EIGRP 기본 특징)

- EIGRP uses protocol-dependent modules (PDMs) to support different protocols such as IPv4, IPv6, and legacy protocols IPX and AppleTalk.

(EIGRP는 프로토콜 종속 모듈 (PDM)을 사용하여 IPv4, IPv6, 레거시 프로토콜 IPX 및 AppleTalk와 같은 다양한 프로토콜을 지원합니다.)

- PDMs are responsible for: (PDM은 다음 작업을 담당합니다)
  - Maintaining EIGRP neighbor and topology tables  
(EIGRP 이웃 및 토폴로지 테이블 유지)
  - Computing the metric using DUAL  
(DUAL을 사용하여 매트릭 계산)
  - Interfacing DUAL and routing table  
(DUAL과 라우팅 테이블 연결)
  - Implementing filtering and access lists  
(필터링 및 액세스 목록 구현)
  - Performing redistribution with other routing protocols  
(다른 라우팅 프로토콜로 재배포 수행)

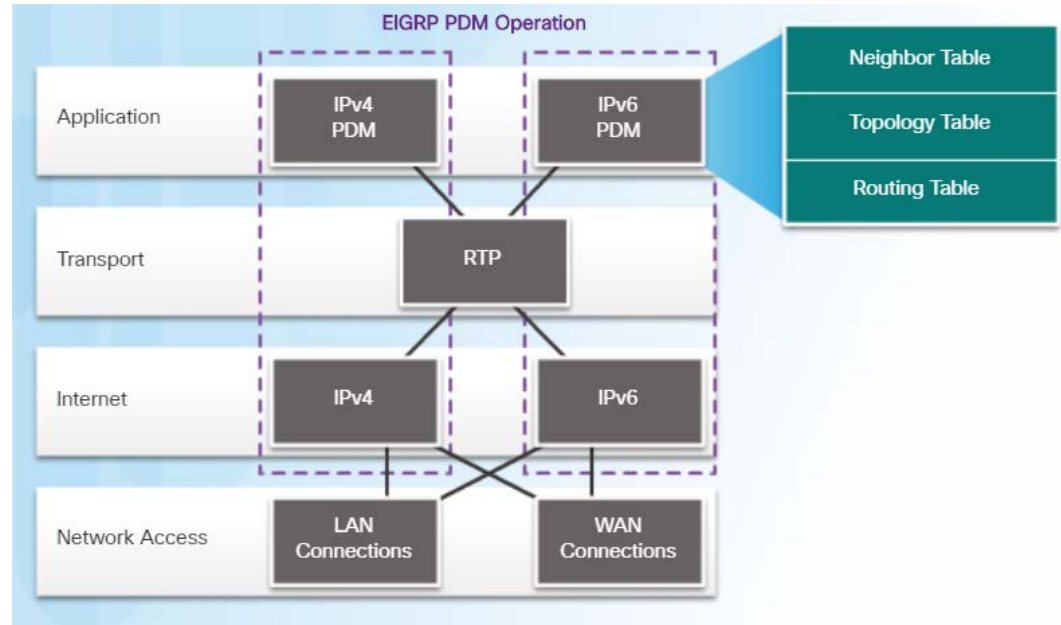
EIGRP maintains individual tables for each routed protocol.



## EIGRP Characteristics

# EIGRP Basic Features (EIGRP 기본 특징)

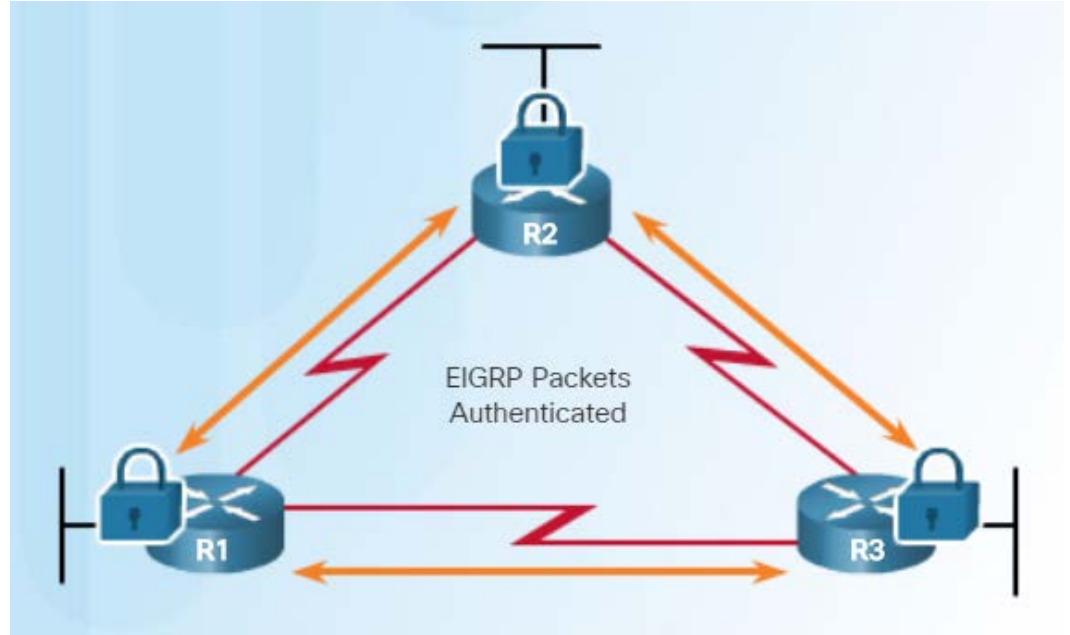
- **RTP is the EIGRP Transport layer protocol used for the delivery and reception of EIGRP packets.**  
(RTP는 EIGRP 패킷 전달 및 수신에 사용되는 EIGRP 전송 계층 프로토콜입니다.)
- **Not all RTP packets are sent reliably.**  
(모든 RTP 패킷이 안정적(신뢰성 있게)으로 전송되는 것은 아닙니다.)
  - **Reliable packets require explicit acknowledgement from destination**  
(신뢰할 수 있는 패킷은 목적지로부터의 명백한 응답(acknowledgement)을 요구합니다.)
  - **Update, Query, Reply**
  - **Unreliable packets do not require acknowledgement from destination**  
(신뢰할 수 없는 패킷에는 목적지로부터 응답이 필요하지 않습니다.)
  - **Hello, ACK**





# EIGRP Basic Features (EIGRP 기본 특징)

- EIGRP supports authentication and is recommended.  
(EIGRP는 인증을 지원하며, 인증을 구성하도록 권장됩니다.)
- EIGRP authentication ensures that routers only accept routing information from other routers that have been configured with the same password or authentication information.  
(EIGRP 인증을 통해 라우터는 동일한 암호 또는 인증 정보로 구성된 다른 라우터의 라우팅 정보만 허용합니다.)
- **Note:**
  - Authentication does not encrypt the EIGRP routing updates.  
(인증은 EIGRP 라우팅 업데이트를 암호화하지 않습니다.)



# EIGRP Packet Types (EIGRP 패킷 유형)

- IP EIGRP relies on 5 types of packets to maintain its various tables and establish complex relationships with neighbor routers.

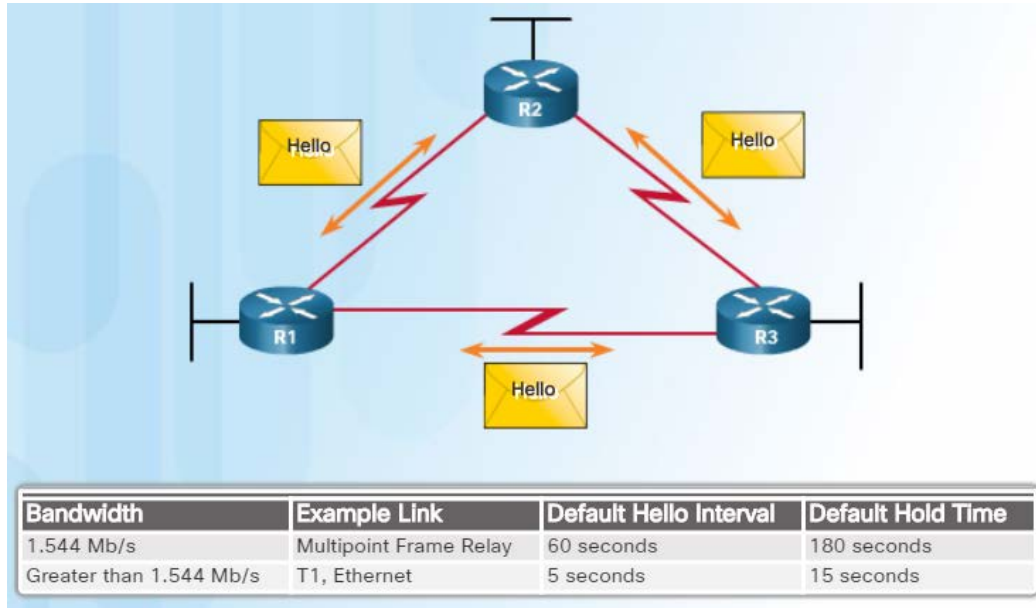
(IP EIGRP는 다양한 테이블을 유지하고 인접 라우터와 복잡한 관계를 설정하기 위해 5 가지 유형의 패킷을 사용합니다.)

### EIGRP Packet Types

Packet Type	Used to...	
Hello	Discover other EIGRP routers in the network.	네트워크에서 다른 EIGRP 라우터 발견
Update	Convey routing information to known destinations.	이웃 라우터로 라우팅 정보 전달
Acknowledgement	Acknowledge the receipt of any EIGRP packet.	EIGRP 패킷의 수신 확인
Query	Request specific information from a neighbor router.	인접 라우터에서 특정 정보(경로) 요청
Reply	Respond to a query.	Query(질의)에 응답

# EIGRP Packet Types (EIGRP 패킷 유형)

- Hello packets are used to discover & form adjacencies with neighbors.  
(Hello 패킷은 이웃과의 인접성(adjacencies)을 발견하고 형성하는데 사용됩니다.)
- On hearing Hellos, a router creates a neighbor table and the continued receipt of Hellos maintains the table.  
(Hellos가 들리면 라우터가 neighbor 테이블을 만들고 Hellos를 계속 수신하면 테이블이 유지됩니다.)
- Hello packets are always sent unreliably.  
(Hello 패킷은 항상 신뢰성없이 전송됩니다.)
- Therefore Hello packets do not require acknowledgment.  
(따라서 Hello 패킷에는 acknowledgment가 필요하지 않습니다.)



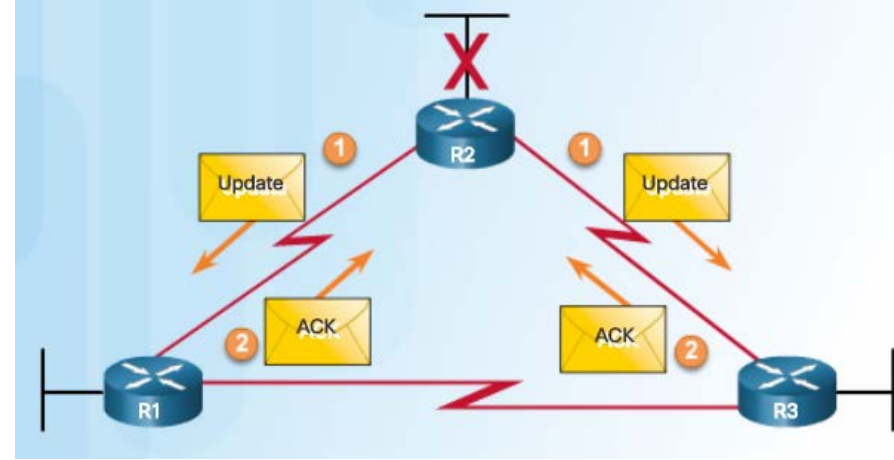
**EIGRP uses multicast and unicast rather than broadcast.**

(EIGRP는 브로드 캐스트가 아닌 멀티 캐스트 및 유니 캐스트를 사용합니다.)

- As a result, end stations are unaffected by routing updates or queries.  
(따라서 end 장치는 라우팅 업데이트 또는 쿼리의 영향을 받지 않습니다.)
- The EIGRP multicast IPv4 address is **224.0.0.10**
- The EIGRP multicast IPv6 address is **FF02::A**.

