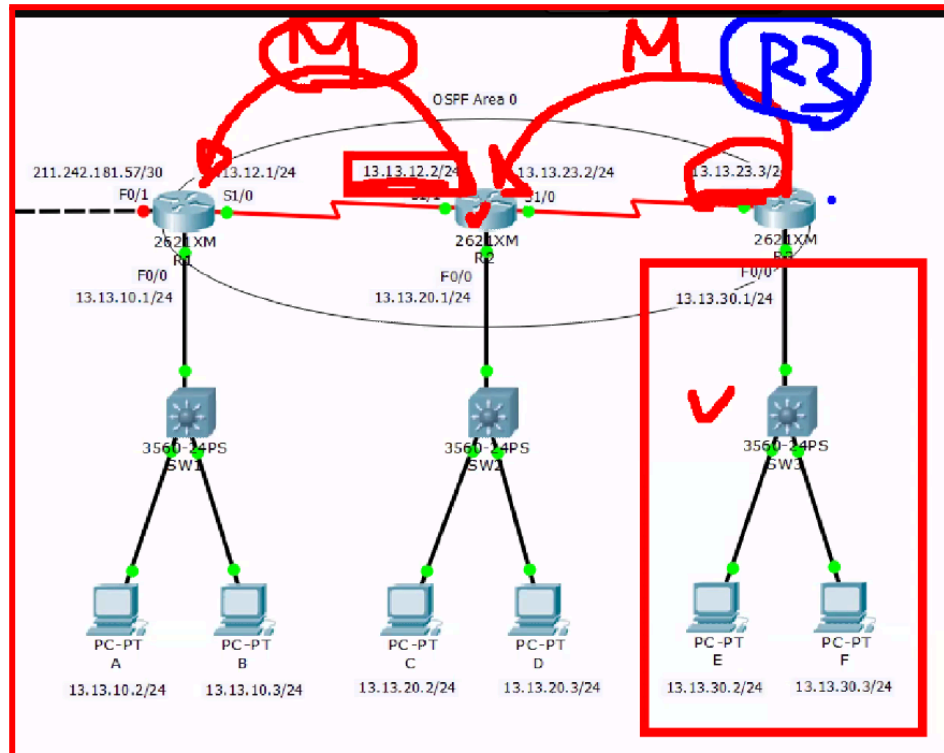


# 제6장 OSPF 라우팅 프로토콜

모든 장비에서 거의 다 OSPF를 쓴다. (미국 등)

## 1. OSPF(Open Shortest Path First)

### a. Link-State 알고리즘



- 30번 네트워크는 R3에 있다는걸 알려준다.
- 또한 몇번 라우터에 연결되어 있다는걸 알려준다.
- 메트릭, 넥스트홀 외에 이것 알려준다는거에 차이가 있다.

### b. Classless Routing Protocol

- subnet mask 확인 후 몇 비트 자리인지 알 수 있다.
- 별로 중요한 기능은 아니다.

13.13.10.0/24 <- A 클래스

13.13.10.0/24 <- 13.13.10.0/24

- 확실하게 알려준다.

### c. VLSM, CIDR

### d. IGP

- 속도는 빠르지만 많은 양의 업데이트가 불가능하다.

### e. SPF 알고리즘을 사용하는 개방된 라우팅 프로토콜

### f. SPF를 사용하는 개방형 알고리즘이다.

## 2. 라우터 아이디(Router-ID)

- OSPF 라우터를 구분하기 위한 식별자이다
- 아이디 형식은 IPv4 주소 형식을 사용하며 라우터 아이디가 중복되면 네이버를 성립하지 않는다

### 1) 물리적 인터페이스를 이용한 라우터 아이디 선출

물리적 인터페이스만 있을 경우, 인터페이스 중에 IP 주소가 가장 높은 IP 주소로 선출한다.

```
F0/0 : 13.13.10.1  
S1/0 : 13.13.12.1 // 라우터 아이디로 선출됨
```

### 2) Loopback 인터페이스를 이용한 라우터 아이디 선출

Loopback 인터페이스가 있을 경우, Loopback 인터페이스 중에 IP 주소가 가장 높은 IP 주소로 선출한다.

```
F0/0 : 13.13.10.1  
S1/0 : 13.13.12.1  
Lo1 : 11.11.11.11 // 라우터 아이디로 선출됨
```

- 단, 물리적 인터페이스 및 Loopback 인터페이스가 Down 상태인 인터페이스의 IP 주소로는 산출하지 않는다.

### 3) 'router-id' 명령어를 이용한 수동 선출

```
R1(config)#router ospf 1  
R1(config-router)#router-id 1.1.1.1 // 라우터 아이디로 선출됨
```

- 하지만 모든 범위가 되지는 않는다 (VALID 범위 내에서 가능)

