

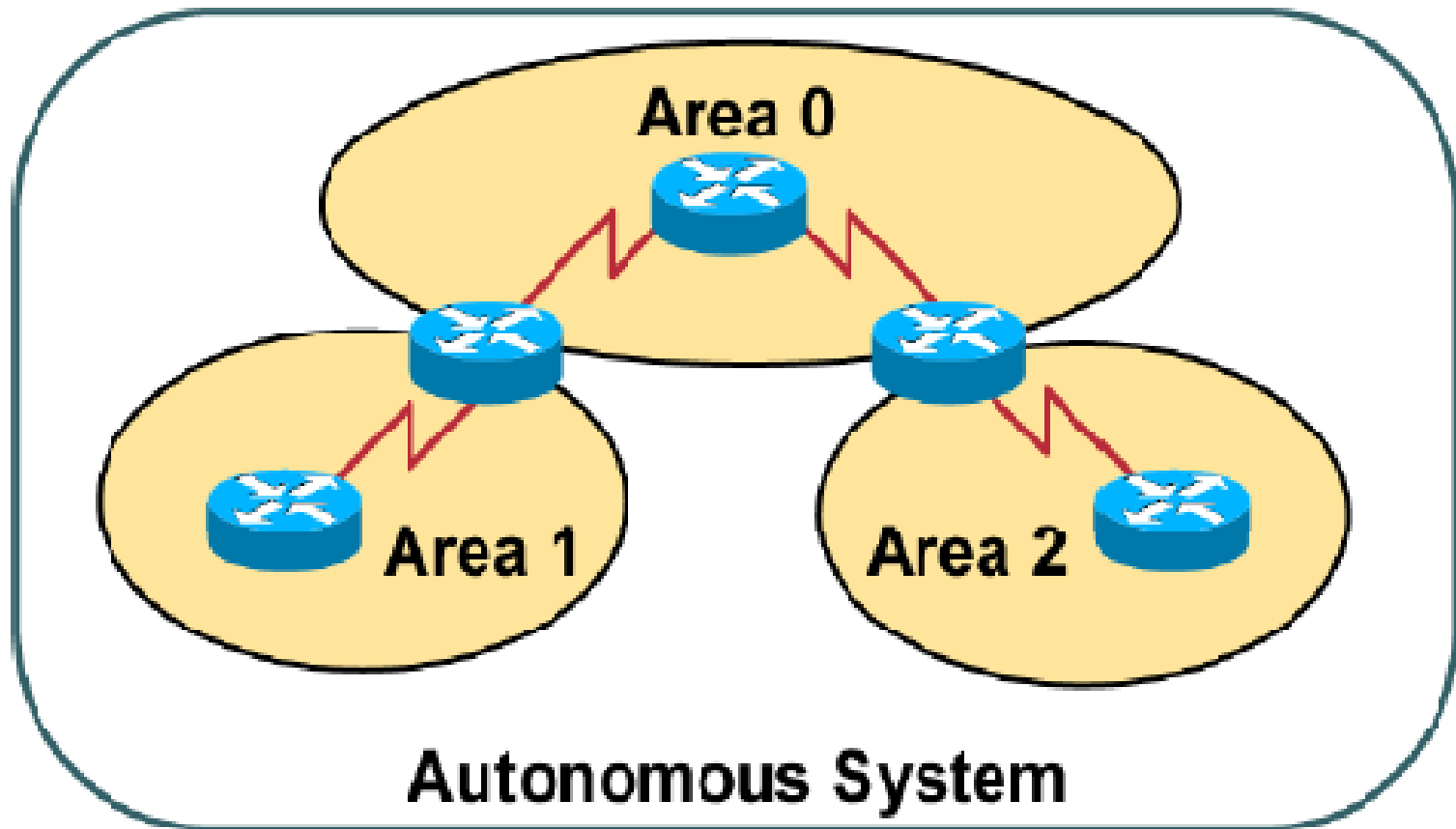
Routing Protocol (OSPF)

OSPF

- **Link-state** 라우팅 프로토콜
- **Classless** 라우팅 프로토콜 (VLSM, CIDR 지원)
- Metric은 **cost** 사용 ($10^8/\text{Bandwidth}(\text{bps})$)
- **Multicast**를 사용해서 정보를 전달한다.
 - ➔ 224.0.0.5 (DR이 DROTHER에게 전송할 때 사용)
 - 224.0.0.6 (DROTHER가 DR에게 전송할 때 사용)
- AD값은 110
- **SPF (Shortest path First)** 또는 **Dijkstra**라 알고리즘을 이용해서 각 목적지까지의 최적 경로를 계산

Routing Protocol (OSPF)

- OSPF Area



Routing Protocol (OSPF)

OSPF

<장점>

- **OSPF**는 **area** 단위로 구성 ➔ 대규모 네트워크를 안정되게 운영할 수 있다.
 - ➔ 특정 **area**에서 발생하는 상세한 라우팅 정보가 다른 **area**로 전송되지 않아 큰 규모에서도 안정되게 운영할 수 있다.
- **Stub**이라는 강력한 축약 기능이 있다.
 - ➔ 기존 **Routing protocol**과는 **IP** 주소가 연속되지 않아도 **Routing table**의 크기를 획기적으로 줄일 수 있다.
- **표준 Routing protocol**이다.
- **Convergence time**이 전반적으로 빠른편이다.