# EIGRP Packet Types (EIGRP 패킷 유형)

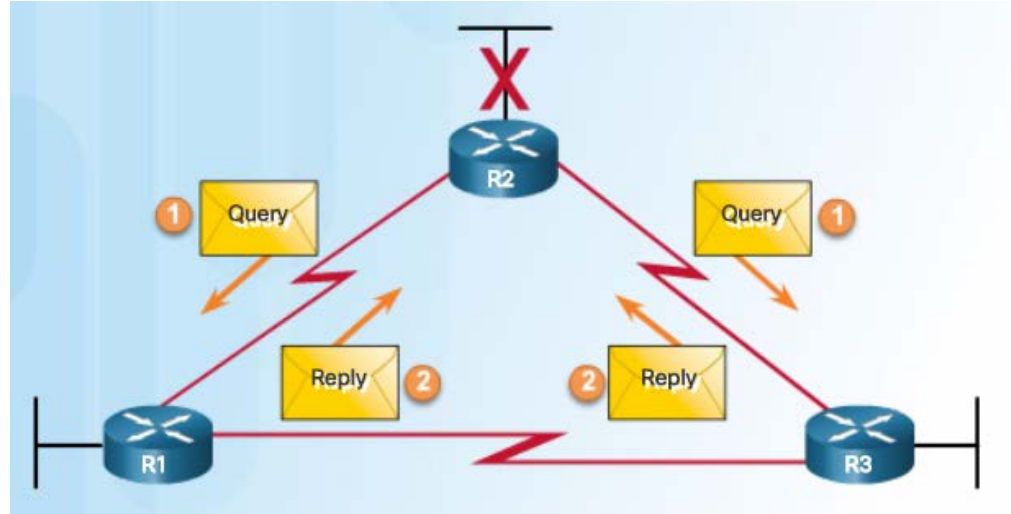
- EIGRP Update packets are used to propagate routing information.  
(EIGRP 업데이트 패킷은 라우팅 정보를 전파하는데 사용됩니다.)
  - Sent to initially exchange topology information or topology change.  
(초기에 토폴로지 정보 또는 토폴로지 변경을 교환하기 위해 전송됩니다.)
  - EIGRP updates only contain needed routing information and are unicast to routers that require it.  
(EIGRP 업데이트는 필요한 라우팅 정보만 포함하며 이를 필요로 하는 라우터에 유니 캐스트 합니다.)
  - Update packets are sent reliably and therefore requires acknowledgements.  
(업데이트 패킷이 신뢰성 있게 전송되므로 acknowledgement가 필요합니다.)
- Acknowledgements packets are “dataless” Hello packets used to indicate receipt of any EIGRP packet during a "reliable" (i.e., RTP) exchange.  
(Acknowledgement 패킷은 "데이터 없는" Hello 패킷으로, "신뢰성 있는" (즉, RTP) 교환 중에 EIGRP 패킷의 수신을 표시하는데 사용됩니다.)
  - Used to acknowledge the receipt of Update packets, Query packets, and Reply packets.  
(Update packets, Query packets, and Reply packets 수신을 확인하는데 사용됩니다.)



## EIGRP Characteristics

# EIGRP Packet Types (EIGRP 패킷 유형)

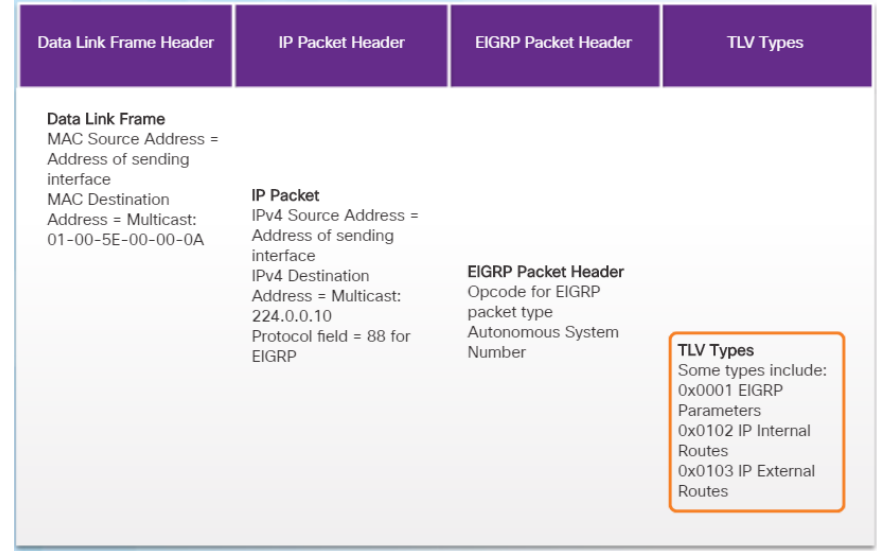
- Query and reply packets are used by DUAL when searching for networks.  
(Query와 reply 패킷은 네트워크를 검색할 때 DUAL에서 사용합니다.)
- They both use reliable delivery and therefore require acknowledgement.  
(둘 다 신뢰성 있는 전달을 사용하므로 acknowledgement 가 필요합니다.)
- Queries can use multicast or unicast, whereas Replies are always sent as unicast.  
(Query는 멀티 캐스트 또는 유니 캐스트를 사용할 수 있지만, Reply는 항상 유니 캐스트로 전송됩니다.)



# EIGRP Characteristics

## EIGRP Messages

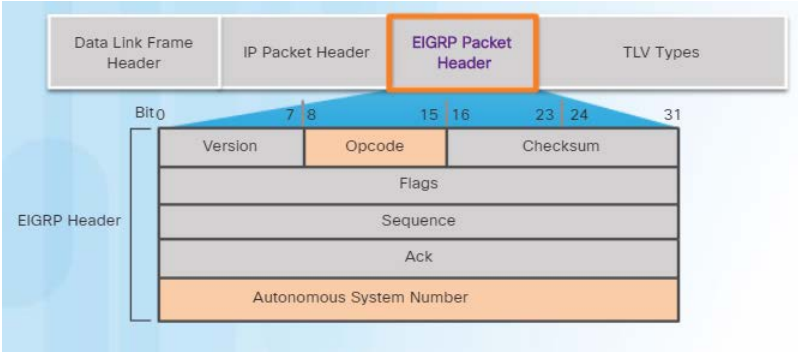
- EIGRP frame contains destination multicast address 01-00-5E-00-00-0A.  
(EIGRP frame에는 목적지 멀티 캐스트 주소 01-00-5E-00-00-0A가 포함되어 있습니다.)
- The IP packet header contains destination IP address 224.0.0.10 and identifies this packet as an EIGRP packet (protocol 88).  
(IP 패킷 헤더는 목적지 IP 주소 224.0.0.10(멀티캐스트 주소)을 포함하고 이 패킷을 EIGRP 패킷 (프로토콜 88)으로 식별합니다.)
- The data portion of the EIGRP message includes:  
(EIGRP 메시지의 데이터 부분은 다음을 포함합니다 :)
  - **Packet header** - The EIGRP packet header identifies the type of EIGRP message.  
(패킷 헤더 - EIGRP 패킷 헤더는 EIGRP 메시지의 유형을 식별합니다.)
  - **Type/Length/Value (TLV)** - The TLV field contains EIGRP parameters, IP internal and external routes.  
(유형 / 길이 / 값 (TLV) - TLV 필드는 EIGRP 매개 변수, IP 내부 및 외부 경로를 포함합니다.)
- EIGRP for IPv6 is encapsulated using an IPv6 header with multicast address FF02::A and the next header field set to protocol 88.  
(IPv6 용 EIGRP는 멀티 캐스트 주소 FF02 :: A를 사용하는 IPv6 헤더와 프로토콜 88로 설정된 다음 헤더 필드를 사용하여 캡슐화됩니다.)



# EIGRP Characteristics

## EIGRP Messages

- EIGRP messages include the header with an Opcode field that specifies the type of EIGRP packet (Hello, Ack, Update, Query, and Reply) and the AS number field.  
(EIGRP 메시지에 EIGRP 패킷 유형 (Hello, Ack, Update, Query 및 Reply)을 지정하는 Opcode 필드와 Autonomous System 번호 필드가 있는 헤더가 포함됩니다.)

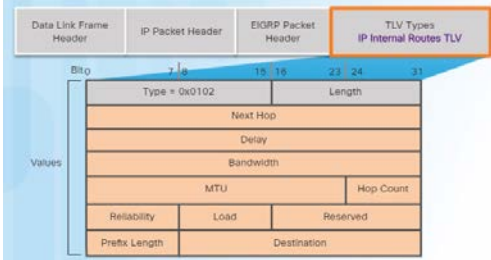


EIGRP TLV: EIGRP Parameters

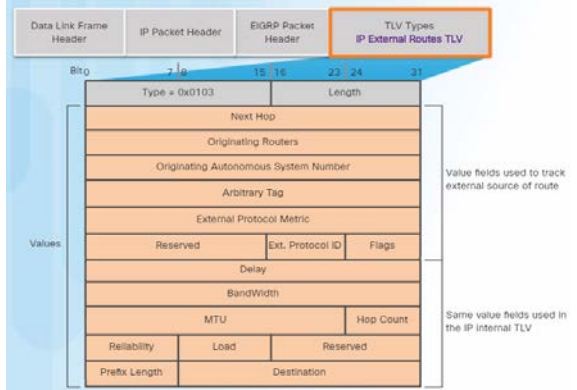


K1~K5 : 매트릭 계산에 필요한 값  
Hold time : 다음 hello를 기다려야 하는 최대 시간

EIGRP TLV: Internal Routes



EIGRP TLV: External Routes



# 6.2 Implement EIGRP for IPv4

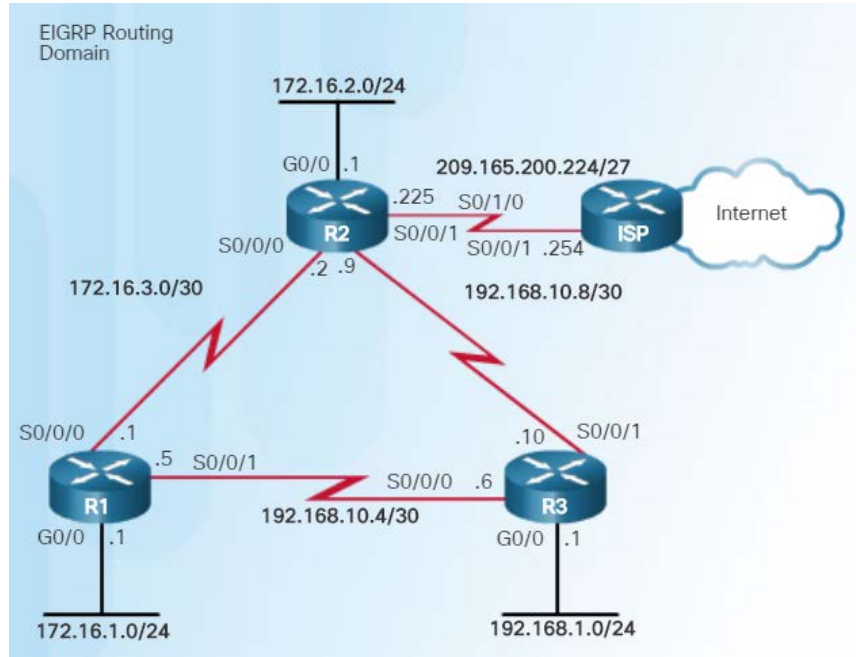
(IPv4를 위한 EIGRP 구현)



# Implement EIGRP for IPv4

## Configure EIGRP with IPv4

- The routers in the topology have a starting configuration that includes addresses on the interfaces. There is currently no static routing or dynamic routing configured on any of the routers.  
(토폴로지의 라우터는 인터페이스의 주소를 포함하는 시작 구성을 갖습니다. 현재 라우터에는 정적 라우팅이나 동적 라우팅이 구성되어 있지 않습니다.)



```
R1# show running-config
<output omitted>
|
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
|
interface Serial0/0/0
 ip address 172.16.3.1 255.255.255.252
 clock rate 64000
|
interface Serial0/0/1
 ip address 192.168.10.5 255.255.255.252
```

```
R2# show running-config
<output omitted>
|
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
|
interface Serial0/0/0
 ip address 172.16.3.2 255.255.255.252
|
interface Serial0/0/1
 ip address 192.168.10.9 255.255.255.252
 clock rate 64000
|
interface Serial0/1/0
 ip address 209.165.200.225 255.255.255.224
```

```
R3# show running-config
<output omitted>
|
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
|
interface Serial0/0/0
 ip address 192.168.10.6 255.255.255.252
 clock rate 64000
|
interface Serial0/0/1
 ip address 192.168.10.10 255.255.255.252
```

## Implement EIGRP for IPv4

# Configure EIGRP with IPv4

- An Autonomous System (AS) is a collection of networks under the control of a single authority (reference RFC 1930).

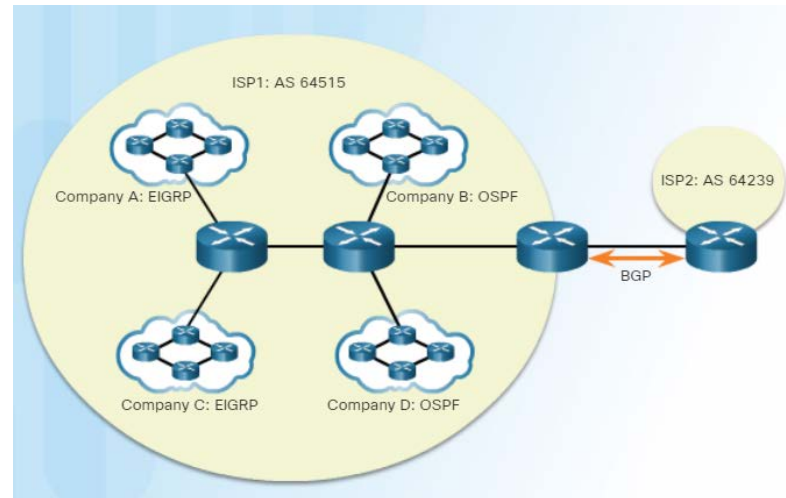
(AS (Autonomous System)는 단일 기관 (RFC 1930 참조)이 제어하는 네트워크 모음입니다.)