**Ex) R1 에서 OSPF 를 설정한 경우, 라우터 아이디는 어떻게 되는가?**

```
R1#show ip int brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
FastEthernet0/1	13.13.23.3	YES	DHCP	up	up
Serial1/0	211.241.22.1	YES	maunal	down	down
Serial1/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial1/2	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial1/3	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Loopback0	13.13.3.3	YES	manual	administratively down	down

- FastEthernet0/1 13.13.23.3 YES DHCP up up

!									
router ospf 100									
router-id 10.6.15.201									
log-adjacency-changes									
area 10 nssa									
passive-interface f9/1									
network 10.6.15.248 0.0.0.3 area 10									
network 10.6.15.201 0.0.0.0 area 10									
network 10.7.10.208 0.0.0.3 area 10									
network 10.7.10.212 0.0.0.3 area 10									
network 10.22.255.0 0.0.0.63 area 10									

4. managemet link 설정  
- BEQ-01 IGP연동

- 대부분 이렇게 직접 router-id를 설정한다.

### 3. OSPF 설정

#### 1) OSPF 라우팅 프로토콜 설정 방법

Router(config)#router ospf [1~65535 Process-ID]
Router(config-router)#router-id [IPv4 주소 형식]
Router(config-router)#network [로컬 네트워크] [와일드카드 마스크] area [0-4294967295 area 주소]
Router(config-router)#end

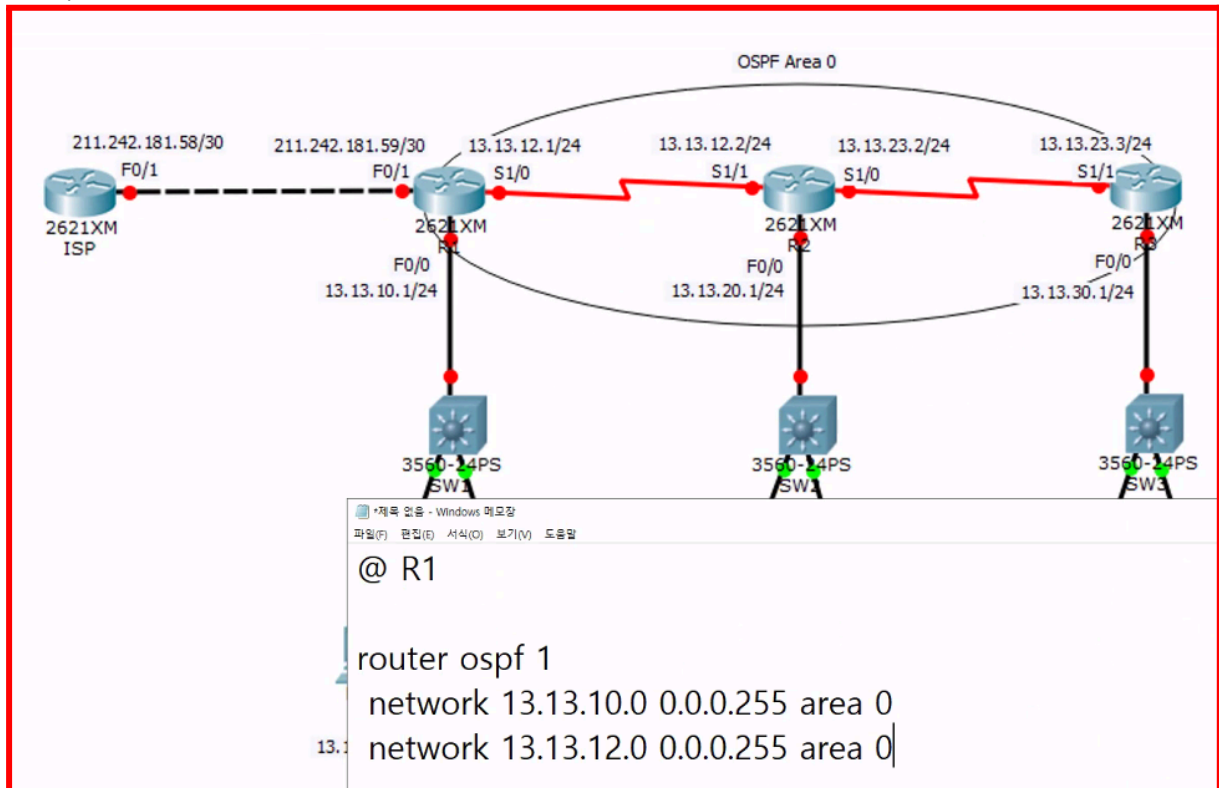
- process id는 ospf를 여러개를 설정할 수 있게 도와준다. 또한 업데이트를 지역별로 할수 있게 도와준다.
- OSPF 프로세스 아이디를 지원하기 때문에 라우터에 여러 개의 OSPF 라우팅 프로토콜을 설정할 수 있다
- area 주소 - ospf에서 사용하는 주소

#### 와일드카드 마스크 vs 서브넷 마스크:

서브넷 마스크	와일드카드 마스크
255.255.255.255	0.0.0.0
255.255.255.0	0.0.0.255
255.255.0.0	0.0.255.255
255.0.0.0	0.255.255.255
0.0.0.0	255.255.255.255
255.255.255.252	0.0.0.3
255.255.255.224	0.0.0.31
255.255.248.0	0.0.7.255

- 0과 1을 반대로 쓰면된다.

## 2) R1, R2, R3 OSPF 라우팅 프로토콜 설정



- 정확하게 OSPF에 해당되는 IP, area를 넣어야 한다.
- 필요할때 지역분배가 가능하다.

### ex) R1

R1, R2, R3 에서 각각의 라우터 아이디를 '1.1.1.1', '2.2.2.2', '3.3.3.3'으로 하여 OSPF Area 0 환경을 구성한다.