Routing Protocol (OSPF)

OSPF

<단점>

- 설정이 이전 **Routing protocol**보다 조금 더 복잡하다.
 - ➔ 네트워크 종류에 따라 동작하는 방식과 설정이 다르다.

* 네트워크의 종류

1) Broadcast Multi Access

2) Point-to-Point

3) Non Broadcast Multi Access

- 라우팅 정보 계산 및 유지를 위해 **CPU, DRAM** 같은 자원을 많이 사용한다.

Routing Protocol (OSPF)

Routing Protocol Comparison Chart

Characteristic	RIPv1	IGRP	EIGRP [*]	IS-IS	OSPF
Distance vector	X	X	X		
Link-state				X	X
Automatic route summarization	X	X	X		
Manual route summarization			X	X	X
VLSM support			X	X	X
Proprietary		X	X		
Convergence time	Slow	Slow	Very Fast	Fast	Fast

^{*} EIGRP is an advanced distance vector protocol with some link features.

Routing Protocol (OSPF)

OSPF Packet

- 1) Hello packet
- 2) DBD packet
- 3) LSR packet
- 4) LSU packet
- 5) LSAck packet

Routing Protocol (OSPF)

OSPF 동작 방식

- 1) OSPF를 설정한 Router끼리 **Hello packet**을 교환해서 **Neighbor** 혹은 **adjacent** 네이버를 맺는다.
 - * **adjacent** 네이버 → 라우팅 정보(LSA)를 교환하는 네이버
 - * **LSA**(Link State Advertisement) → OSPF에서의 라우팅 정보
- 2) adjacent 네이버인 Router간 라우팅 정보(LSA)를 서로 교환.
전송 받은 LSA를 **Link-state DataBase**에 저장.
- 3) LSA를 모두 교환하고 **SPF(Shortest Path First)** 또는 **Dijkstra** 알고리즘을 이용해서 각 목적지까지의 최적 경로를 계산 후 **Routing table**에 올린다.
- 4) 그 후에도 주기적으로 **Hello packet**을 교환하면서 정상 동작을 확인
- 5) 네트워크의 상태가 변하면 다시 위의 과정을 반복해서 **Routing table**을 생성

Routing Protocol (OSPF)

adjacent 네이버

- OSPF에서 라우팅 정보(LSA)를 서로 교환하는 Neighbor를 **adjacent 네이버**라고 한다.
 - 1) DR과 다른 Router
 - 2) BDR과 다른 Router
 - 3) Point - to - point 네트워크로 연결된 두 Router
 - 4) Point - to - Multipoint로 연결된 두 Router
 - 5) Virtual-link로 연결된 두 Router

Routing Protocol (OSPF)