- AS numbers are needed to exchange routes between AS.  
(AS 번호는 AS간에 경로를 교환하는데 필요합니다.)
- AS numbers are managed by IANA and assigned by RIRs to ISPs, Internet Backbone providers, and institutions connecting to other institutions using AS numbers.  
(AS 번호는 IANA에서 관리하며 AS 번호를 사용하여 다른 기관에 연결하는 ISP, 인터넷 백본 제공 업체 및 기관에 RIRs이 지정합니다.)

- AS numbers are usually 16-bit numbers, ranging from 0 to 65535.

(AS 번호는 대개 0에서 65535 사이의 16 비트 숫자입니다.)

- Since 2007, AS numbers can now be 32 bits, therefore increasing the number of AS numbers to over 4 billion.  
(2007 년 이래로 AS 번호는 32 비트가 될 수 있으므로 AS 번호 개수가 40 억 이상으로 증가했습니다.)



## Implement EIGRP for IPv4

# Configure EIGRP with IPv4

- To configure EIGRP, use the **router eigrp AS-#** command.  
(EIGRP를 구성하려면 **router eigrp AS-#** 명령을 사용하십시오.)
  - The **AS-#** functions as a process ID.  
(AS- #는 프로세스 ID로 작동합니다.)
  - The AS number used for EIGRP configuration is only significant to the EIGRP routing domain.  
(EIGRP 구성에 사용되는 AS 번호는 EIGRP 라우팅 도메인에서만 중요합니다.)
  - All routers in the EIGRP routing domain must use the same AS number (process ID number).  
(EIGRP 라우팅 도메인의 모든 라우터는 동일한 AS 번호 (프로세스 ID 번호)를 사용해야 합니다.)
- **Note:**
  - Do NOT configure multiple instances of EIGRP on the same router.  
(동일한 라우터에서 EIGRP의 여러 인스턴스를 구성하지 마십시오.)

```
R1(config)# router eigrp 1
R1(config-router)#
```

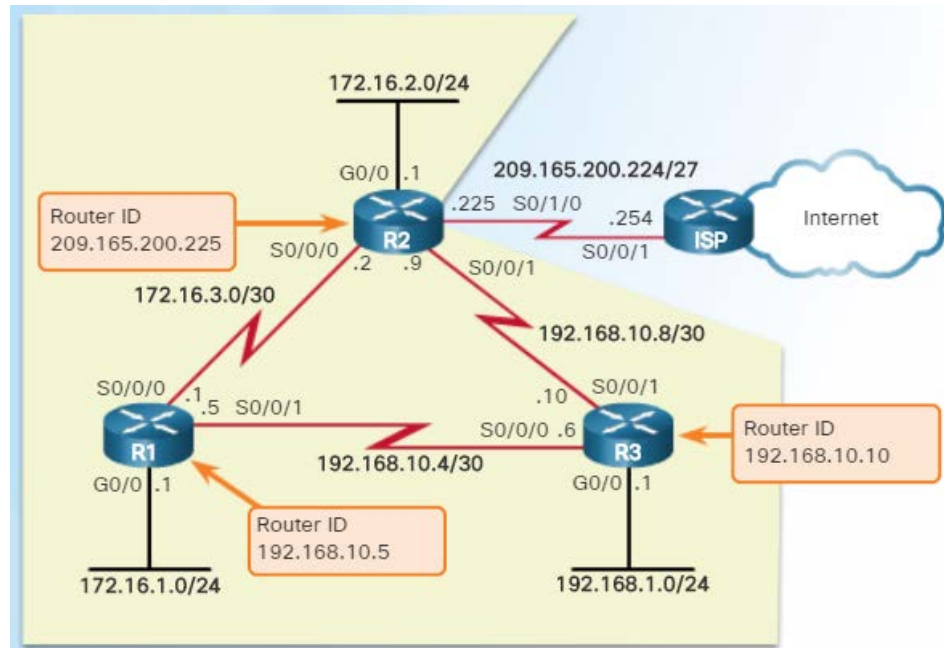
```
R2(config)# router eigrp 1
R2(config-router)#
```

```
R3(config)# router eigrp 1
R3(config-router)#
```

## Implement EIGRP for IPv4

# Configure EIGRP with IPv4

- The EIGRP router ID is used to uniquely identify each router in the EIGRP routing domain.  
(EIGRP 라우터 ID는 EIGRP 라우팅 도메인의 각 라우터를 고유하게 식별하는데 사용됩니다.)
- Routers use the following three criteria to determine its router ID:  
(라우터는 라우터 ID를 결정할 때 다음 세 가지 기준을 사용합니다.)
  1. Use the address configured with the **eigrp router-id** *ipv4-address* router config command.  
(**eigrp router-id** *ipv4-address* 명령으로 구성된 IP주소를 사용하십시오.)
  2. If the router ID is not configured, choose the highest IPv4 address of any of its loopback interfaces.  
(라우터 ID가 구성되지 않은 경우 해당 루프백 인터페이스의 가장 높은 IPv4 주소를 선택하십시오.)
  3. If no loopback interfaces are configured, choose the highest active IPv4 address of any of its physical interfaces.  
(루프백 인터페이스가 구성되지 않은 경우 물리적 인터페이스 중 가장 높은 활성 IPv4 주소를 선택하십시오.)



- 네트워크 관리자가 **eigrp router-id** 명령을 사용하여 라우터 ID를 명시적으로 구성하지 않으면 EIGRP는 루프백 또는 물리적 IPv4 주소를 사용하여 자체 라우터 ID를 생성합니다.

# Implement EIGRP for IPv4

## Configure EIGRP with IPv4

```
R1(config)# router eigrp 1
R1(config-router)# eigrp router-id 1.1.1.1
R1(config-router)#
```

```
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***
```

```
Routing Protocol is "eigrp 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP-IPv4 Protocol for AS(1)
    Metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
    NSF-aware route hold timer is 240
    Router-ID: 1.1.1.1
    Topology : 0 (base)
    Active Timer: 3 min
    Distance: internal 90 external 170
    Maximum path: 4
    Maximum hopcount 100
    Maximum metric variance 1
```

```
Automatic Summarization: disabled
```

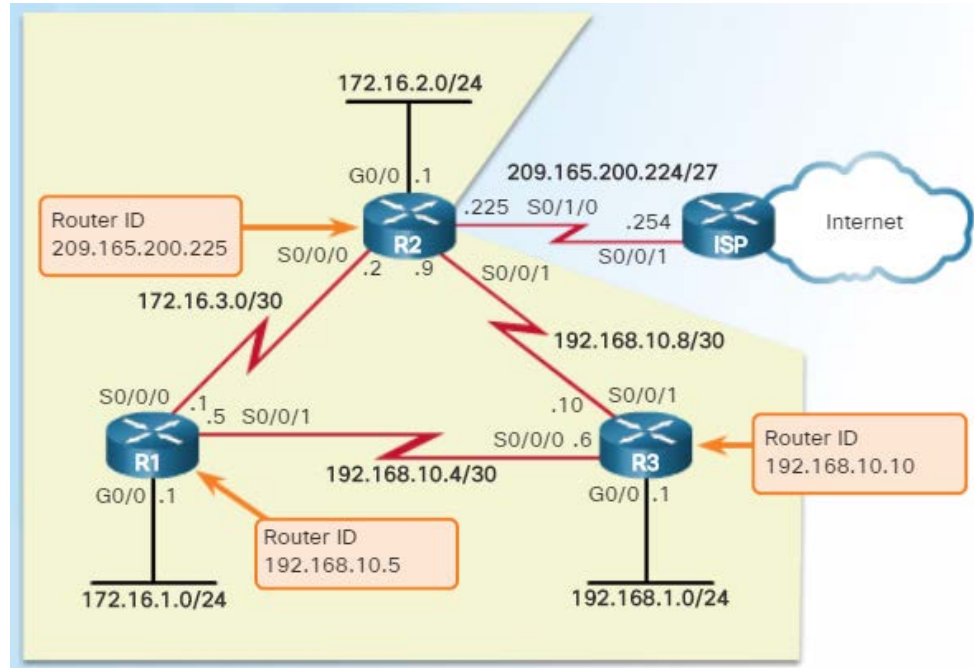
```
Maximum path: 4
```

```
Routing for Networks:
```

```
Routing Information Sources:
```

Gateway	Distance	Last Update
	Distance: internal 90 external 170	

```
R2(config)# router eigrp 1
R2(config-router)# eigrp router-id 2.2.2.2
R2(config-router)#
```



# Implement EIGRP for IPv4

## Configure EIGRP with IPv4

- Use the **network** *network-number* [*wildcard-mask*] router config command to enable and advertise a network in EIGRP.

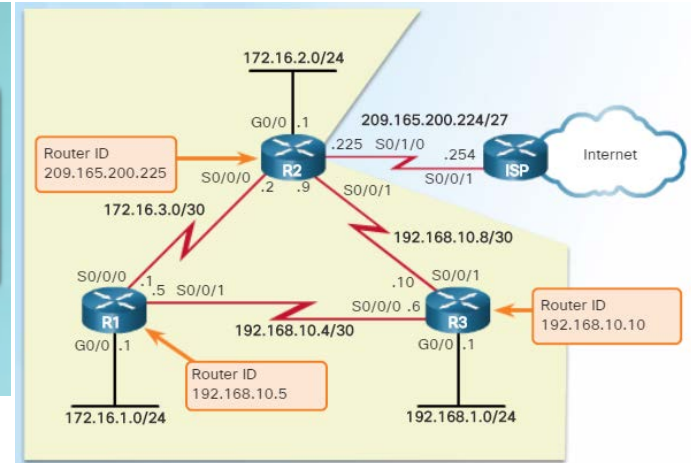
(**network** *network-number* [*wildcard-mask*] 라우터 구성 명령을 사용하여 EIGRP에서 네트워크를 활성화하고 광고합니다.)

- It enables the interfaces configured for that network address to begin transmitting & receiving EIGRP updates (해당 네트워크 주소로 구성된 인터페이스가 EIGRP 업데이트 전송 및 수신을 시작합니다.)
- Includes network or subnet in EIGRP updates (EIGRP 업데이트에 네트워크 또는 서브넷 포함합니다.)

Enables EIGRP for the interfaces on subnets in 172.16.1.0/24 and 172.16.3.0/30.

```
R1(config)# router eigrp 1
R1(config-router)# network 172.16.0.0
R1(config-router)# network 192.168.10.0
R1(config-router)#
```

Enables EIGRP for the interfaces on subnet 192.168.10.4/30.



## Implement EIGRP for IPv4

# Configure EIGRP with IPv4

- A wildcard mask is similar to a subnet mask but is calculated by subtracting a SNM from 255.255.255.255. (와일드 카드 마스크는 서브넷 마스크와 유사하지만 255.255.255.255에서 SNM을 뺀 값으로 계산됩니다.)
- For example, if the SNM is 255.255.255.252:
  - 255.255.255.255
  - - 255.255.255.252
  - 0. 0. 0. 3 Wildcard mask
- EIGRP also automatically converts a subnet mask to its wildcard mask equivalent. (또한 EIGRP는 서브넷 마스크를 해당 와일드 카드 마스크로 자동 변환합니다.)
  - E.g., entering 192.168.10.8 **255.255.255.252** automatically converts to 192.168.10.8 **0.0.0.3**

```
R2 (config)# router eigrp 1
R2 (config-router)# network 192.168.10.8 0.0.0.3
R2 (config-router)
```

```
R2(config)# router eigrp 1
R2(config-router)# network 192.168.10.8 255.255.255.252
R2(config-router)# end
R2# show running-config | section eigrp 1
router eigrp 1
  network 172.16.0.0
  network 192.168.10.8 0.0.0.3
  eigrp router-id 2.2.2.2
R2#
```

## Implement EIGRP for IPv4

# Configure EIGRP with IPv4

- Passive interfaces prevent EIGRP updates out a specified router interface.

(패시브 인터페이스는 지정된 라우터 인터페이스에서 EIGRP 업데이트를 방지합니다.)

```
Router(config-router)#
```

```
passive-interface type number [default]
```

- Set a particular interface or all router interfaces to passive.

(특정 인터페이스 또는 모든 라우터 인터페이스를 패시브로 설정하십시오.)

- The **default** option sets all router interfaces to passive.  
(default 옵션은 모든 라우터 인터페이스를 패시브로 설정합니다.)
- Prevents neighbor relationships from being established.  
(이웃 관계가 수립되는 것을 방지합니다.)
- Routing updates from a neighbor are ignored.  
(이웃의 라우팅 업데이트는 무시됩니다.)

```
R3(config)# router eigrp 1  
R3(config-router)# passive-interface gigabitethernet 0/0
```

```
R3# show ip protocols  
*** IP Routing is NSF aware ***  
  
Routing Protocol is "eigrp 1"  
<output omitted>  
Routing for Networks:  
  192.168.1.0  
  192.168.10.4/30  
  192.168.10.8/30  
Passive Interface(s):  
  GigabitEthernet0/0  
Routing Information Sources:  
  Gateway         Distance      Last Update  
  192.168.10.5     90            01:37:57  
  192.168.10.9     90            01:37:57  
Distance: internal 90 external 170  
R3#
```



## Implement EIGRP for IPv4

# Verify EIGRP with IPv4

- Use the **show ip eigrp neighbors** command to view the neighbor table and verify that EIGRP has established an adjacency with its neighbors.