```
R1#conf t
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#router-id 1.1.1.1
R1(config-router)#network 13.13.10.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)#network 13.13.12.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)#end
R1#
```

R1#show run

```
~ 중간 생략 ~
!
router ospf 1
router-id 1.1.1.1
log-adjacency-changes
network 13.13.10.0 0.0.0.255 area 0
network 13.13.12.0 0.0.0.255 area 0
```

## ex) R2

```
R2#conf t
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#router-id 2.2.2.2
R2(config-router)#network 13.13.12.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 13.13.20.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 13.13.23.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#end
R2#
```

R2#show run

~ 중간 생략 ~

!

```
router ospf 1
  router-id 2.2.2.2
  log-adjacency-changes
  network 13.13.12.0 0.0.0.255 area 0
  network 13.13.20.0 0.0.0.255 area 0
  network 13.13.23.0 0.0.0.255 area 0
```

- R3 등 다른 라우터도 이런식으로 설정이 가능하다.

## 네이버 테이블 확인

3) R1, R2, R3 OSPF 네이버 테이블 확인

R1#show ip ospf neighbor

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
2.2.2.2	0	FULL/ -	00:00:30	13.13.12.2	Serial1/0

R2#show ip ospf neighbor

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
3.3.3.3	0	FULL/ -	00:00:33	13.13.23.3	Serial1/0
1.1.1.1	0	FULL/ -	00:00:31	13.13.12.1	Serial1/1

R3#show ip ospf neighbor

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
2.2.2.2	0	FULL/ -	00:00:39	13.13.23.2	Serial1/1

Options: (No TOS-capability, DC)  
LS Type: Router Links  
Link State ID: 3.3.3.3  
Advertising Router: 3.3.3.3  
LS Seq Number: 80000004  
Checksum: 0x8b69  
Length: 60  
Number of Links: 3

Link connected to: a Stub Network  
(Link ID) Network/subnet number: 13.13.30.0  
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0  
Number of TOS metrics: 0  
TOS 0 Metrics: 1

Link connected to: another Router (point-to-point)  
(Link ID) Neighboring Router ID: 2.2.2.2  
(Link Data) Router Interface address: 13.13.23.3  
Number of TOS metrics: 0  
TOS 0 Metrics: 64

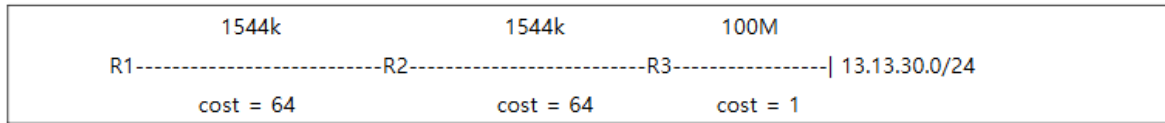
Link connected to: a Stub Network  
(Link ID) Network/subnet number: 13.13.23.0  
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0  
Number of TOS metrics: 0  
TOS 0 Metrics: 64

1#

#### 4. OSPF 메트릭

- OSPF 메트릭 단위는 'Cost'이며 'bandwidth' 기반으로 계산한다. 계산식은 다음과 같으며 로컬 라우터에서 목적지까지 Cost 값을 더한 값을 메트릭으로 사용한다
- $Cost = 10^8 / Bandwidth$

Ex) R1 에서 '13.13.30.0/24'까지 OSPF 메트릭(Cost)은 얼마인가?



#### 5. OSPF 신뢰도

- OSPF 경로의 신뢰도는 '110'으로 설정되어 있다.

R1#show ip route ospf