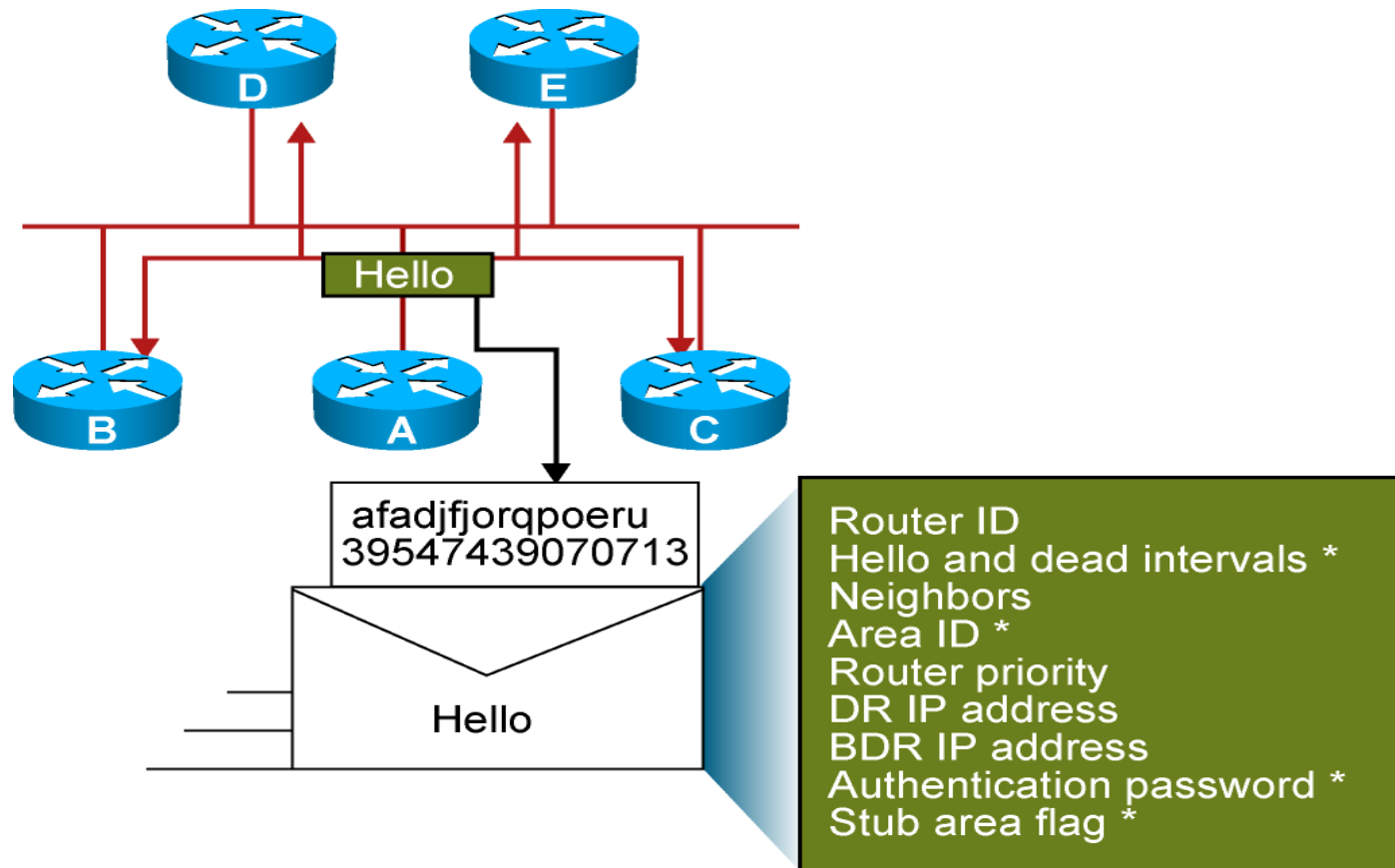
OSPF Packet

OSPF Packet Type	Description
Type 1 – Hello Packet	인접한 Router간 Neighbor 관계를 형성하고 Neighbor 관계를 유지하는데 사용
Type 2 – DBD Packet (Database Description Packet)	OSPF의 네트워크 정보인 LSA들의 요약된 정보를 알려줄 때 사용
Type 3 – LSR Packet (Link-State Request)	Neighbor에게서 수신한 DBD에 자신이 모르는 네트워크가 있을 때 상세 정보를 요청할 때 사용
Type 4 – LSU Packet (Link-State Update)	LSR을 받거나 자신이 알고 있는 네트워크 상태가 변했을 때 해당 네트워크 정보를 전송할 때 사용
Type 5 – LSAck Packet (Link-State Acknowledgement)	OSPF packet을 정상적으로 수신했음을 알려줄 때 사용 (DBD, LSR, LSU일 경우에만 응답)

Routing Protocol (OSPF)

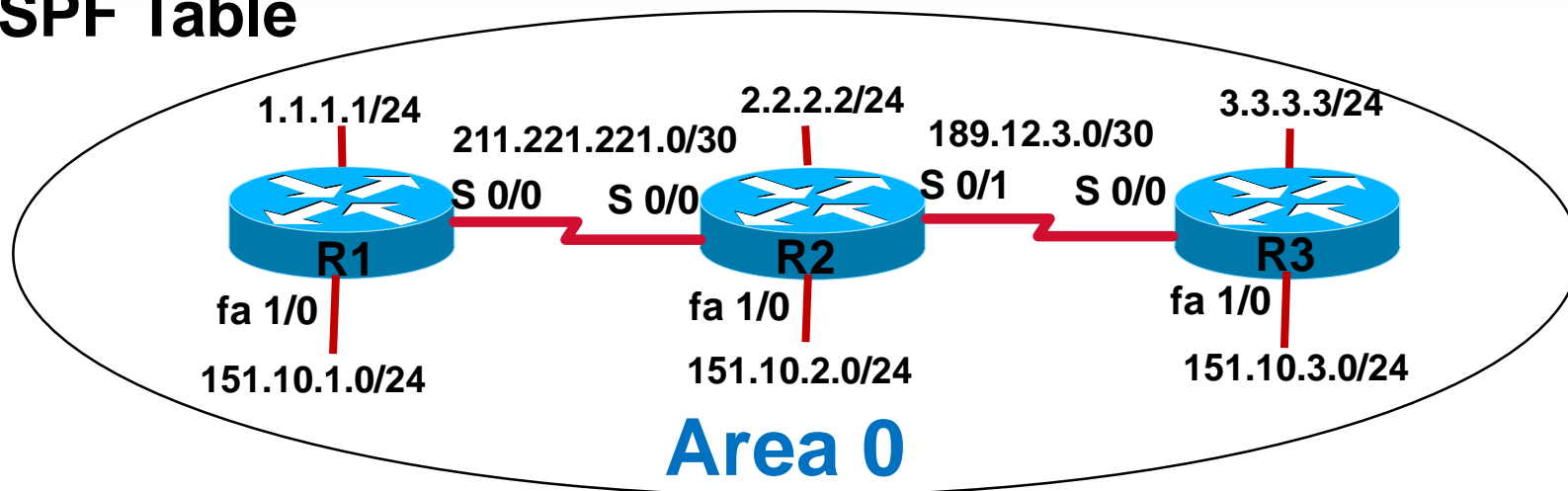
OSPF Packet

1) Hello packet



Routing Protocol (OSPF)

OSPF Table



1) OSPF Neighbor Table

➔ OSPF가 설정된 Router간에 인접관계를 성립한 **Neighbor** 정보 저장
주기적으로 **Hello packet**을 교환하여 **Neighbor** 관계 유지 여부 확인
EIGRP의 **Neighbor Table**과 비슷하다.