(show ip eigrp neighbors 명령을 사용하여 이웃 테이블을 보고 EIGRP가 인접 라우터와의 인접성을 설정했는지 확인하십시오.)

- The output displays a list of each adjacent neighbor. (출력에는 인접한 각 인접 항목 목록이 표시됩니다.)

```
R1# show ip eigrp neighbors
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(1)
H  Address          Interface    Hold  Uptime    SRTT  RTO    Q    Seq
   192.168.10.6     Se0/0/1     11    04:57:14  27    162    0    8
   172.16.3.2       Se0/0/0     13    07:53:46  20    120    0    10
R1#
```

H	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt	Seq Num
1	192.168.10.6	Se0/0/1	11	04:57:14	27	162	0	8
0	172.16.3.2	Se0/0/0	13	07:53:46	20	120	0	10

Neighbor's IPv4 Address

Local Interface receiving EIGRP Hello packets

Seconds remaining before declaring neighbor down  
The current hold time is reset to the maximum hold time whenever a Hello packet is received

Amount of time since this neighbor was added to the neighbor table

# Implement EIGRP for IPv4

## Verify EIGRP with IPv4

- The **show ip protocols** command is useful to identify the parameters and other information about the current state of any active IPv4 routing protocol processes configured on the router.  
(show ip protocols 명령은 라우터에 구성된 활성 IPv4 라우팅 프로토콜 프로세스의 현재 상태에 대한 매개 변수 및 기타 정보를 식별하는데 유용합니다.)
- For example, in the command output in the figure:  
(예를 들어, 그림의 명령 출력에서 :)
  1. EIGRP is an active dynamic routing protocol on R1 configured with the autonomous system number 1.  
(EIGRP는 자율 시스템 번호 1로 구성된 R1의 활성화된 동적 라우팅 프로토콜입니다.)
  2. The EIGRP router ID of R1 is 1.1.1.1.  
(R1의 EIGRP 라우터 ID는 1.1.1.1입니다.)
  3. The EIGRP administrative distances on R1 are internal AD of 90 and external of 170 (default values).  
(R1의 EIGRP 관리 거리는 내부 AD가 90이고 외부가 170입니다 (기본값).)
  4. By default, EIGRP does not automatically summarize networks. Subnets are included in the routing updates.  
(기본적으로 EIGRP는 네트워크를 자동으로 요약하지 않습니다. 서브넷은 라우팅 업데이트에 포함됩니다.)
  5. The EIGRP neighbor adjacencies R1 has with other routers used to receive EIGRP routing updates.  
(EIGRP 인접 라우터 R1에는 EIGRP 라우팅 업데이트를 수신하는데 사용되는 다른 라우터가 있습니다.(즉, 인접성을 가지는 라우터가 2개 존재합니다.)

```
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***

Routing Protocol is "eigrp 1" 1 Routing protocol and Process ID (AS
                               Number)

Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Default networks flagged in outgoing updates
Default networks accepted from incoming updates
EIGRP-IPv4 Protocol for AS(1)
Metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
NSF-aware route hold timer is 240
Router-ID: 1.1.1.1 2 EIGRP Router ID

Topology : 0 (base)
Active Timer: 3 min
Distance: internal 90 external 170 3 EIGRP Administrative
Distances

Maximum path: 4
Maximum hopcount 100
Maximum metric variance 1

Automatic Summarization: disabled 4 EIGRP Automatic Summarization
is disabled.

Maximum path: 4
Routing for Networks:
 192.16.0.0
192.168.10.0

Routing Information Sources: 5 EIGRP Routing
Information Sources
lists all the EIGRP
routing sources the
IOS uses to build its
IPv4 routing table.

Gateway      Distance    Last Update
192.168.10.6      90    00:40:20
192.16.3.2        90    00:40:20

Distance: internal 90 external 170

R1#
```

# Implement EIGRP for IPv4

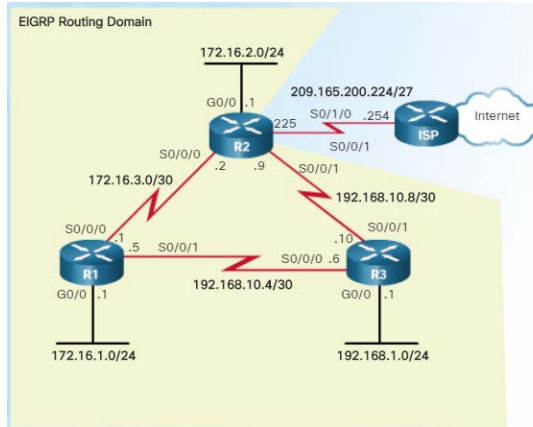
## Verify EIGRP with IPv4

```
R1# show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
<output omitted>

Gateway of last resort is not set
```

```
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 3 masks
C 172.16.1.0/24 is directly connected,GigabitEthernet0/0
L 172.16.1.1/32 is directly connected,GigabitEthernet0/0
D 172.16.2.0/24 [90/2170112] via 172.16.3.2,00:14:35, Serial0/0/0
C 172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L 172.16.3.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
D 192.168.1.0/24 [90/2170112] via 192.168.10.6,00:13:57, Serial0/0/1
  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C 192.168.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/1
L 192.168.10.5/32 is directly connected, Serial0/0/1
D 192.168.10.8/30 [90/2681856] via 192.168.10.6,00:50:42, Serial0/0/1
  [90/2681856] via 172.16.3.2,00:50:42, Serial0/0/0
```

R1#



```
R2# show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
<output omitted>

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 3 masks
D 172.16.1.0/24 [90/2170112] via 172.16.3.1, 00:11:05, Serial0/0/0
C 172.16.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L 172.16.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C 172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L 172.16.3.2/32 is directly connected, Serial0/0/0
D 192.168.1.0/24 [90/2170112] via 192.168.10.10, 00:15:16,Serial0/0/1
  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
D 192.168.10.4/30 [90/2681856] via 192.168.10.10, 00:52:00,Serial0/0/1
  [90/2681856] via 172.16.3.1, 00:52:00,Serial0/0/0
C 192.168.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1
L 192.168.10.9/32 is directly connected, Serial0/0/1
209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 209.165.200.224/27 is directly connected, Loopback209
L 209.165.200.225/32 is directly connected, Loopback209

R2#
```

```
R3# show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
<output omitted>

Gateway of last resort is not set
```

```
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
D 172.16.1.0/24 [90/2170112] via 192.168.10.5, 00:12:00, Serial0/0/0
D 172.16.2.0/24 [90/2170112] via 192.168.10.9, 00:16:49, Serial0/0/1
D 172.16.3.0/30 [90/2681856] via 192.168.10.9, 00:52:55, Serial0/0/1
  [90/2681856] via 192.168.10.5, 00:52:55, Serial0/0/0
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L 192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C 192.168.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/0
L 192.168.10.6/32 is directly connected, Serial0/0/0
C 192.168.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1
L 192.168.10.10/32 is directly connected, Serial0/0/1
```

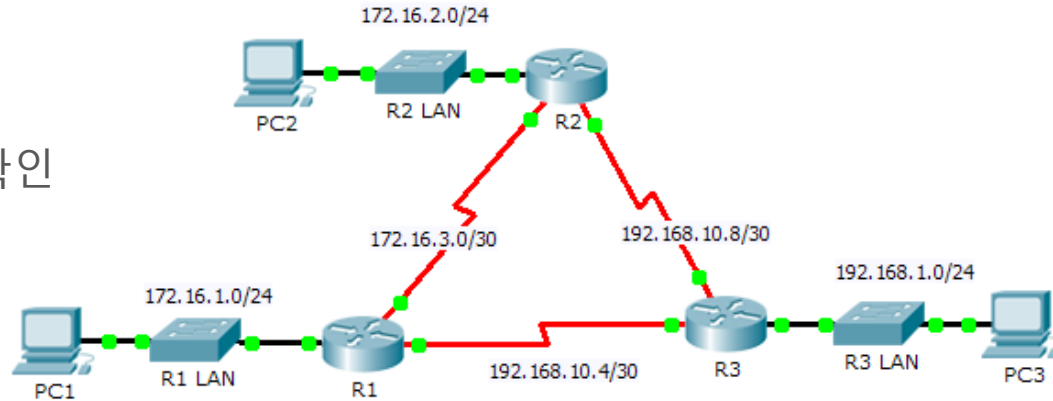
R3#

# Implement EIGRP for IPv4

## Packet Tracer 1 - Verify EIGRP with IPv4

[실습 목표]

- EIGRP 구성
- EIGRP 라우팅 확인



Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	G0/0	172.16.1.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.3.1	255.255.255.252	N/A
	S0/0/1	192.168.10.5	255.255.255.252	N/A
R2	G0/0	172.16.2.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.3.2	255.255.255.252	N/A
	S0/0/1	192.168.10.9	255.255.255.252	N/A
R3	G0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.10.6	255.255.255.252	N/A
	S0/0/1	192.168.10.10	255.255.255.252	N/A
PC1	NIC	172.16.1.10	255.255.255.0	172.16.1.1
PC2	NIC	172.16.2.10	255.255.255.0	172.16.2.1
PC3	NIC	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1

# Packet Tracer 1 - Verify EIGRP with IPv4

## 1. EIGRP 구성

- 1 단계 : EIGRP 라우팅 프로세스를 활성화합니다.
  - AS 번호 1을 사용하여 각 라우터에서 EIGRP 라우팅 프로세스를 활성화하십시오.
    - R1 (config) # router eigrp 1
- 2 단계 : 직접 연결된 네트워크를 광고합니다.
  - show ip route 명령을 사용하여 각 라우터에 직접 연결된 네트워크를 표시하십시오.
  - 각 라우터에서 직접 연결된 특정 서브넷을 알리도록 EIGRP를 구성하십시오.
    - R1 (config-router) # network 172.16.1.0 0.0.0.255
    - R1 (config-router) # network 172.16.3.0 0.0.0.3
    - R1 (config-router) # network 192.168.10.4 0.0.0.3
- 3 단계 : passive 인터페이스 구성
  - EIGRP 업데이트를 알리지 않도록 LAN 인터페이스를 구성하십시오.
    - R1(config-router)# passive-interface g0/0
- 4 단계 : 자동 요약 비활성화
  - 토폴로지에 불연속 네트워크가 포함되어 있습니다. 따라서 각 라우터에서 자동 요약을 비활성화하십시오.
    - R1(config-router)# no auto-summary
- 5단계 : 구성 저장
  - R1# copy running-config startup-config

# Packet Tracer 1 - Verify EIGRP with IPv4

## 2. EIGRP 라우팅 확인

- 1 단계 : 이웃 인접성을 확인합니다.
  - R1# show ip eigrp neighbors
- 2 단계 : EIGRP 라우팅 프로토콜 매개 변수를 표시합니다.
  - 각 라우터에서 아래 명령을 이용하여 다음 질문에 답하십시오.
  - R1# show ip protocols
  - 라우팅 정보를 각 라우터와 공유하는 라우터는 몇 개입니까?
  - 최대 홉 수는 얼마입니까?
- 3 단계 : 종단 간 연결 확인
  - PC1, PC2 및 PC3은 이제 서로 ping할 수 있어야 합니다. 그렇지 않은 경우 EIGRP 구성 문제를 해결하십시오.

# 6.3 EIGRP Operation

(EIGRP 운영)

# EIGRP Initial Route Discovery

1. Router R1 starts has joined the EIGRP routing domain and sends an EIGRP Hello packet out all EIGRP enabled interfaces.

(라우터 R1 시작한 EIGRP 라우팅 도메인에 가입하고 모든 EIGRP 지원 인터페이스에서 EIGRP Hello 패킷을 보냅니다.)

2. Router R2 receives the Hello packet and adds R1 to its neighbor table.

(라우터 R2는 Hello 패킷을 수신하고 neighbor 테이블에 R1을 추가합니다.)

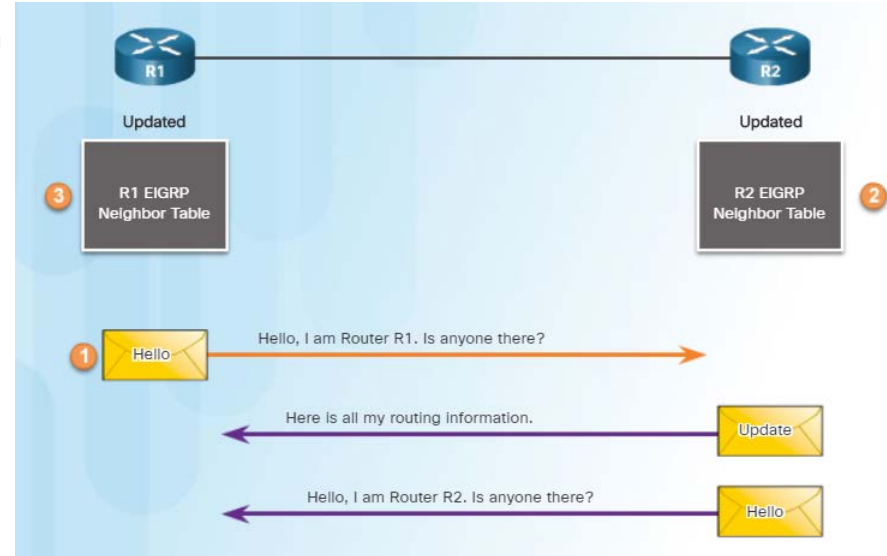
- R2 sends an Update packet that contains all the routes it knows.  
(R2는 알고있는 모든 경로가 포함된 Update 패킷을 보냅니다.)
- R2 also sends an EIGRP Hello packet to R1.  
(R2는 또한 R1에 EIGRP Hello 패킷을 전송합니다.)