```
13.0.0.0/24 is subnetted, 5 subnets
O      13.13.20.0 [110/65] via 13.13.12.2, 00:38:04, Serial1/0
O      13.13.23.0 [110/128] via 13.13.12.2, 00:38:04, Serial1/0
O      13.13.30.0 [110/129] via 13.13.12.2, 00:37:51, Serial1/0
```

##### [참고] 경로 신뢰도

Connected	0
Static	1
EIGRP	90
OSPF	110
RIP	120
EIGRP External	170

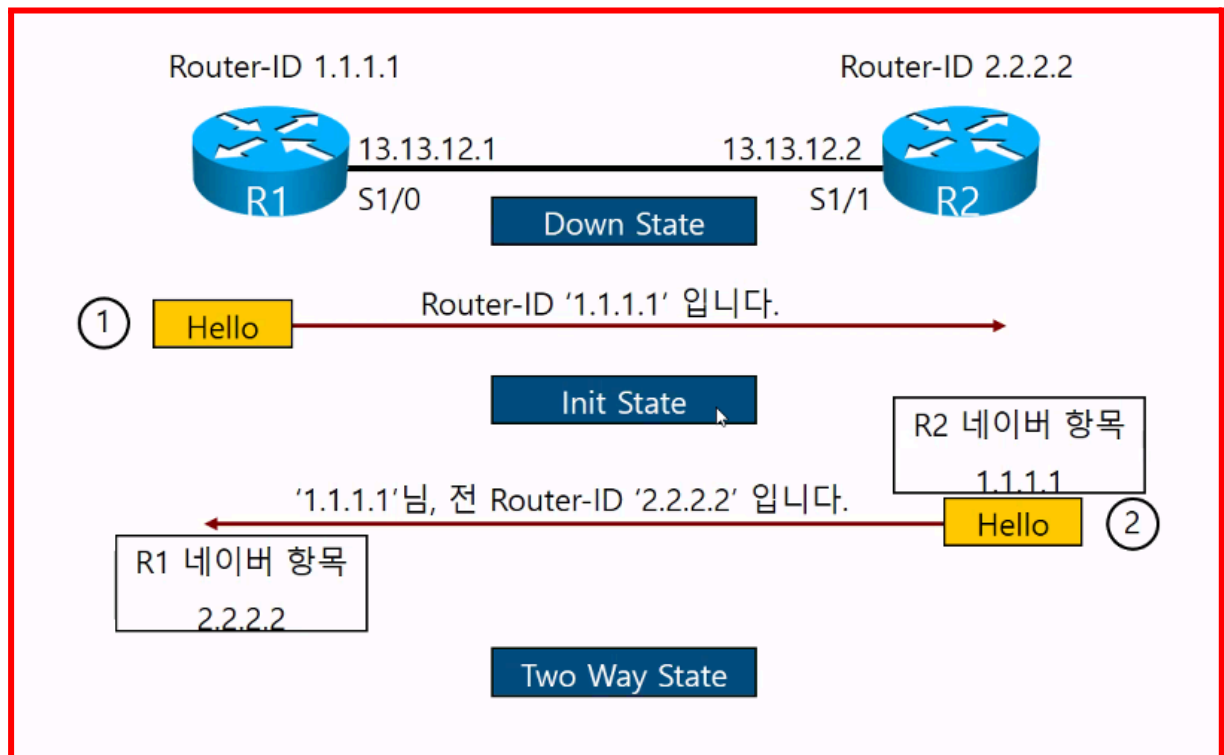
Ex1) 현재 구성된 환경에서 EIGRP 100 라우팅 업데이트 환경을 구성하면 라우팅 테이블에는 어떤 경로가 등록되는가?

- EIGRP 로 등록된다 (신뢰도가 더 높다)

Ex2) 현재 구성된 환경에서 RIPv2 라우팅 업데이트 환경을 구성하면 라우팅 테이블에는 어떤 경로가 등록되는가?

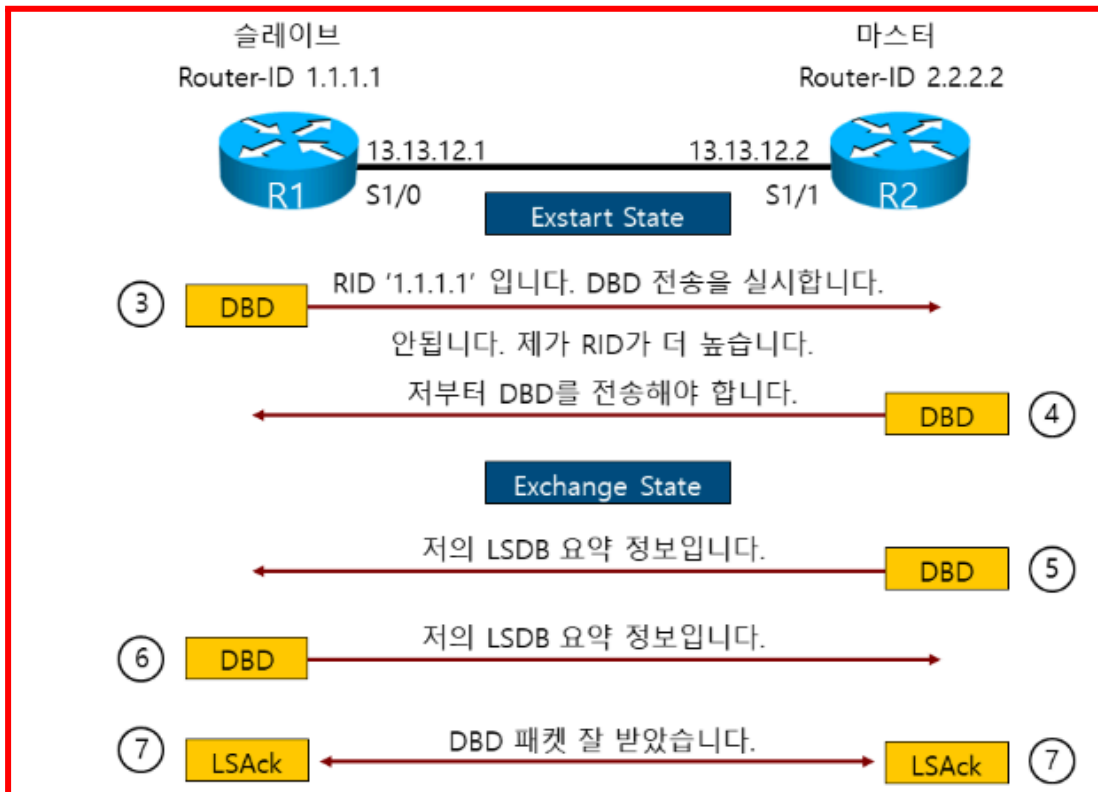
- OSPF 로 된다 (신뢰도가 높다)

## 6. OSPF 동작 과정



- 혼자만 보내면 Init State (자기옆에 누가있는지 모른다)
- 쌍방향으로 보내면 Two Way State (자기옆에 누가있는지 안다)

다음단계:



- 라우터 아이디가 더 크면 마스터가 된다.





- 만약에 슬레이브가 3번 라우터에 대한 정보가 없으면 요청을 한다. (loading state)
- 받으면 Full State
- LSR link state reloading
- LSU link state update

## 7. OSPF 패킷 유형

R1#

R1#

01:18:06: OSPF: DR/BDR election on FastEthernet0/0

01:18:06: OSPF: Elect BDR 0.0.0.0

01:18:06: OSPF: Elect DR 1.1.1.1

01:18:06: DR: 1.1.1.1 (Id) BDR: none

01:18:06: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 2.2.2.2 on Serial1/0 from FULL to DOWN, Neighbor Down:  
Adjacency forced to reset