2) OSPF DataBase Table

➔ 라우팅 업데이트 정보를 관리하는 **Table**

Routing Protocol (OSPF)

OSPF Table

1) OSPF Neighbor Table

```
R2#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
1.1.1.1	0	FULL/ -	00:00:33	211.221.221.1	Serial0/0
3.3.3.3	0	FULL/ -	00:00:39	189.12.3.2	Serial0/1

2) OSPF DataBase Table

```
R2#show ip ospf database
```

OSPF Router with ID (2.2.2.2) (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	1016	0x80000004	0x00BCEE	4
2.2.2.2	2.2.2.2	874	0x80000005	0x00DE7C	6
3.3.3.3	3.3.3.3	876	0x80000003	0x00BA5C	4

Routing Protocol (OSPF)

OSPF 네이버 상태

- **Down** 상태에서 시작해서 **Neighbor**와 **routing** 정보 교환을 끝내고 **Full** 상태로 완료

1) **Down** 상태 → OSPF가 설정되고 **Hello packet**을 전송했지만 아직 상대방의 **Hello packet**을 받지 못한 상태

2) **Init** 상태 → 근접 Router에게 **Hello packet**을 받았지만 상대 Router가 아직 내가 보낸 **Hello packet**을 받지 못한 상태

* 즉, 상대방이 전송한 **Hello packet**안의 네이버 리스트에 내 **Router-ID**가 없는 경우

3) **Two-way** 상태 → **Neighbor**와 쌍방향 통신이 이루어진 상태

→ **Multi Access** 네트워크일 경우 이 단계에서 **DR/BDR** 선출