3. R1 updates its neighbor table with R2.

(R1은 neighbor 테이블에 R2를 업데이트합니다.)

- After both routers have exchanged Hellos, the neighbor adjacency is established.

(두 라우터가 모두 Hellos를 교환하면 neighbor adjacency가 설정됩니다.)





# EIGRP Initial Route Discovery

1. R1 adds all update entries from R2 to its topology table.  
(R1은 R2로 부터 받은 모든 업데이트 항목을 토폴로지 테이블에 추가합니다.)

- The topology table includes all destinations advertised by neighboring (adjacent) routers and the cost (metric) to reach each network.

(토폴로지 테이블에는 이웃(인접) 라우터가 알린 모든 목적지와 각 네트워크에 도달하기위한 비용 (메트릭)이 포함됩니다.)

2. EIGRP update packets use reliable delivery; therefore, R1 replies with an EIGRP acknowledgment packet informing R2 that it has received the update.

(EIGRP 업데이트 패킷은 신뢰성 있는 전달을 사용합니다. 따라서 R1은 업데이트를 수신했음을 R2에 알리는 EIGRP acknowledgment 패킷으로 응답합니다.)

3. R1 sends an EIGRP update to R2 advertising the routes that it is aware of, except those learned from R2 (split horizon).

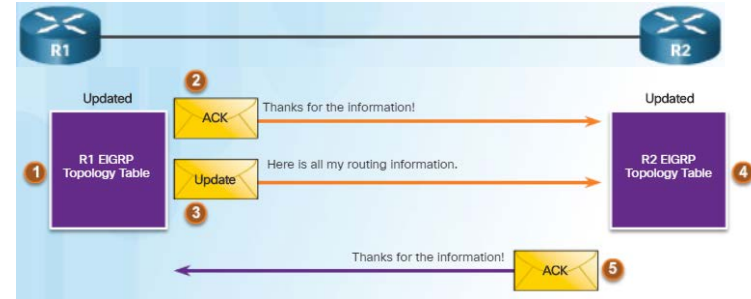
(R1은 알 수 있는 경로를 광고하는 EIGRP 업데이트를 R2에게 보냅니다. R2에서 배운 경로는 제외합니다.(split horizon))

4. R2 receives the EIGRP update from R1 and adds this information to its own topology table.

(R2는 R1에서 EIGRP 업데이트를 수신하고 이 정보를 자체 토폴로지 테이블에 추가합니다.)

5. R2 responds to R1's EIGRP update packet with an EIGRP acknowledgment.

(R2는 R1의 EIGRP 업데이트 패킷에 EIGRP acknowledgment를 응답합니다.)



## EIGRP Initial Route Discovery

1. R1 uses DUAL to calculate the best routes to each destination, including the metric and the next-hop router and updates its routing table with the best routes.

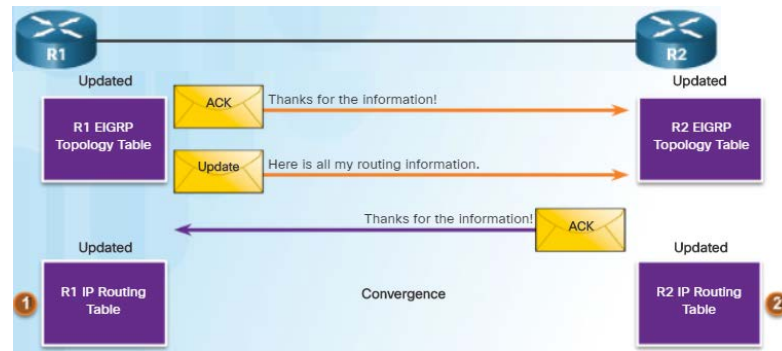
(R1은 DUAL을 사용하여 메트릭 및 다음 홉 라우터를 포함하여 각 대상에 가장 적합한 경로를 계산하고 라우팅 테이블을 최상의 경로로 업데이트합니다.)

2. Similarly, R2 uses DUAL and updates its routing table with the best newly discovered routes.

(마찬가지로 R2는 DUAL을 사용하고 가장 최근에 발견된 경로로 라우팅 테이블을 업데이트합니다.)

- At this point, EIGRP on both routers is considered to be in the converged state.

(이 시점에서 두 라우터의 EIGRP는 수렴된 상태로 간주됩니다.)



## EIGRP Metrics

- EIGRP uses a composite metric which can be based on the following metrics:  
(EIGRP는 다음 메트릭을 기반으로 할 수 있는 복합 메트릭을 사용합니다.)
  - **Bandwidth:** The lowest bandwidth between source and destination.  
(대역폭 : 소스와 대상 사이의 가장 낮은 대역폭)
  - **Delay:** The cumulative interface delay along the path (지연 : 경로를 따라 누적된 인터페이스 지연)
  - **Reliability:** (Optional) Worst reliability between source and destination. (신뢰성 : (선택 사항) 출처와 목적지 간의 최악의 신뢰성.)
  - **Load:** (Optional) Worst load on a link between source and destination. (로드 : (선택 사항) 소스와 대상 간의 링크에 대한 최악의 로드)
- The EIGRP composite metric formula consists metric weights with values K1 to K5.  
(EIGRP 복합 메트릭 수식은 값 K1에서 K5까지 메트릭 가중치로 구성됩니다.)
  - K1 represents bandwidth, K2 load, K3 delay, K4 and K5 reliability.

### Default Values:

K1 (bandwidth) = 1  
K2 (load) = 0  
K3 (delay) = 1  
K4 (reliability) = 0  
K5 (reliability) = 0

### Default Composite Formula:

$metric = [K1 * bandwidth + K3 * delay] * 256$

### Complete Composite Formula:

$metric = [K1 * bandwidth + (K2 * bandwidth) / (256 - load) + K3 * delay] * [K5 / (reliability + K4)]$

(Not used if "K" values are 0)

**Note:** This is a conditional formula. If K5 = 0, the last term is replaced by 1 and the formula becomes:  $Metric = [K1 * bandwidth + (K2 * bandwidth) / (256 - load) + K3 * delay] * 256$

```
Router(config-router)# metric weights tos k1 k2 k3 k4 k5
```

# EIGRP Metrics

- Show ip protocols 명령을 이용하여 k 값을 확인 가능합니다.

### Verifying Metric K Values

```
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***

Routing Protocol is "eigrp 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP-IPv4 Protocol for AS(1)
    Metric weight k1=1, k2=0, k3=1, k4=0, k5=0
  NSF-aware route hold timer is 240
  Router-ID: 1.1.1.1
  <output omitted>
R1#
```

# EIGRP Metrics

- Use the **show interfaces** command to examine the values used for bandwidth, delay, reliability, and load.  
(대역폭, 지연, 신뢰성 및 로드에서 사용되는 값을 검사하려면 show interfaces 명령을 사용하십시오.)

- BW** - Bandwidth of the interface (in kb/s).
- DLY** - Delay of the interface (in microseconds).
- Reliability** - Reliability of the interface as a fraction of 255 (255/255 is 100% reliability).
- Txload, Rxload** - Transmit and receive load on the interface as a fraction of 255 (255/255 is completely saturated), calculated as an exponential average over five minutes.

```
R1# show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is WIC MBRD Serial
  Internet address is 172.16.3.1/30
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation HDLC, loopback not set
<output omitted>
R1#

R1# show interfaces gigabitethernet 0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is fc99.4775.c3e0
  (bia fc99.4775.c3e0)
  Internet address is 172.16.1.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
<output omitted>
R1#
```

# EIGRP Operation

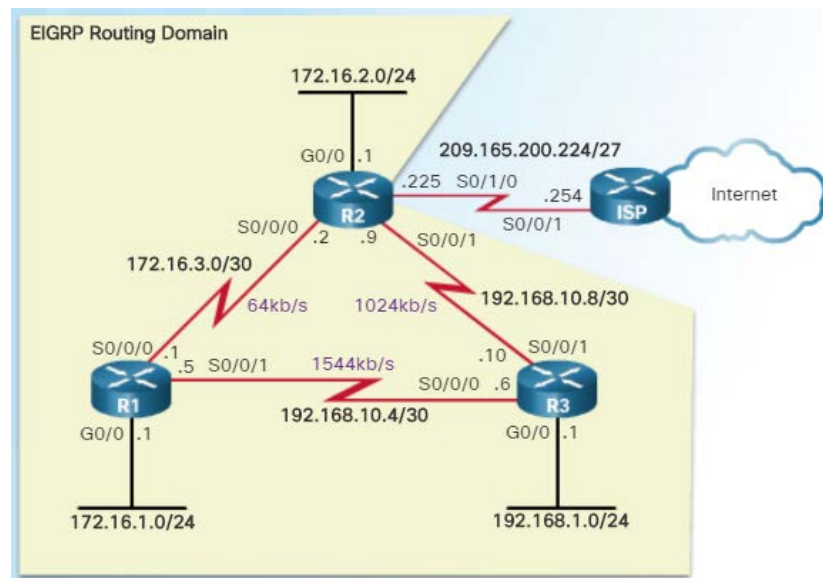
## EIGRP Metrics

- Use the following interface configuration mode command to modify the bandwidth metric:  
(다음 인터페이스 구성 모드 명령을 사용하여 대역폭 메트릭을 수정하십시오.)
  - Router(config-if)# **bandwidth** *kilobits-bandwidth-value*
- Use the **show interfaces** command to verify the new bandwidth parameters. (show interfaces 명령을 이용하여 새로운 대역폭 파라미터를 확인할 수 있습니다.)

```
R1# show interface s 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is WIC MBRD Serial
  Internet address is 172.16.3.1/30
  MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<output omitted>
R1#
```

```
R2# show interface s 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is WIC MBRD Serial
  Internet address is 172.16.3.2/30
  MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<output omitted>
R2#
```

```
R2 (config)# interface s 0/0/0
R2 (config-if)# bandwidth 64
R2 (config-if)# exit
R2 (config)# interface s 0/0/1
R2 (config-if)# bandwidth 1024
```



```
R1 (config)# interface s 0/0/0
R1 (config-if)# bandwidth 64
```

```
R3 (config)# interface s 0/0/1
R3 (config-if)# bandwidth 1024
```

# EIGRP Metrics

- **Delay is a measure of the time it takes for a packet to traverse a route.**  
(delay는 패킷이 경로를 통과하는데 걸리는 시간을 측정한 것입니다.)
- **The delay (DLY) metric is not measured dynamically.**  
(delay(DLY) 메트릭은 동적으로 측정되지 않습니다.)
  - **It is a static value measured in microseconds ( $\mu\text{s}$  or usec) based on the type of link to which the interface is connected.**  
(이것은 인터페이스가 연결된 링크 유형에 따라 마이크로 초 ( $\mu\text{s}$  또는 usec) 단위로 측정된 정적 값입니다.)
- **The delay value is calculated using the cumulative (sum) of all interface delays along the path, divided by 10.**  
(delay 값은 경로를 따라 모든 인터페이스 지연의 누적 (합계)을 10으로 나눈 값을 사용하여 계산됩니다.)

Media	Delay In usec
Gigabit Ethernet	10
Fast Ethernet	100
FDDI	100
16M Token Ring	630
Ethernet	1,000
T1 (Serial Default)	20,000
DS0 (64 Kbps)	20,000
1024 Kbps	20,000
56 Kbps	20,000

# EIGRP Metrics

- We can determine the EIGRP metric as follows:  
(다음과 같이 EIGRP 메트릭을 결정할 수 있습니다.)

1. Determine the link with the slowest bandwidth and use that value to calculate bandwidth

(10,000,000/bandwidth).

(가장 느린 대역폭을 가진 링크를 결정하고 그 값을 사용하여 대역폭 (10,000,000 / 대역폭)을 계산하십시오.)

2. Determine the delay value for each outgoing interface on the way to the destination and add the delay values and divide by 10 (sum of delay/10).

(대상으로 가는 도중에 나가는 각 인터페이스의 지연 값을 결정하고, 지연 값들을 더하고 10으로 나눕니다 (지연 / 10의 합계).)