01:18:06: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 2.2.2.2 on Serial1/0 from FULL to DOWN, Neighbor Down:  
Interface down or detached

01:18:06: OSPF: Build router LSA for area 0, router ID 1.1.1.1, seq 0x80000005

01:18:11: OSPF: Send DBD to 2.2.2.2 on Serial1/0 seq 0x5287 opt 0x00 flag 0x7 len 32

01:18:11: OSPF: Rcv DBD from 2.2.2.2 on Serial1/0 seq 0x3b97 opt 0x00 flag 0x7 len 32 mtu 1500 state  
EXSTART

01:18:11: OSPF: NBR Negotiation Done. We are the SLAVE

01:18:11: OSPF: Send DBD to 2.2.2.2 on Serial1/0 seq 0x3b97 opt 0x00 flag 0x2 len 32

01:18:11: OSPF: Rcv DBD from 2.2.2.2 on Serial1/0 seq 0x3b98 opt 0x00 flag 0x3 len 92 mtu 1500 state  
EXCHANGE

01:18:11: OSPF: Send DBD to 2.2.2.2 on Serial1/0 seq 0x3b98 opt 0x00 flag 0x0 len 32

01:18:11: OSPF: Rcv DBD from 2.2.2.2 on Serial1/0 seq 0x3b99 opt 0x00 flag 0x1 len 32 mtu 1500 state

EXCHANGE

01:18:11: OSPF: Send DBD to 2.2.2.2 on Serial1/0 seq 0x3b99 opt 0x00 flag 0x0 len 32

01:18:11: Exchange Done with 2.2.2.2 on Serial1/0

01:18:11: OSPF: Database request to 2.2.2.2

01:18:11: OSPF: sent LS REQ packet to 2.2.2.2, length 36

01:18:11: OSPF: Send DBD to 2.2.2.2 on Serial1/0 seq 0x3b99 opt 0x00 flag 0x0 len 32