* 즉, 서로 전송한 **Hello packet**안의 네이버 리스트에 서로의 **Router-ID**가 있는 경우

Routing Protocol (OSPF)

OSPF 네이버 상태

- 4) **Exstart** 상태 → **adjacent neighbor**가 되는 첫번째 단계. Master와 Slave Router를 선출. (Router-ID가 높은 Router가 master)
- 5) **Exchange** 상태 → 각 Router가 자신의 Link-state Database에 저장된 LSA의 Header만을 **DBD Packet**에 담아 상대방에게 전송
 - * **DBD packet**을 수신한 라우터는 자신의 **database** 내용과 비교한 후 자신에게 없거나 자신의 것보다 더 최신 정보일 경우 상대방에게 상세 정보(즉, **LSA**)를 요청하기 위해 **Link State Request list**에 기록한다.

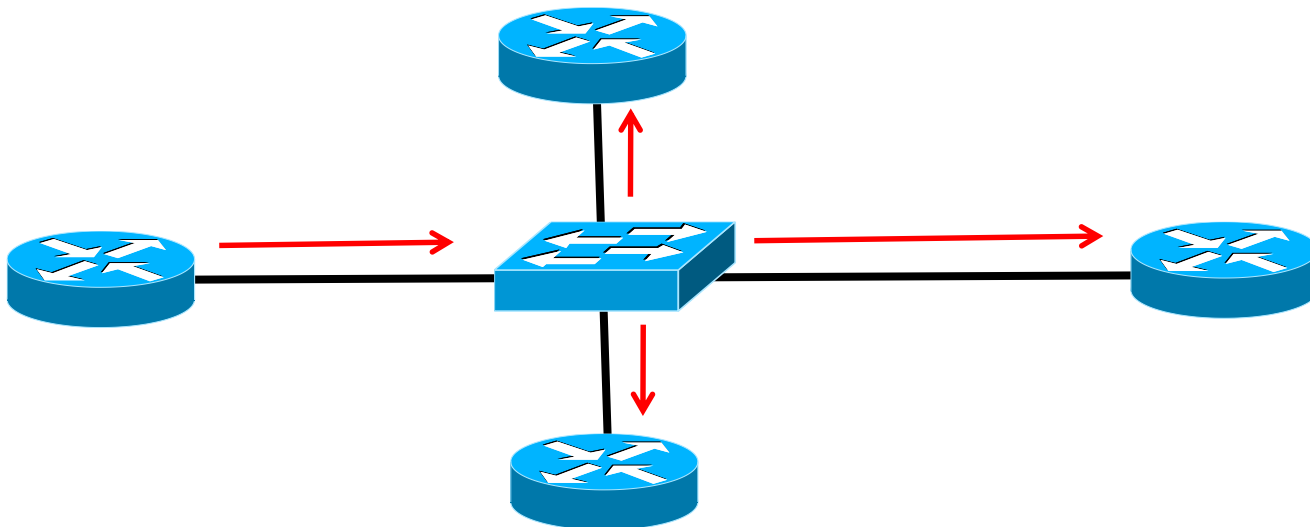
DBD packet의 정보에 자신이 모르는 정보가 없다면 바로 **Full** 상태가 된다.
- 6) **Loading** 상태 → **DBD packet** 교환이 끝난 후 자신에게 없는 정보를 **LSR packet**으로 요청한다. **LSR**을 요청 받은 Router는 정보를 **LSU packet**에 담아서 전송해준다.
- 7) **Full** 상태 → **adjacent neighbor**간 라우팅 정보 교환이 모두 끝난 상태

Routing Protocol (OSPF)

네트워크 타입

1) Broadcast Multi Access

- 하나의 **Broadcast** 패킷을 전송할 경우 동일 네트워크 상의 모든 장비에게 전달되는 네트워크를 **Broadcast** 네트워크, 하나의 인터페이스를 통해 다수의 장비와 연결된 네트워크를 **Multi Access** 네트워크라 한다. (ex. Ethernet)