3. This composite metric produces a 24-bit value which EIGRP multiplies with 256.

(이 복합 메트릭은 EIGRP가 256으로 곱하여 24 비트 값을 생성합니다.)

$$[K1 * \text{bandwidth} + K3 * \text{delay}] * 256 = \text{Metric}$$

Because K1 and K3 both equal 1, the formula becomes:

$$(\text{Bandwidth} + \text{Delay}) * 256 = \text{Metric}$$

$$((10,000,000 / \text{bandwidth}) + (\text{sum of delay} / 10)) * 256 = \text{Metric}$$

```
R2# show ip route
```

```
D 192.168.1.0/24 [90/3012096] via 192.168.10.10, 00:12:32, Serial0/0/1
```



# EIGRP Operation

## EIGRP Metrics

- How does EIGRP determine the following metric?

```
R2# show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
D 192.168.1.0/24 [90/3012096] via 192.168.10.10, 00:12:32, Serial0/0/1
```

▪ **EIGRP Composite Metric = (Bandwidth + Delay) x 256**

- Bandwidth** = 10,000,000 / slowest bandwidth

```
R2# show interface s 0/0/1
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
Hardware is WIC MBRD Serial
Internet address is 192.168.10.9/30
MTU 1500 bytes, BW 1024 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<output omitted>
R2#
```

```
R3# show interface g 0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is fc99.4771.7a20 (bia fc99.4771.7a20)
Internet address is 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 10 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<output omitted>
R3#
```

- Bandwidth** = 10,000,000 / 1024 = **9765**

- Delay** = (Sum of all delays) / 10

```
R2# show interface s 0/0/1
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
Hardware is WIC MBRD Serial
Internet address is 192.168.10.9/30
MTU 1500 bytes, BW 1024 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<output omitted>
R2#
```

```
R3# show interface g 0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is fc99.4771.7a20 (bia fc99.4771.7a20)
Internet address is 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 10 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<output omitted>
R3#
```

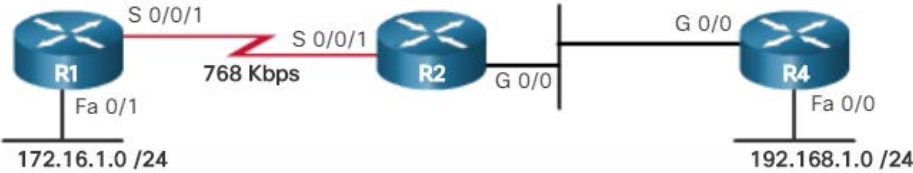
- Delay** = (20,000 + 10) / 10 = **2001**

▪ **EIGRP Composite Metric = (9765 + 2001) x 256 = 3,012.096**

# EIGRP Operation

## EIGRP Metrics

- R1에서 192.168.1.0 네트워크로 가는 경로에 대한 EIGRP 매트릭을 계산하시오.



Metric                      Bandwidth (Kb/s)                      Delay

3848149 = 256 \* (( 107 /  ) + (  / 10 ))

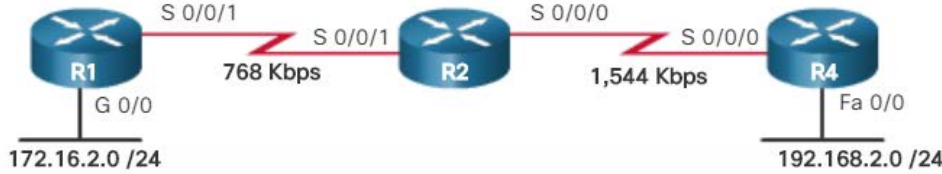
Media	Delay
Ethernet	1,000
Fast Ethernet	100
Gig Ethernet	10
Serial WAN	20,000

1,544	1,024,000	1110
768	100	40,100
20,110	10,000	13,021

# EIGRP Operation

## EIGRP Metrics

- R1에서 192.168.1.0 네트워크로 가는 경로에 대한 EIGRP 매트릭을 계산하시오.



Metric                      Bandwidth (Kb/s)                      Delay

$$4359893 = 256 * (( 107 / \text{[ ]} ) + ( \text{[ ]} / 10 ))$$

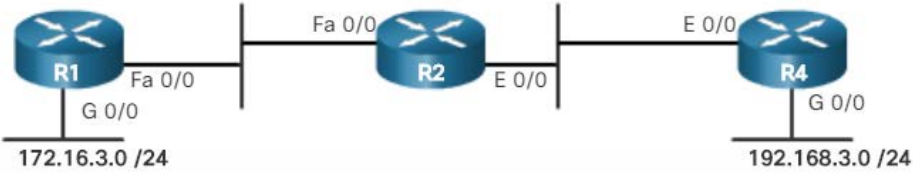
Media	Delay
Ethernet	1,000
Fast Ethernet	100
Gig Ethernet	10
Serial WAN	20,000

1,544	1,024,000	1110
768	100	40,100
20,110	10,000	13,020

# EIGRP Operation

## EIGRP Metrics

- R1에서 192.168.1.0 네트워크로 가는 경로에 대한 EIGRP 매트릭을 계산하시오.



Metric                      Bandwidth (Kb/s)                      Delay

$$284416 = 256 * ((107 / \text{Bandwidth}) + (\text{Delay} / 10))$$

Media	Delay
Ethernet	1,000
Fast Ethernet	100
Gig Ethernet	10
Serial WAN	20,000

1,544	1,024,000	1110
768	100	40,100
20,110	10,000	13,020

# DUAL and the Topology Table

- EIGRP uses the Diffusing Update Algorithm (DUAL) to provide the best and backup loop-free paths.  
(EIGRP는 DUAL (Diffusing Update Algorithm)을 사용하여 루프 없는 최상의 경로와 백업 경로를 제공합니다.)
- DUAL uses several terms, which are discussed in more detail throughout this section:  
(DUAL은 몇 가지 용어를 사용하며,이 절 전반에 걸쳐 더 자세히 논의됩니다.)

Term	Description
<b>Successor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Is a neighboring router that is used for packet forwarding and is the least-cost route to the destination network. (패킷 포워딩에 사용되는 인접 라우터이며 대상 네트워크에 대한 최소 비용 경로입니다.)</li> <li>• The IP address of a successor is shown in a routing table entry right after the word “via”. (successor의 IP 주소는 "via"단어 다음에 라우팅 테이블 항목에 표시됩니다.)</li> </ul>
<b>Feasible Successors (FS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• These are the “Backup paths” that are a loop-free. (이들은 루프가 없는 "백업 경로"입니다.)</li> <li>• Must comply to a feasibility condition. (타당성 조건을 준수해야 합니다.)</li> </ul>
<b>Reported Distance (RD)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Also called “advertised distance”, this is the reported metric from the neighbor advertising the route. (‘광고 거리’라고도 하는데 이것은 경로를 광고하는 이웃으로부터 보고된 메트릭입니다.)</li> <li>• If the RD metric is less than the FD, then the next-hop router is downstream and there is no loop. (RD 메트릭이 FD보다 작으면 다음 홉 라우터가 다운 스트림이고 루프가 없습니다.)</li> </ul>
<b>Feasible Distance (FD)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• This is the actual metric of a route from the current router. (현재 라우터로부터의 경로에 대한 실제 메트릭입니다.)</li> <li>• Is the lowest calculated metric to reach the destination network. (대상 네트워크에 도달하기 위한 가장 낮게 계산된 메트릭입니다.)</li> <li>• FD is the metric listed in the routing table entry as the second number inside the brackets. (FD는 대괄호 안에 두 번째 숫자로 라우팅 테이블 항목에 나열된 메트릭입니다.)</li> </ul>

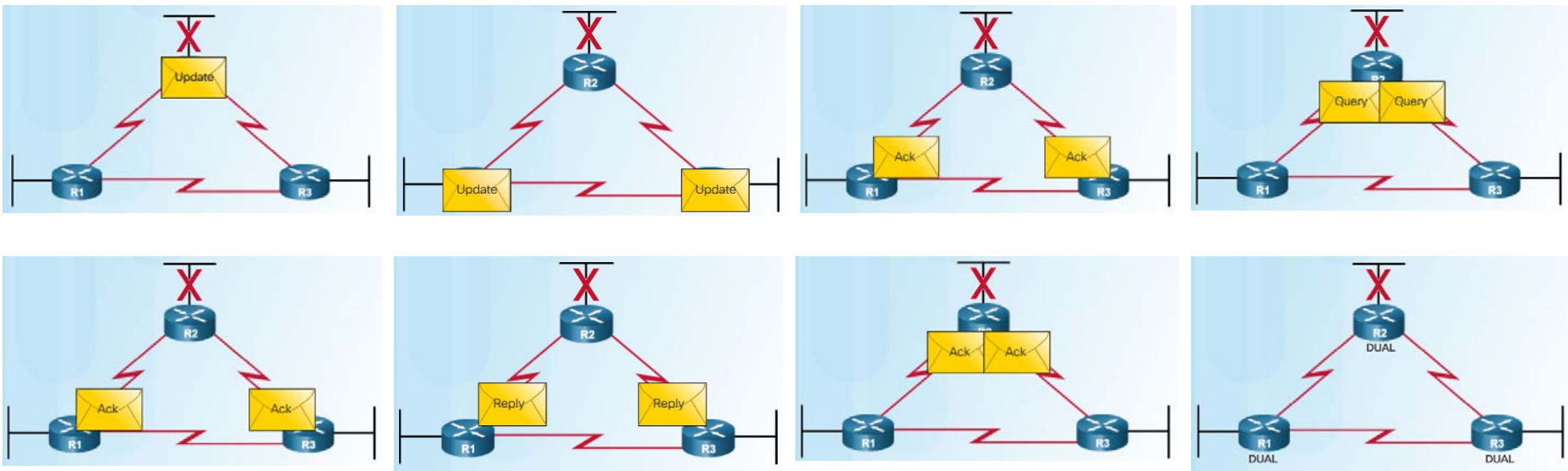
# DUAL and the Topology Table

- Routing loops, even temporary ones, can be detrimental to network performance and EIGRP prevents routing loops with the DUAL algorithm.  
(임시 루프 인 경우에도 라우팅 루프는 네트워크 성능에 해로울 수 있으며 EIGRP는 DUAL 알고리즘으로 라우팅 루프를 방지합니다.)
- The DUAL algorithm is used to obtain loop-freedom at every instance throughout a route computation.  
(DUAL 알고리즘은 경로 계산을 통해 모든 인스턴스에서 루프 자유를 얻는데 사용됩니다.)
- The decision process for all route computations is done by the DUAL Finite State Machine (FSM).  
An FSM is a workflow model, similar to a flow chart, which is composed of the following:  
(모든 경로 계산에 대한 결정 프로세스는 DUAL Finite State Machine (FSM)에 의해 수행됩니다. FSM은 흐름도와 유사한 다음과 같은 워크 플로우 모델입니다.)
  - A finite number of stages (states)
  - Transitions between those stages
  - Operations
- The DUAL FSM tracks all routes and uses EIGRP metrics to select efficient, loop-free paths, and to identify the routes with the least-cost path to be inserted into the routing table.  
(DUAL FSM은 모든 경로를 추적하고 EIGRP 메트릭을 사용하여 효율적이고 루프가 없는 경로를 선택하고, 라우팅 테이블에 삽입할 최소 비용 경로가 있는 경로를 식별합니다.)

# EIGRP Operation

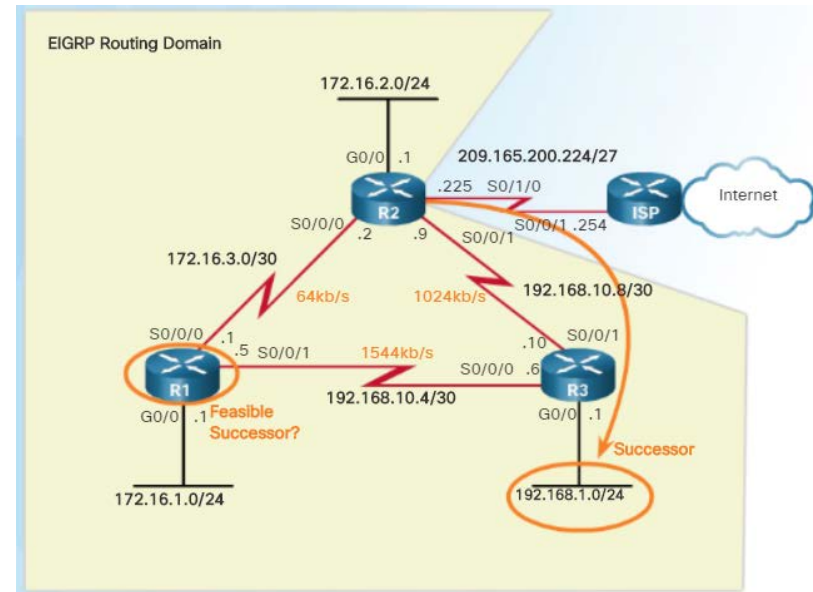
## DUAL and the Topology Table

- DUAL 의 동작



## DUAL and the Topology Table

- A successor is a neighboring router with the least-cost route to the destination network.  
(successor는 대상 네트워크에 대한 최소 비용 라우팅을 가진 인접 라우터입니다.)
- The successor IP address is shown right after “via”.  
(successor IP 주소는 "via"바로 다음에 표시됩니다.)
- FD is the lowest calculated metric to reach the destination network.  
(FD는 대상 네트워크에 도달하는 가장 낮게 계산된 메트릭입니다.)
- FD is the second number inside the brackets.  
(FD는 대괄호 안에 있는 두 번째 숫자입니다.)
- Also known as the “*metric*” for the route.  
(경로의 “메트릭”이라고도 합니다.)
- Notice that EIGRP’s best path for the 192.168.1.0/24 network is through router R3, and that the feasible distance is 3,012,096.  
(192.168.1.0/24 네트워크에 대한 EIGRP의 최상의 경로는 라우터 R3을 통해 이루어지며 feasible distance는 3,012,096입니다.)



```
R2# show ip route
<output omitted>

D 192.168.1.0/24 [90/3012096] via 192.168.10.10, 00:12:32,
Serial0/0/1
```