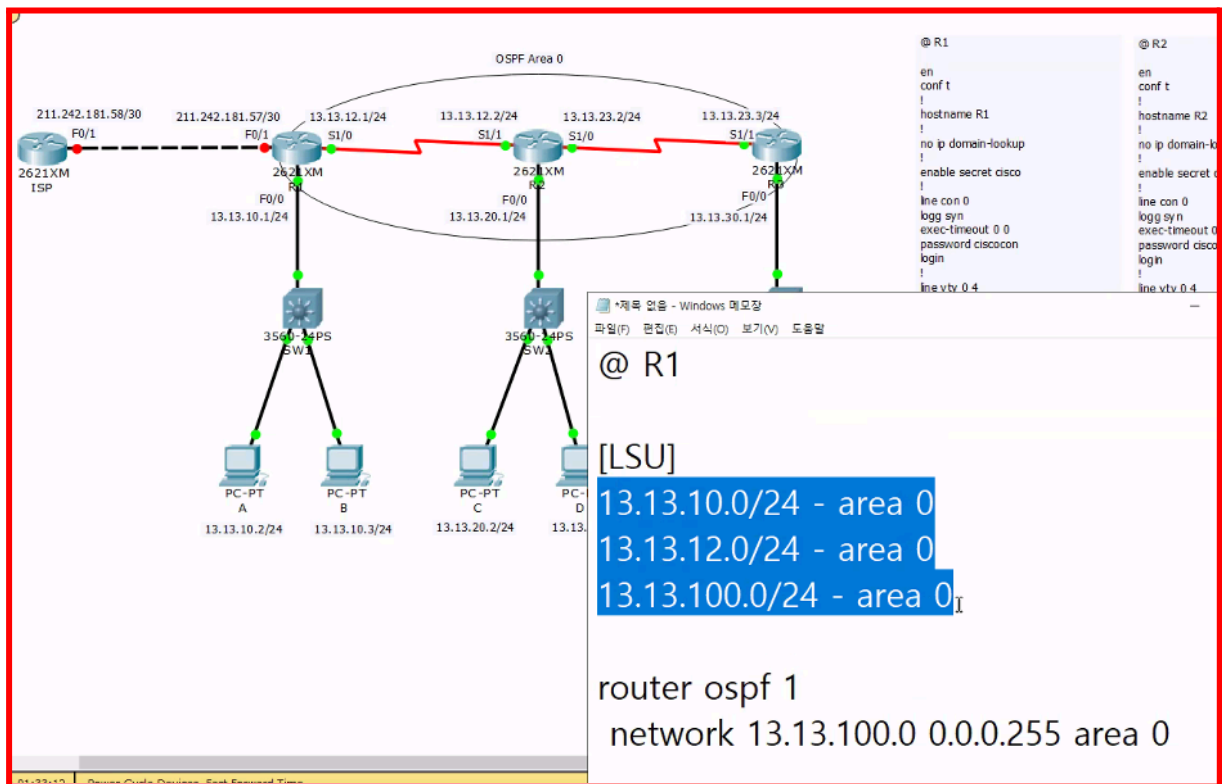
01:18:11: OSPF: Build router LSA for area 0, router ID 1.1.1.1, seq 0x80000005

01:18:11: Synchronized with 2.2.2.2 on Serial1/0, state FULL

01:18:11: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 2.2.2.2 on Serial1/0 from LOADING to FULL, Loading Done

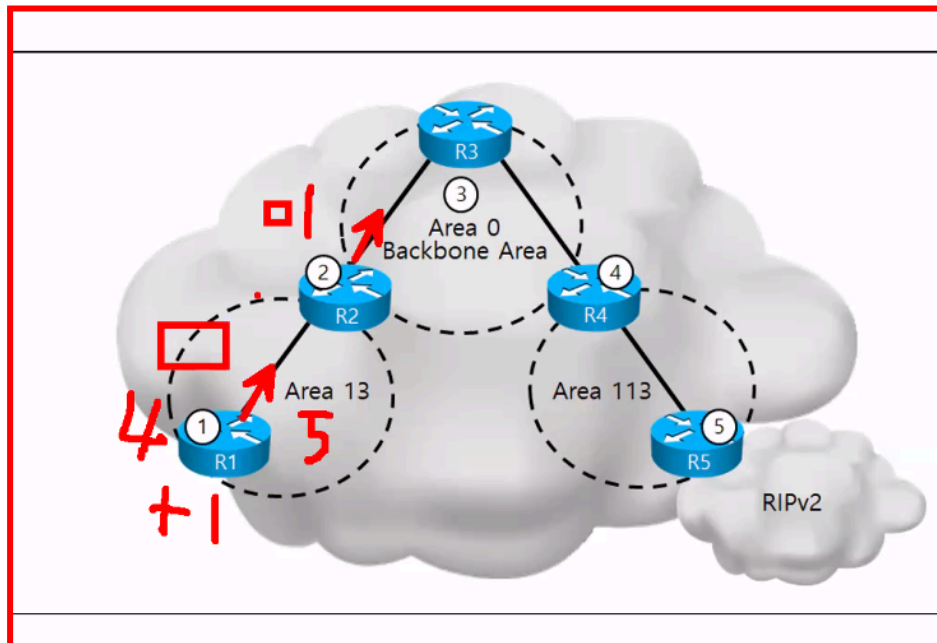
01:18:11: OSPF: Build router LSA for area 0, router ID 1.1.1.1, seq 0x80000006

## 8. OSPF Area 설계



- OSPF에서는 같은 area 안에서 업데이트 진행시(라우터 추가 등) 모든 추가된 ospf 를 업데이트 시킨다.
- 추가된것만 넘기는게 아니라 전체를 다 넘긴다.

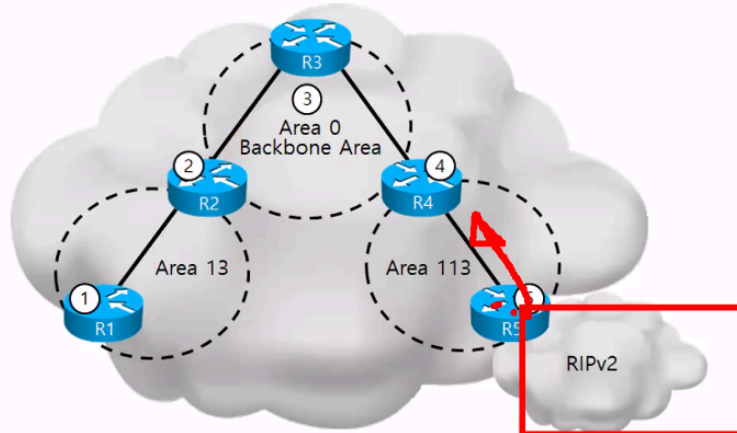
다중 Area 설계:



- 모든 정보가 불필요하게 업데이트 되는것을 막기 위해 모든 Area 는 Backbone Area 를 담당하는 Area 0 을 경유하도록 설계해야 한다.
- 이 경유하는 위치의 라우터를 ABR 이라고 한다.

## ASBR

다중 Area 요소	내용
Backbone Area	모든 Area 가 경유하는 Area 이며, Area 0 이 담당한다.
ABR	Area 0 과 다른 Area 경계 사이에 위치한 라우터이다.
ASBR	외부 네트워크 정보를 OSPF 환경으로 라우팅 업데이트하는 라우터이다.



- LSU 패킷 사이즈를 줄이기 위해서 이런 설계를 한다.

## 9. OSPF 테이블 유형

### 1) 네이버 테이블

네이버 관계를 성립한 인접 라우터와의 상태 정보를 관리한다. 네이버 관계가 해지되면 네이버 테이블에 등록된 인접 라우터의 정보는 삭제된다.

R1#show ip ospf neighbor

①	②	③	④	⑤	⑥
Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
2.2.2.2	0	FULL/ -	00:00:30	13.13.12.2	Serial1/0

- ① 네이버 관계를 성립한 인접 라우터 R2의 라우터 아이디이다.