- **Broadcast**나 **Multicast** 방식을 사용해 하나의 **packet**만 전송해도 연결된 모든 장비에게 전송된다.

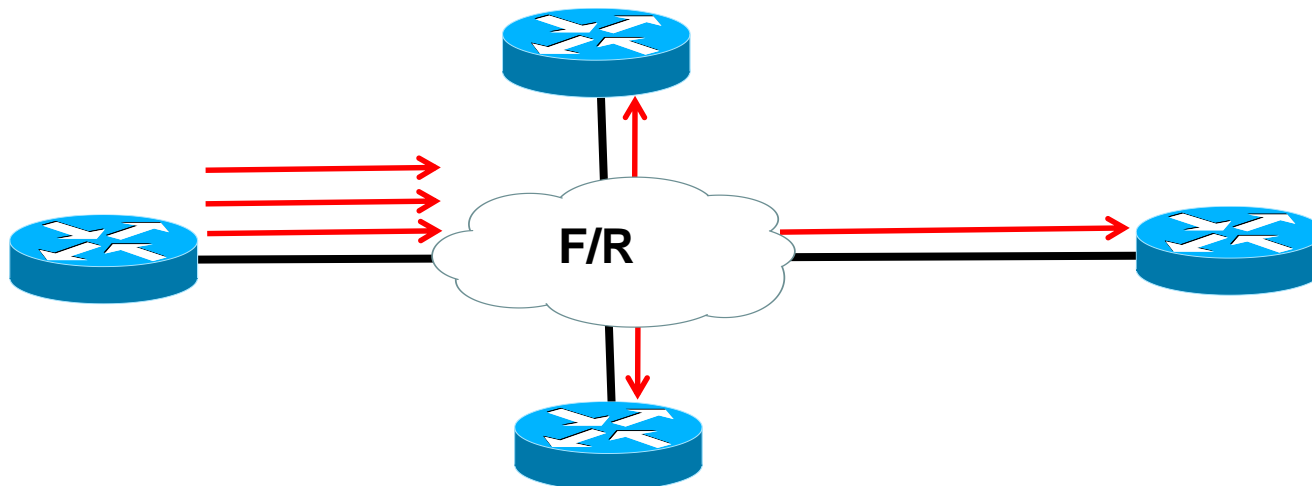


Routing Protocol (OSPF)

네트워크 타입

2) Non Broadcast Multi Access (NBMA)

- **Broadcast**가 지원되지 않는 **Multi Access** 네트워크를 의미한다.
(ex. ATM, X.25, Frame Relay)
- 대부분 내부에 **Virtual Circuit** (가상 회로) 방식을 사용
- **NBMA**에서는 **Broadcast**를 사용하여 전송할 경우 가상회로 하나당 하나씩 **Broadcast packet**을 전송해야 한다.

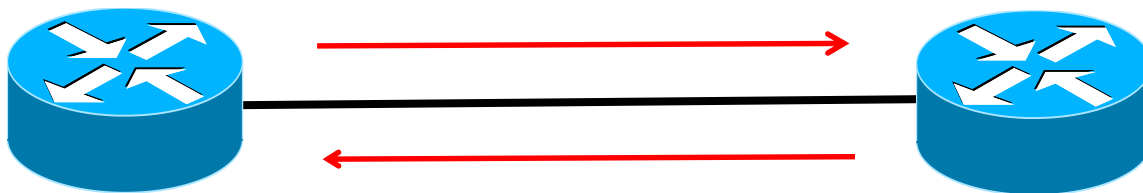


Routing Protocol (OSPF)

네트워크 타입

3) Point-to-Point

→ 하나의 **Interface**와 연결된 장비가 하나뿐인 네트워크
(ex. HDLC, PPP, F/R의 sub interface 중 point-to-point)



Routing Protocol (OSPF)

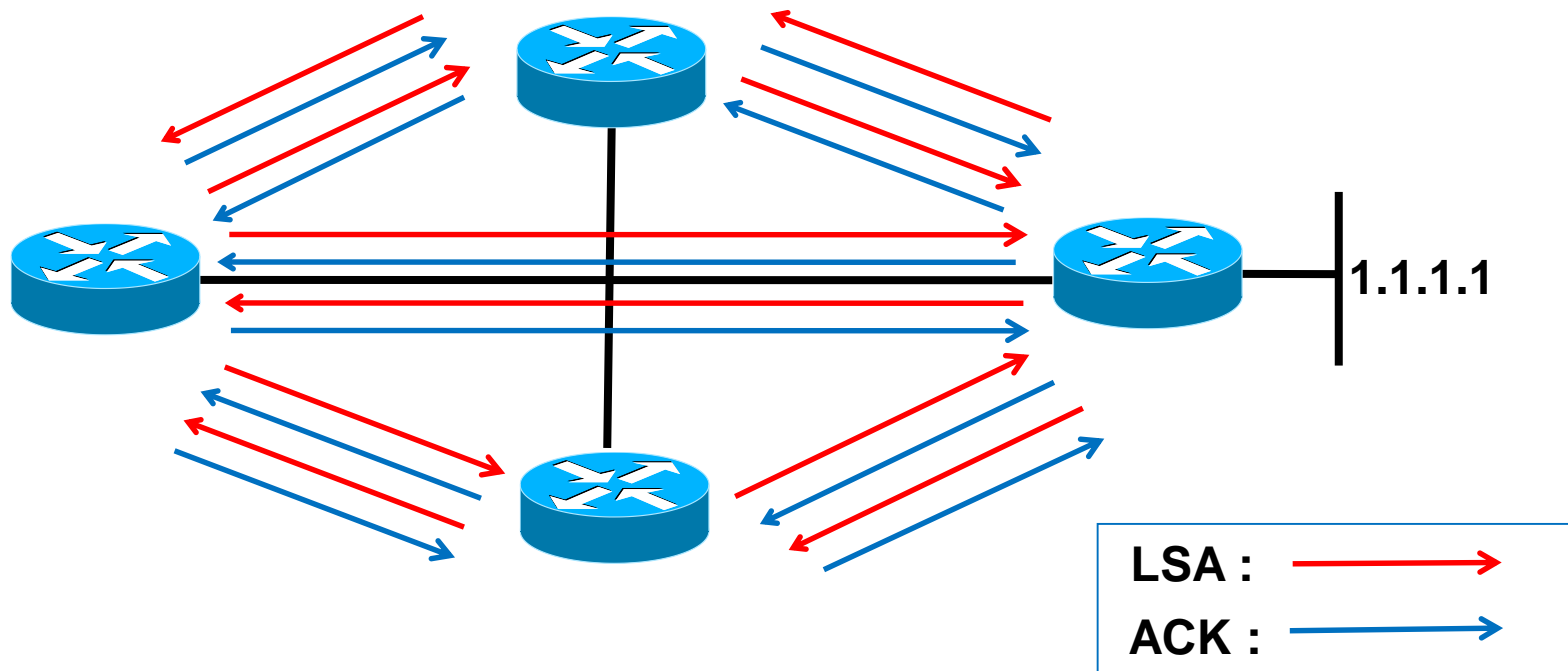
네트워크 타입

네트워크 타입	네이버	DR	Hello / Dead 주기	기본 인터페이스
Broadcast	자동	선출	10초 / 40초	Ethernet, Token ring, FDDI
Point-to-Point	자동	X	10초 / 40초	HDLC, PPP, F/R의 point-to-point 서브 인터페이스
Point-to-Multi point	자동	X	30초 / 120초	관리자 설정
Non Broadcast	지정	선출	30초 / 120초	Frame relay, ATM, X.25

Routing Protocol (OSPF)

DR/BDR