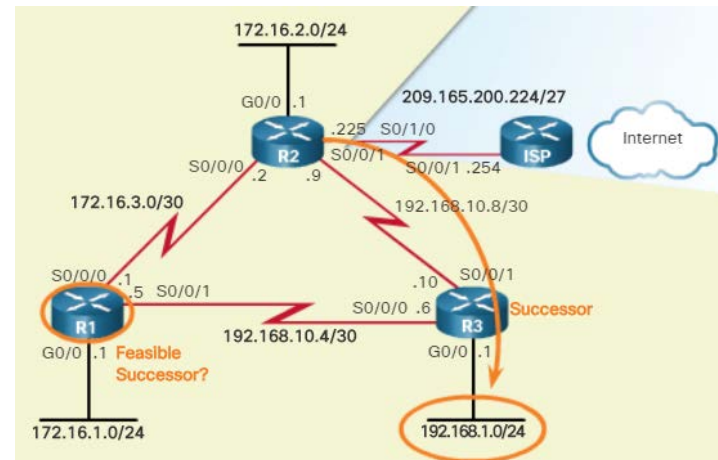
Feasible Distance (points to 3012096)

Successor (points to 192.168.10.10)



## DUAL and the Topology Table

- DUAL converges quickly because it can use backup paths known as Feasible Successors (FSs).**  
 (DUAL은 FS (Feasible Successors)로 알려진 백업 경로를 사용할 수 있기 때문에 신속하게 수렴됩니다.)
- A FS is a neighbor with a loop-free backup path to the same network as the successor.**  
 (FS는 successor와 동일한 네트워크에 루프가 없는 백업 경로가 있는 이웃입니다.)
  - A FS must satisfy the Feasibility Condition (FC).  
 (FS는 Feasibility Condition (FC)을 충족해야 합니다.)
  - The FC is met when a neighbor's Reported Distance (RD) is less than the local router's feasible distance.  
 (FC는 인접 라우터의 Reported Distance (RD)가 로컬 라우터의 feasible distance 보다 작은 경우 충족됩니다.)
  - If the reported distance is less, it represents a loop-free path.  
 (reported distance가 적으면 루프가 없는 경로를 나타냅니다.)
- E.g., the RD of R1 (2,170,112) is less than R2's own FD (3,012,096) and therefore, R1 meets the FC and becomes the FS for R2 to the 192.168.1.0/24 network.**  
 (예를 들어, R1 (2,170,112)의 RD는 R2의 자체 FD (3,012,096)보다 작으므로 R1은 FC를 충족시키고 192.168.1.0/24 네트워크에 대한 R2의 FS가 됩니다.)



```
R2# show ip route
<output omitted>
D 192.168.1.0/24 [90/3012096] via 192.168.10.10, 00:12:32, Serial0/0/1
```

Feasible Distance      Successor (R3)

```
R1# show ip route
<output omitted>
D 192.168.1.0/24 [90/2170112] via 192.168.10.6, 02:44:50, Serial0/0/1
```

Feasible Distance  
Sent to R2 as R1's Reported Distance

# EIGRP Operation

## DUAL and the Topology Table

- Topology table stores the following information required by DUAL to calculate distances and vectors to destinations.

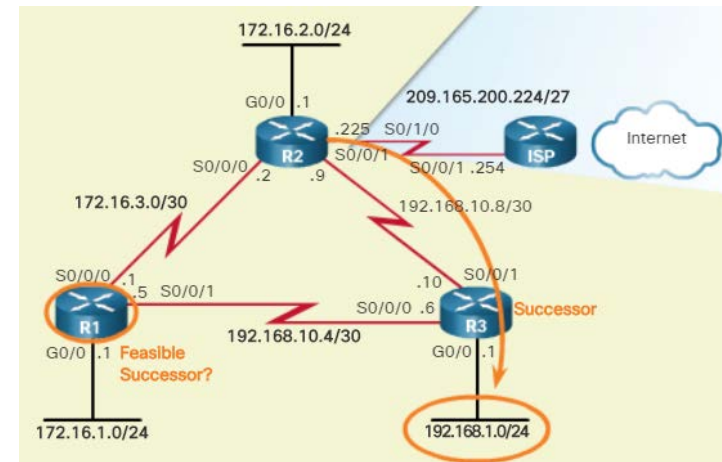
(토폴로지 테이블은 DUAL이 목적지까지의 거리 및 벡터를 계산하는데 필요한 다음 정보를 저장합니다.)

- The **reported distance (RD)** that each neighbor advertises for each destination  
(각 목적지에 대해 각 이웃이 알리는 **reported distance (RD)**)
- The **feasible distance (FD)** that this router would use to reach the destination via that neighbor.  
(이 라우터가 해당 이웃을 통해 목적지에 도달하는데 사용할 수 있는 **feasible distance (FD)**)

- Use the **show ip eigrp topology** command to list all successors and FSs to destination networks.

(목적지 네트워크의 모든 successor와 FS를 나열하기 위해 show ip eigrp topology 명령을 사용하십시오)

- Only the successor is installed into the IP routing table.  
(successor만 IP routing table에 설치됩니다.)
- Passive State** – Route is in stable state and available for use.  
(패시브 스테이트 - 경로가 안정적이며 사용 가능합니다.)
- Active State** - Route is being recomputed by DUAL.  
(활성 상태 - 경로가 DUAL에 의해 다시 계산 중입니다.)



```
R2# show ip eigrp topology
EIGRP-IPv4 Topology Table for AS(1)/ID(2.2.2.2)
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - reply Status, s - sia Status
```

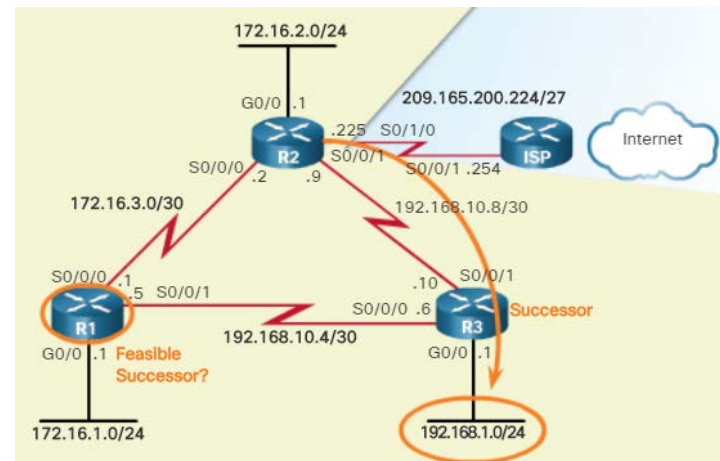
```
P 172.16.2.0/24, 1 successors, FD is 2816
   via Connected, GigabitEthernet0/0
P 192.168.10.4/30, 1 successors, FD is 3523840
   via 192.168.10.10 (3523840/2169856), Serial0/0/1
   via 172.16.3.1 (41024000/2169856), Serial0/0/0
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 3012096
   via 192.168.10.10 (3012096/2816), Serial0/0/1
   via 172.16.3.1 (41024256/2170112), Serial0/0/0
P 172.16.3.0/30, 1 successors, FD is 40512000
   via Connected, Serial0/0/0
P 172.16.1.0/24, 1 successors, FD is 3524096
   via 192.168.10.10 (3524096/2170112), Serial0/0/1
   via 172.16.3.1 (40512256/2816), Serial0/0/0
P 192.168.10.8/30, 1 successors, FD is 3011840
   via Connected, Serial0/0/1
```

```
R2#
```

## EIGRP Operation

# DUAL and the Topology Table

- The first line in the topology table displays:  
(토폴로지 테이블의 첫 번째 행은 다음을 표시합니다.)
  - **P** - Route in the passive state (the route is in a stable mode). If DUAL recalculates or searches for a new path, the route is in an active state and displays an A.  
(P - 패시브 상태로 경로를 지정합니다 (경로가 안정 모드에 있음). DUAL이 새 경로를 다시 계산하거나 검색하면 경로가 활성 상태가 되어 A가 표시됩니다.)
  - **192.168.1.0/24** - Destination network is also found in the routing table.  
(192.168.1.0/24 - 대상 네트워크는 라우팅 테이블에서도 찾을 수 있습니다.)
  - **1 successors** - Displays the number of successors for this network. If there are multiple equal cost paths to this network, there are multiple successors.  
(1 successor -이 네트워크의 successor 수를 표시합니다. 이 네트워크에 대해 동일한 비용 경로가 여러 개 있는 경우 여러 successor가 있습니다.)
  - **FD is 3012096** - FD, the EIGRP metric to reach the destination network. This is the metric displayed in the IP routing table.  
(FD is 301296 - 대상 네트워크에 도달하는 EIGRP 메트릭인 FD입니다. IP 라우팅 테이블에 표시되는 메트릭입니다.)



```
R2# show ip eigrp topology
EIGRP-IPv4 Topology Table for AS(1)/ID(2.2.2.2)
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - reply Status, s - sia Status

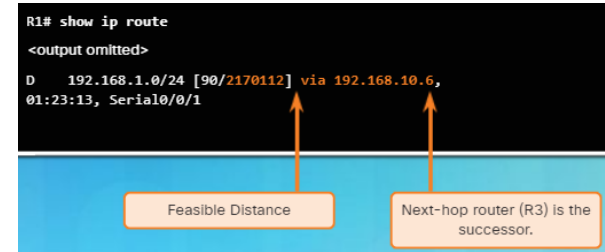
P 172.16.2.0/24, 1 successors, FD is 2816
   via Connected, GigabitEthernet0/0
P 192.168.10.4/30, 1 successors, FD is 3523840
   via 192.168.10.10 (3523840/2169856), Serial0/0/1
   via 172.16.3.1 (41024000/2169856), Serial0/0/0
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 3012096
   via 192.168.10.10 (3012096/2816), Serial0/0/1
   via 172.16.3.1 (41024256/2170112), Serial0/0/0
P 172.16.3.0/30, 1 successors, FD is 40512000
   via Connected, Serial0/0/0
P 172.16.1.0/24, 1 successors, FD is 3524096
   via 192.168.10.10 (3524096/2170112), Serial0/0/1
   via 172.16.3.1 (40512256/2816), Serial0/0/0
P 192.168.10.8/30, 1 successors, FD is 3011840
   via Connected, Serial0/0/1

R2#
```

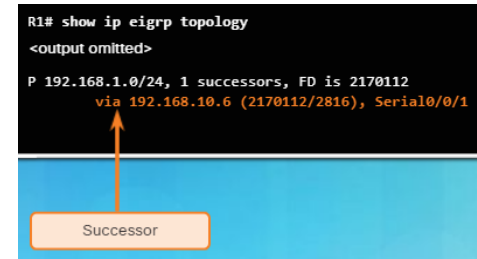
## DUAL and the Topology Table

- The partial output of the **show ip route** command displays the 192.168.1.0/24 route with the successor is R3 via 192.168.10.6 with an FD of 2,170,112.  
(show ip route 명령의 부분 출력은 192.168.1.0/24 경로를 표시합니다. successor가 R3인 192.168.10.6을 거치고 FD가 2,170,112 입니다.)
- The **show ip eigrp topology** command only shows the successor 192.168.10.6, which is R3.  
(show ip eigrp topology 명령은 successor 인 192.168.10.6 즉, R3만 표시합니다.)
  - Notice there are no FSs.  
(FS가 없음을 유의하십시오.)
- The **show ip eigrp topology all-links** command shows all possible paths to a network, including successors, FSs, and even those routes that are not FSs.  
(show ip eigrp topology all-links 명령은 successor, FS, 심지어 FS가 아닌 해당 경로를 포함하여 네트워크에 가능한 모든 경로를 보여줍니다.)