- ② 네이버 라우터 R2의 OSPF 우선 순위 값이다.
- ③ 네이버 라우터 R2와의 상태 정보와 DR/BDR 선출 내용을 의미한다. 현재 DR/BDR 선출이 없는 상태이다.
- ④ Hello 패킷을 수신하지 못하면 네이버를 해지하는 Dead 타이머이다.
- ⑤ 네이버 라우터 R2의 IP 주소이다.
- ⑥ 네이버 라우터 R2와 연결된 인터페이스이다.

### 2) 데이터베이스 테이블(Link-State Database)

OSPF 링크-상태 정보를 관리하며 SPF 알고리즘을 이용하여 최적 경로를 선출한다

R1#show ip ospf database

OSPF Router with ID (1.1.1.1) (Process ID 1)					
Router Link States (Area 0)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
1.1.1.1	1.1.1.1	29	0x80000006	0x00b678	3
2.2.2.2	2.2.2.2	22	0x80000008	0x0060ae	5
3.3.3.3	3.3.3.3	21	0x80000006	0x00876b	3

R1 Area 0 링크(3 개)	R2 Area 0 링크(5 개)	R3 Area 0 링크(3 개)
13.13.10.0/24	13.13.12.0/24	13.13.23.0/24
13.13.12.0/24	13.13.20.0/24	13.13.30.0/24
R2 와 연결된 S1/0 주소 13.13.12.1	R3 와 연결된 S1/0 주소 13.13.23.2	R2 와 연결된 S1/1 주소 13.13.23.3
	R1 과 연결된 S1/1 주소 13.13.12.2	

## 10. OSPF 경로 유형

OSPF 는 Area 지역 내부 또는 외부에 따라서 광고하는 LSA 광고 유형이 다르며, 데이터베이스에서 각각 별도로 관리하기 때문에 경로 유형이 다양하다.

이름	코드	내용
Intra-Area 경로	O	같은 Area 네트워크
Inter-Area 경로	O IA	다른 Area 네트워크
External 경로	O E1, O E2	외부 네트워크

R3 에서 다음과 같은 설정을 실시하면 Area 13 네트워크 정보를 Area 0 으로 광고하므로 ABR 라우터를 수행하며 RIPv2 외부 네트워크 정보를 광고하므로 ASBR 라우터를 수행한다.

정보확인을 위한 코드

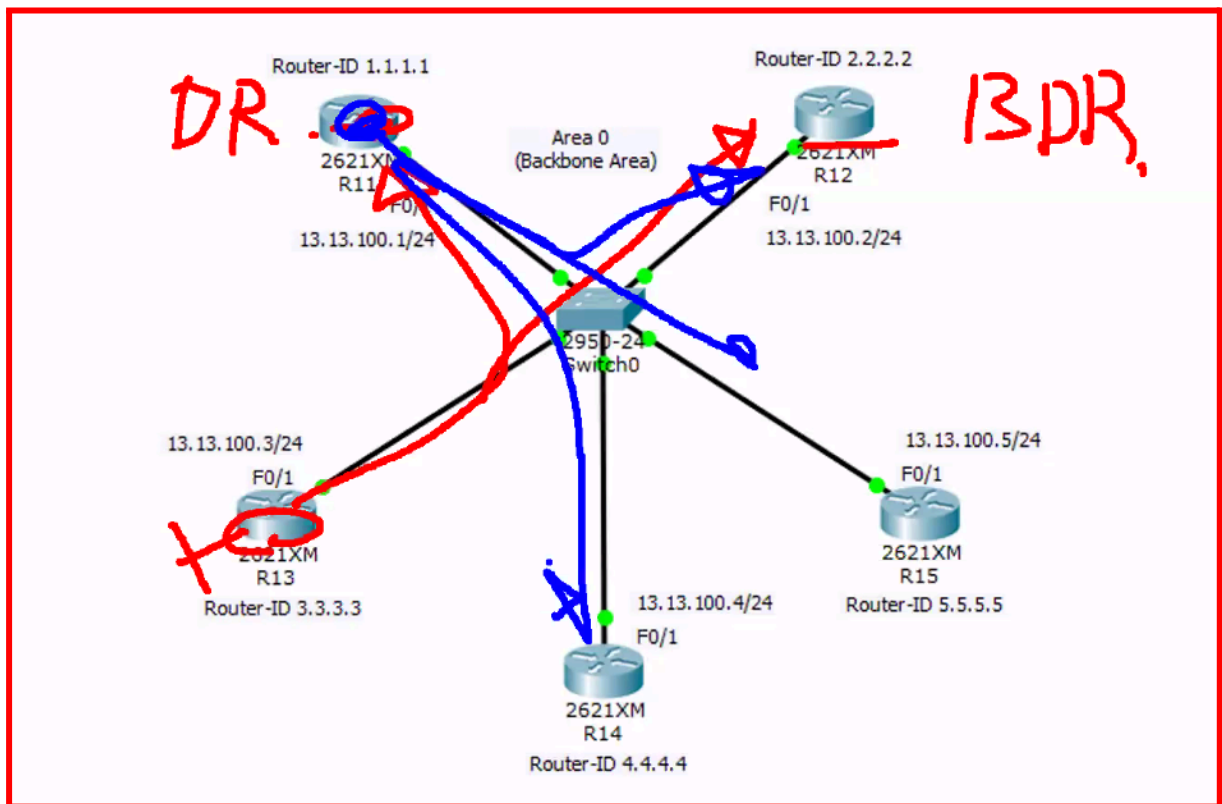
```