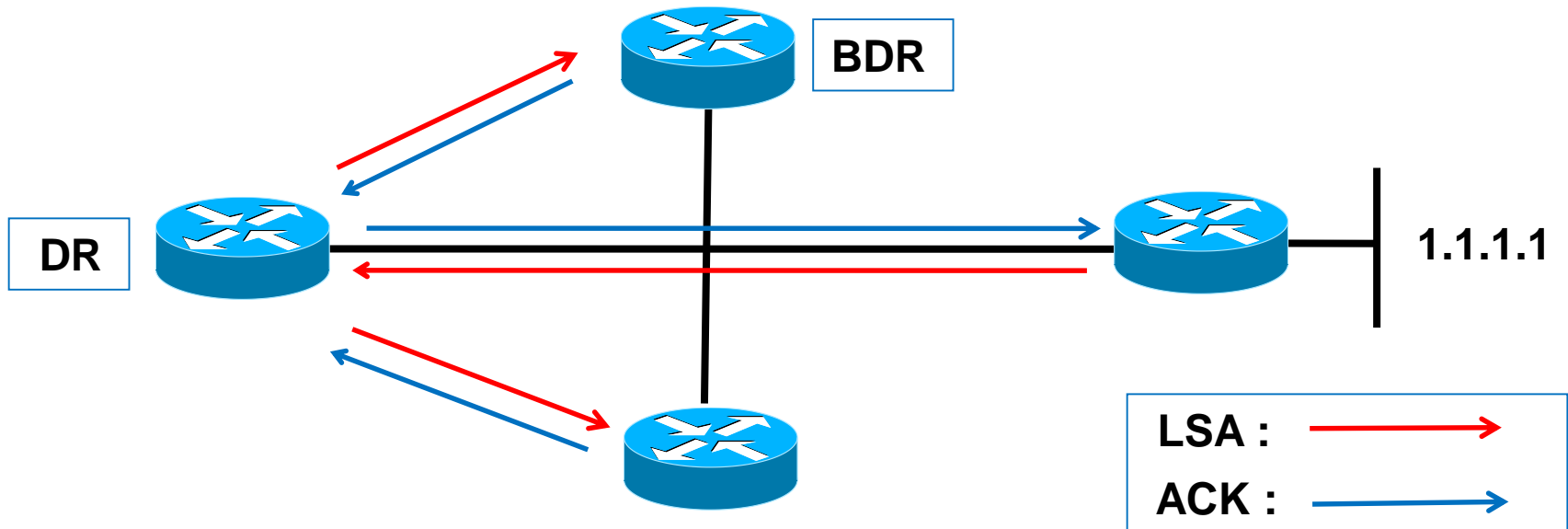
- Ethernet, NBMA 등의 Multi Access 네트워크에 접속된 Router가 1:1로 LSA를 교환할 경우 중복된 LSA와 ACK가 많이 발생



Routing Protocol (OSPF)

DR/BDR

- 중계 역할을 하는 **DR(Designated Router)**를 선출하고, DR에 문제가 발생할 경우를 대비해서 Backup용으로 **BDR(Backup DR)**을 선출한다.
- DR, BDR은 Broadcast 및 Non Broadcast 네트워크에서만 사용.
(Point-to-Point 네트워크에서는 사용하지 않는다.)



Routing Protocol (OSPF)

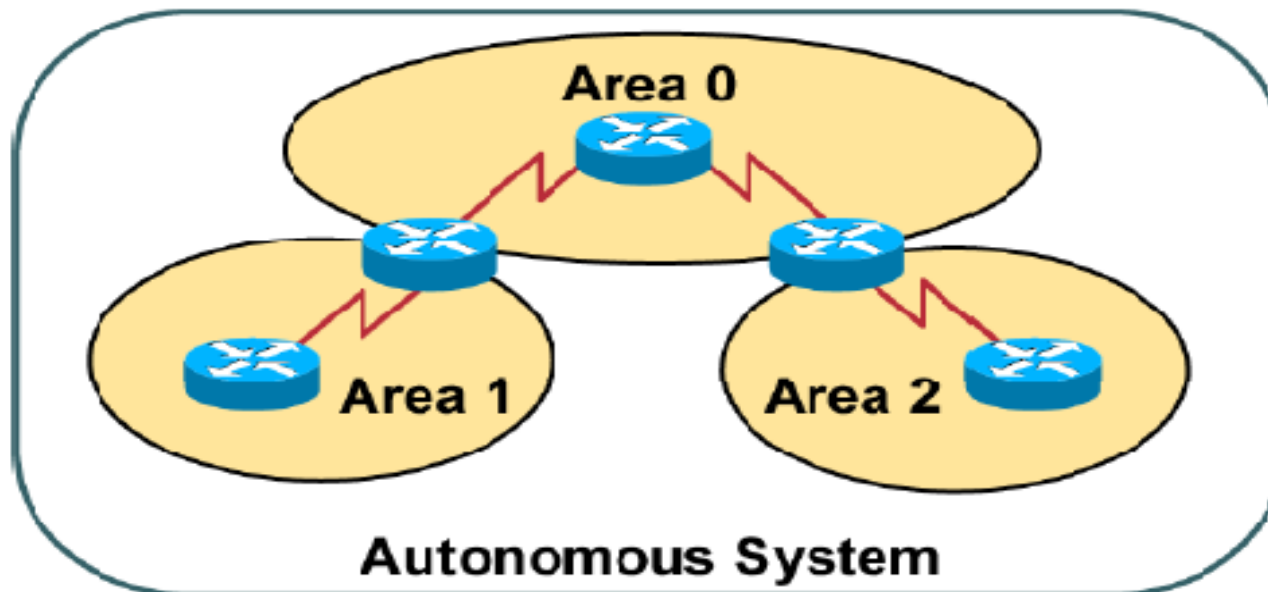
DR 선출 방법

- 1) **OSPF priority**가 가장 높은 Router가 DR로 선출
(다음으로 높은 Router가 BDR로 선출된다.)
- 2) OSPF priority가 동일할 경우 **Router-ID**가 높은 것이 DR, BDR로 선출
- 3) DR, BDR이 선출 된 후에 더 높은 순위의 Router가 추가되어도 DR,BDR이 변경되지 않는다.
(Router를 재 부팅하거나 `clear ip ospf prcess` 명령어를 사용하면 변경)
- 4) DR이 다운될 경우 BDR이 DR이 되고 다시 BDR을 선출
(DR과 BDR이 아니 Router를 **DROTHER**라고 한다.)

Routing Protocol (OSPF)

OSPF Area

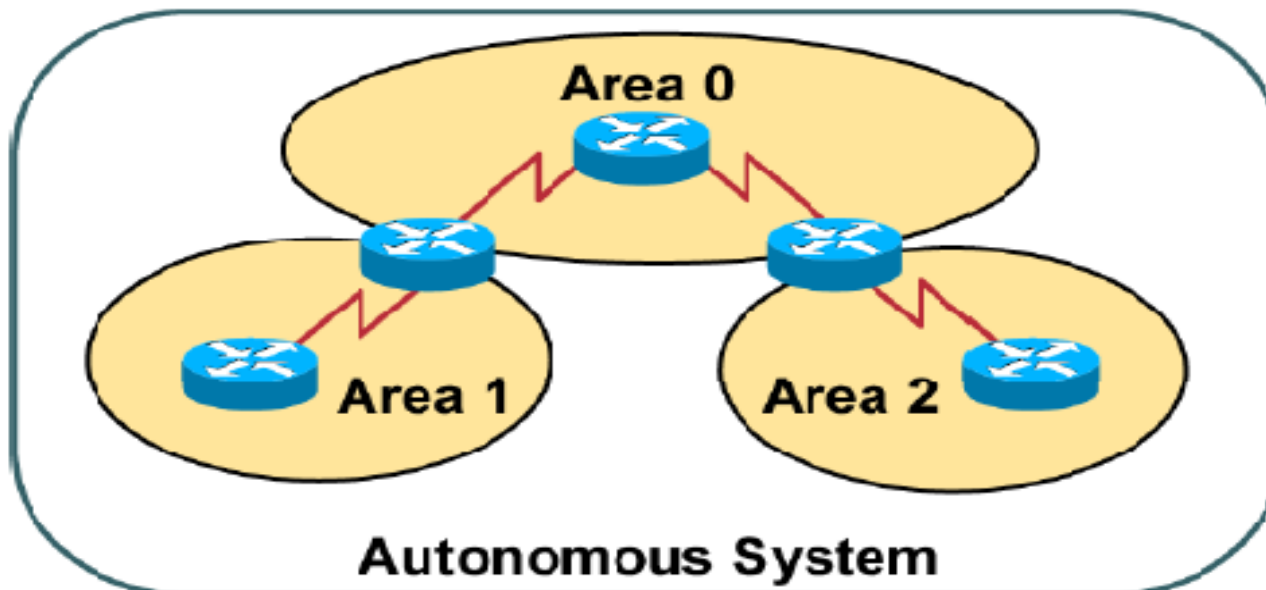
- OSPF는 복수개의 **Area**로 나뉘서 설정
- 규모가 작을 경우에는 하나의 **Area**만 사용해도 상관 없다.
- **Area**가 하나일 경우는 아무 번호나 사용해도 상관없지만 **Area**가 두 개 이상일 경우 하나는 반드시 **0**으로 설정