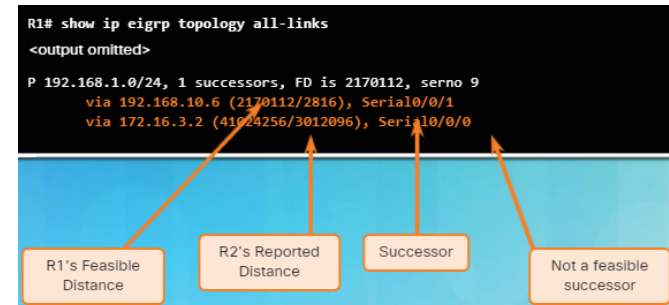
```
R1# show ip route
<output omitted>
D 192.168.1.0/24 [90/2170112] via 192.168.10.6,
01:23:13, Serial0/0/1
```



```
R1# show ip eigrp topology
<output omitted>
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2170112
via 192.168.10.6 (2170112/2816), Serial0/0/1
```

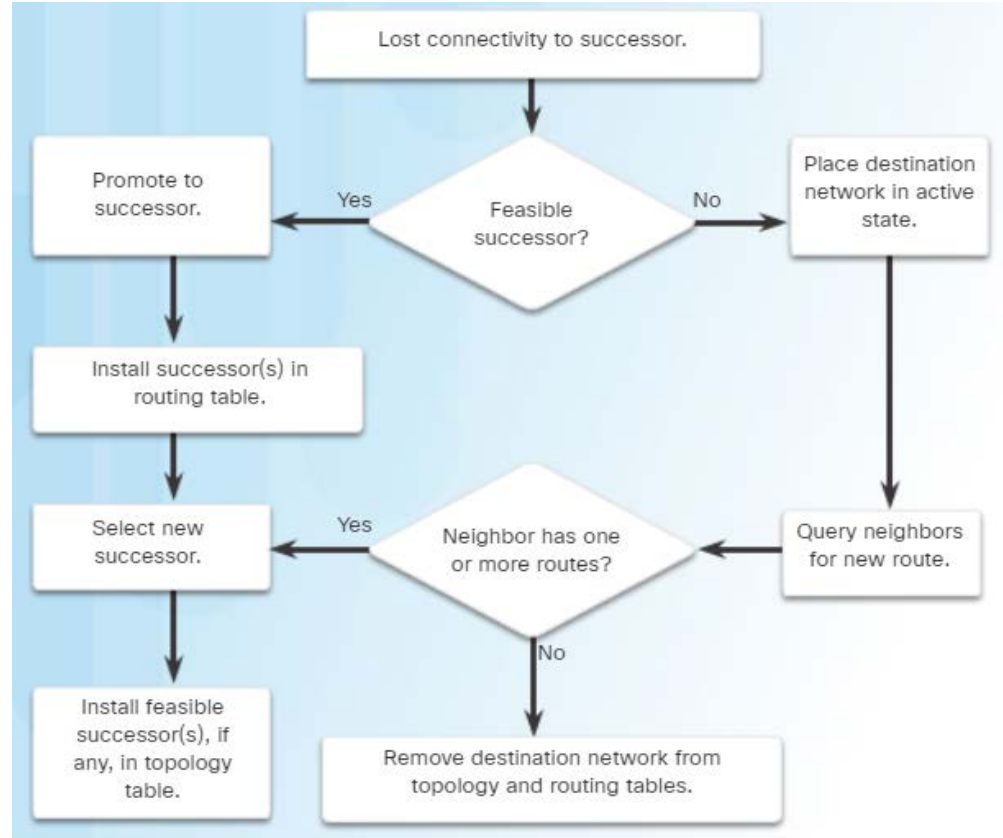


```
R1# show ip eigrp topology all-links
<output omitted>
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2170112, serno 9
via 192.168.10.6 (2170112/2816), Serial0/0/1
via 172.16.3.2 (41024256/3012096), Serial0/0/0
```



## DUAL and Convergence

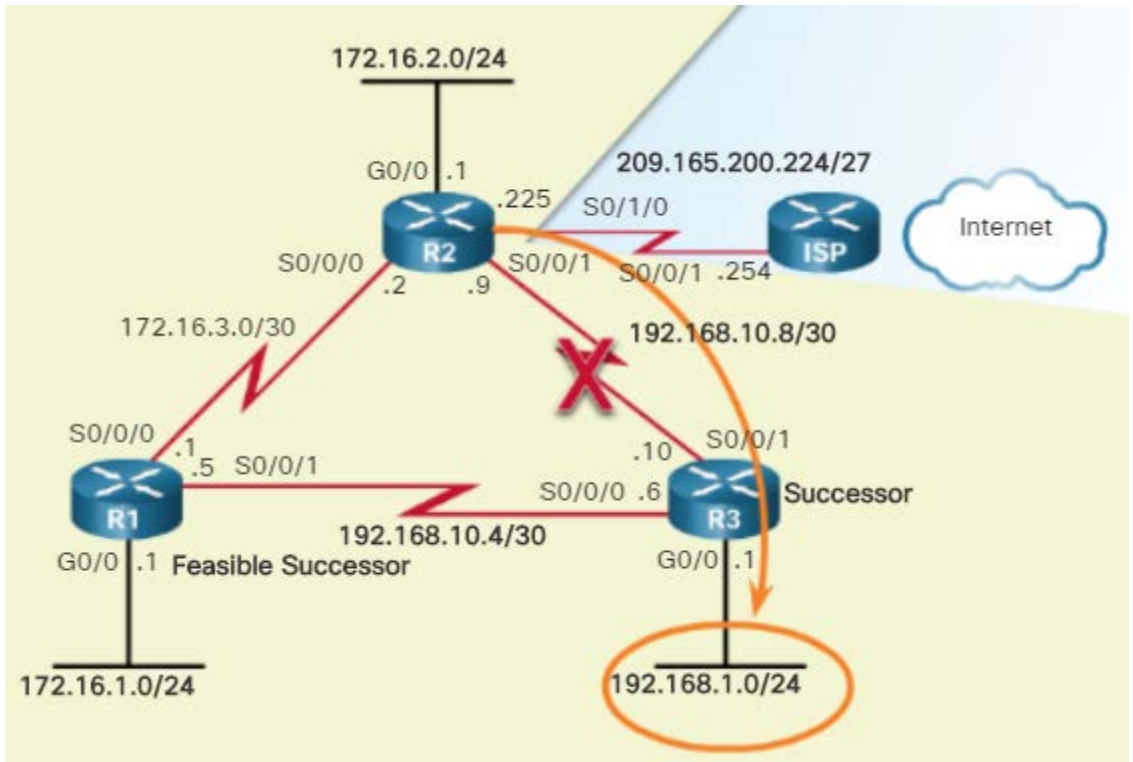
- The DUAL Finite State Machine (FSM) contains all of the logic used to calculate and compare routes in an EIGRP network. (DUAL FSM (Finite State Machine)은 EIGRP 네트워크에서 경로를 계산하고 비교하는데 사용되는 모든 논리를 포함합니다.)
- An FSM is an abstract machine, that defines a set of possible states that something can go through, what events cause those states, and what events result from those states. (FSM은 무언가가 통과할 수 있는 일련의 가능한 상태와 어떤 이벤트가 그런 상태를 야기하는지, 그런 상태들로부터 어떤 이벤트가 발생하는지를 정의하는 추상 시스템입니다.)
- Designers use FSMs to describe how a device, computer program, or routing algorithm reacts to a set of input events. (설계자는 FSM을 사용하여 장치, 컴퓨터 프로그램 또는 라우팅 알고리즘이 일련의 입력 이벤트에 어떻게 반응하는지 설명합니다.)



# EIGRP Operation

## DUAL and Convergence

- IP EIGRP



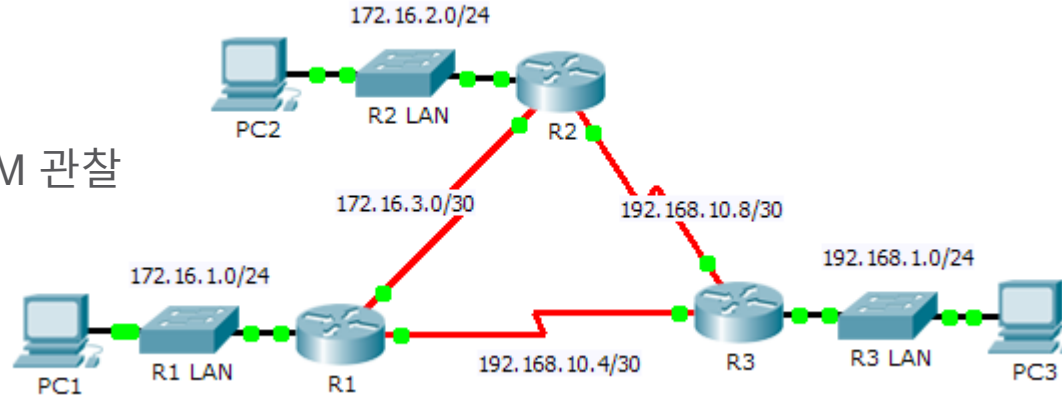
# DUAL and Convergence

- If the path to the successor fails and there are no FSs, DUAL puts the network into the active state and actively queries its neighbors for a new successor.  
(successor에 대한 경로가 실패하고 FS가없는 경우 DUAL은 네트워크를 활성 상태로 만들고 이웃에게 새로운 successor에 대해 적극적으로 쿼리합니다.)
- DUAL sends EIGRP queries asking other routers for a path to the network.  
(DUAL은 다른 라우터에 네트워크 경로를 묻는 EIGRP query를 보냅니다.)
- Other routers return EIGRP replies, letting the sender of the EIGRP query know that they have a path to the requested network. If there is no reply, the sender of the query does not have a route to this network.  
(다른 라우터는 EIGRP reply을 보내 EIGRP query의 sender에게 요청된 네트워크에 대한 경로가 있음을 알립니다. reply 없으면 query sender는 이 네트워크에 대한 경로를 가질 수 없습니다.)
- If the sender receives EIGRP replies with a path to the requested network, the preferred path is added as the new successor and also added to the routing table.  
(sender가 요청된 네트워크에 대한 경로로 EIGRP reply를 받는 경우 기본 경로가 새 successor로 추가되고 라우팅 테이블에도 추가됩니다.)

## Packet Tracer 2 – Investigating DUAL FSM

[실습 목표]

- EIGRP 구성 확인
- EIGRP DUAL FSM 관찰



Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
R1	G0/0	172.16.1.254	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.3.1	255.255.255.252	N/A
	S0/0/1	192.168.10.5	255.255.255.252	N/A
R2	G0/0	172.16.2.254	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.3.2	255.255.255.252	N/A
	S0/0/1	192.168.10.9	255.255.255.252	N/A
R3	G0/0	192.168.1.254	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	192.168.10.6	255.255.255.252	N/A
	S0/0/1	192.168.10.10	255.255.255.252	N/A
PC1	NIC	172.16.1.1	255.255.255.0	172.16.1.254
PC2	NIC	192.168.1.1	255.255.255.0	192.168.1.254
PC3	NIC	192.168.2.1	255.255.255.0	192.168.2.254



# Packet Tracer 2 – Investigating DUAL FSM

## 1. EIGRP 구성 확인

- 1 단계 : 각 라우터의 라우팅 테이블을 검사하고 토폴로지의 모든 네트워크에 대한 경로가 있는지 확인하십시오.
  - show ip route 명령을 사용하여 각 라우터에 직접 연결된 네트워크를 표시하십시오.
- 2 단계 : 각 라우터의 인접 테이블에 항목이 있는지 확인하십시오.
  - show ip eigrp neighbors 인접 테이블 내용을 확인하십시오.
  - 각 라우터에는 몇 개의 이웃이 있는지 확인하십시오.
- 3 단계 : 각 라우터의 토폴로지 테이블을 분석하십시오.
  - show ip eigrp topology 토폴로지 테이블 내용을 확인하십시오.
  - 토폴로지 테이블의 출력에 따라 각 라우터에는 몇 개의 후속 경로가 있는지 확인하십시오.

## 2. EIGRP DUAL FSM 관찰

- 1 단계 : 1에서 DUAL FSM 알림을 표시할 디버깅 기능을 켭니다.
  - debug eigrp fsm 명령을 사용하십시오.
- 2 단계 : 디버그 출력을 생성하도록 DUAL FSM 업데이트가 강제로 발생시킵니다.
  - 디버그 출력을 관찰할 수 있도록 R1 및 R3 창을 나란히 배치하십시오. 그런 다음 R3에서 serial 0/0/0 인터페이스를 비활성화하십시오.
    - R3(config)# interface s0/0/0
    - R3(config-if)# shutdown

# Packet Tracer 2 – Investigating DUAL FSM

- 3 단계 : R1의 라우팅 테이블을 표시합니다.
  - show ip route 명령을 사용하여 라우팅 테이블을 확인하십시오.
  - 192.168.10.4/30 네트워크가 더 이상 R1의 라우팅 테이블에 없는지 확인하십시오.
  - 라우팅 테이블에 다른 변경사항은 없는지 확인하십시오.
- 4 단계 : 토폴로지 테이블의 차이를 판별하십시오.
  - R1의 토폴로지 테이블을 검사하여 1. 에서 확인했던 출력과 비교하십시오.
  - 각 라우터에서 직접 연결된 특정 서브넷을 알리도록 EIGRP를 구성하십시오.
    - R1 (config-router) # network 172.16.1.0 0.0.0.255
    - R1 (config-router) # network 172.16.3.0 0.0.0.3
    - R1 (config-router) # network 192.168.10.4 0.0.0.3
- 5 단계 : 각 라우터의 인접 테이블에서 변경 사항을 확인하십시오.
  - 각 라우터의 인접 테이블을 검사하여 변경된 사항이 있는지 확인하십시오.
- 6 단계 : R1과 R2 간의 연결을 복원합니다.
  - R3에서 직렬 0/0/0 인터페이스를 활성화하고 R1의 디버그 출력을 관찰하십시오.
  - 토폴로지와 라우팅 테이블이 어떻게 변경되었는지 확인하십시오.

The background is a solid teal color. It features several abstract, light green lines that form various shapes, including loops and curves, scattered across the page. The text 'Thank You' is centered in a light blue, serif font. Below the text is a horizontal dashed line in a light yellow color.

**Thank You**