Gateway of last resort is not set

R3#show ip ospf database
OSPF Router with ID 13.13.12.1:
H
  13.0.0.0/24 is subnetted, 5 subnets
  O       13.13.10.0 [110/65] via 13.13.12.1, 01:27:06, Serial1/1
  C       13.13.12.0 is directly connected, Serial1/1
  C       13.13.20.0 is directly connected, FastEthernet0/0
  C       13.13.23.0 is directly connected, Serial1/0
  O       13.13.30.0 [110/65] via 13.13.23.3, 01:28:13, Serial1/0
  100.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
  O E2    100.100.1.0 [110/20] via 13.13.23.3, 00:19:30, Serial1/0
  O E2    100.100.2.0 [110/20] via 13.13.23.3, 00:19:30, Serial1/0
  O E2    100.100.3.0 [110/20] via 13.13.23.3, 00:19:30, Serial1/0
  200.200.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
  O IA    200.200.1.1 [110/65] via 13.13.23.3, 00:19:20, Serial1/0
  200.200.2.0/32 is subnetted, 1 subnets
  O IA    200.200.2.1 [110/65] via 13.13.23.3, 00:19:20, Serial1/0
  200.200.3.0/32 is subnetted, 1 subnets
  O IA    200.200.3.1 [110/65] via 13.13.23.3, 00:19:20, Serial1/0
R3#
  
```

- O는 같은 네트워크
- O IA 는 다른 AREA 네트워크
- O E2는 외부 네트워크

## 11. DR/BDR 선출



- 반장/부반장 이라고 생각하면 쉽다.
- 하나의 네트워크에 여러개의 라우터를 넣는 설계의 경우 선출
- DR 하나만 설정하면 DR 라우터가 나머지 라우터한테 다 광고해준다.

DR 선출 과정은 다음과 같다.

- ① OSPF 우선 순위 값이 큰 라우터를 DR 로 선출하고 두번째 라우터를 BDR 로 선출한다.
- ② 우선 순위 값이 동일하면 라우터 아이디 값이 큰 라우터를 DR 로 선출하고 두번째 라우터를 BDR 로 선출한다.
- ③ DR 과 BDR 아닌 라우터들은 'DROTHER'라고 한다.

DR 과 BDR 은 다음과 같이 OSPF 우선 순위 값을 조정하여 수동으로 선출하는 것을 권장한다.

- 우선순위값이 같으면 라우터 아이디가 가장 큰 라우터를 DR로 설정한다.
- 우선순위값을 변경해서 원하는 위치의 장비를 DR, BDR로 변경가능하다.

**DR에 장애가 생겨서 BDR이 DR이 된다**

>> 장애복구 >>

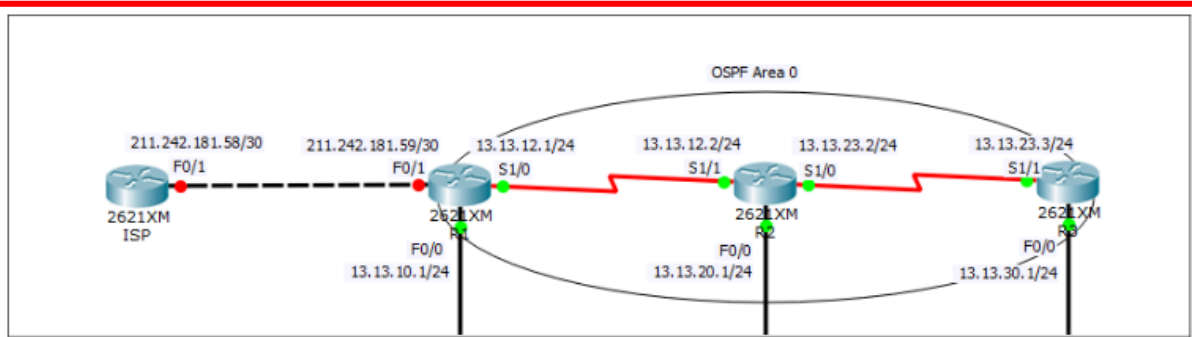
아직 BDR >> DR된 라우터가 DR이 된다.

다시 DR에 장애가 생긴다

>> 장애복구 >>

BDR이 DR이 된다.

## 12. OSPF 기본 경로 라우팅 업데이트



```
R1#conf t
R1(config)#int fa0/1
R1(config-if)#ip address 211.242.181.57 255.255.255.252
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
R1(config-if)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 211.242.181.58
R1(config)#
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#default-information originate // 기본 경로를 OSPF 로 라우팅 업데이트하는 명령어
R1(config-router)#end
```

## 13. OSPF 삭제

```
R1,R2,R3#conf t
R1,R2,R3(config)#no router ospf 1
R1,R2,R3(config)#end
R1,R2,R3#
```