Routing Protocol (OSPF)

OSPF Area

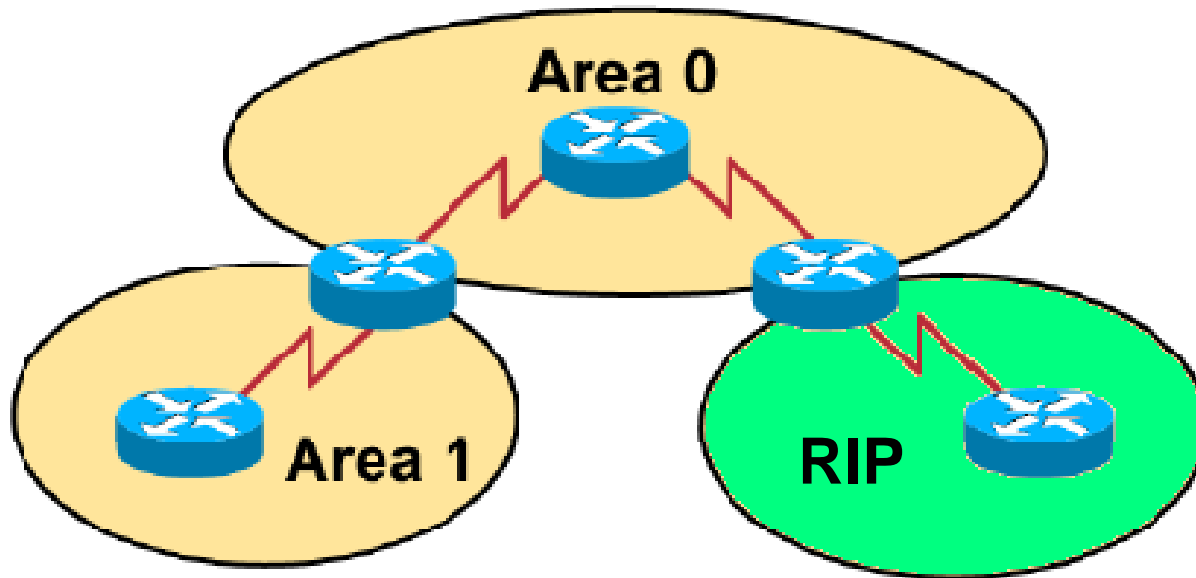
- Area 0는 **Backbone Area**. 다른 Area는 Area 0와 물리적으로 연결돼야 한다.
- Area로 나뉘서 구성하면 안정된 대규모 네트워크 운영 가능
- OSPF는 다른 Area의 라우팅 정보를 획기적으로 줄이는 **Stub Area** 기능이 있다.



Routing Protocol (OSPF)

OSPF Router의 종류

- **Backbone Router** : Backbone Area (Area 0)에 소속된 Router.
- **Internal(내부) Router** : 하나의 Area에만 소속된 Router.
- **ABR (Area Border Router)** : 두 개 이상의 Area에 소속된 Area 경계 Router.
- **ASBR (AS boundary Router)** : OSPF 네트워크와 다른 Routing protocol이 설정된 네트워크를 연결하는 AS 경계 Router.



Routing Protocol (OSPF)

OSPF 설정

```
Router(config)#router ospf <process- ID>
```

```
Router(config-router)#router-id x.x.x.x
```

```
Router(config-router)#network <Network-Number> <Wildcard mask> area x
```

- 라우터 ID는 임의로 설정하지 않을 경우 **Loopback** 주소 중 가장 높은 IP주소로 설정.
- **Loopback** 인터페이스가 없을 경우 물리적 인터페이스 중 가장 높은 IP주소로 설정.
- **OSPF** 네트워크에 포함되지 않아도 상관없다.
- 라우터 ID를 변경하려면 **OSPF** 프로세스를 다시 시작한다. (**clear ip ospf process**)