

제31장 게이트웨이 이중화

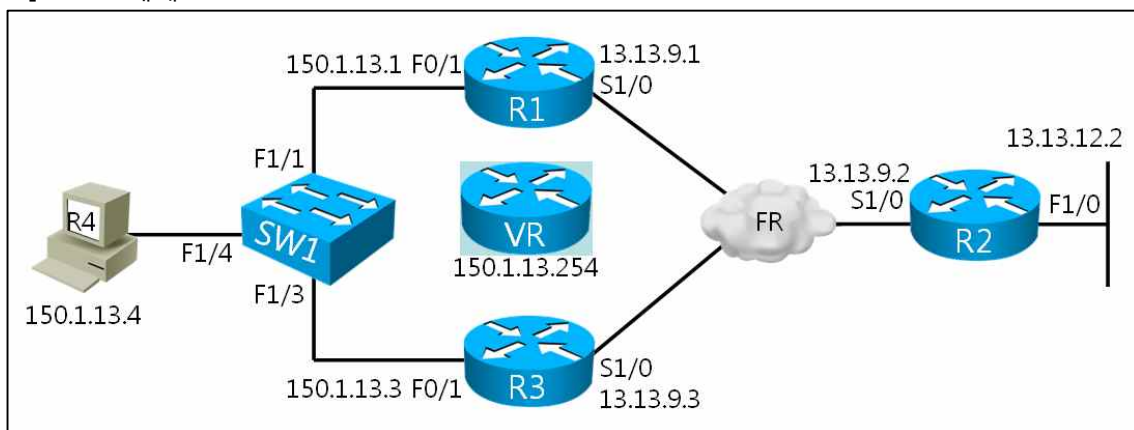
게이트웨이 이중화

호스트/서버들은 인터넷과 같은 외부 네트워크로 패킷을 전송할 때, 게이트웨이를 이용하여 전송한다. 이때, 게이트웨이 장애가 발생하면, 호스트/서버들은 외부 네트워크 접근이 불가능하기 때문에, 2개 이상의 게이트웨이를 사용하는 것을 권장한다. 이렇게 게이트웨이를 2개 이상 사용하여 안정적인 네트워크 환경을 구축하는 방법을 게이트웨이 이중화(Gateway Redundancy)라고 한다.

HSRP(Hot Standby Router Protocol)

HSRP는 시스코에서 개발한 게이트웨이 이중화 솔루션이다. HSRP는 기존에 사용하고 있는 게이트웨이가 장애가 발생되면, 대기하고 있는 다른 라우터가 게이트웨이를 수행하는 기능을 수행한다. 이때, 기존에 사용하고 있는 게이트웨이를 Active 라우터라고 하며, 대기하고 있는 게이트웨이를 Standby 라우터라고 한다. HSRP 동작 원리는 HSRP 그룹 내에서 우선 순위(기본값 : 100)가 높은 게이트웨이가 Active 라우터로 선출되며, 그 외 나머지 게이트웨이는 Standby 라우터로 선정된다. 그런 다음 Active 라우터와 Standby 라우터 간에 버추얼 라우터를 생성하여 호스트/서버들이 사용할 게이트웨이 IP 주소를 할당한다. 이렇게 버추얼 라우터가 생성되면, Active 라우터가 버추얼 라우터를 인계하여 동작하며, Active 라우터가 장애가 발생하면, 대기하고 있는 Standby 라우터가 버추얼 라우터를 인계하여 동작한다. 이때, 호스트/서버들은 버추얼 라우터의 IP 주소를 게이트웨이 주소로 사용하고 있기 때문에 기존에 ARP 정보를 그대로 사용하여 게이트웨이로 패킷을 전송하면 된다. 그럼 [그림 31-1]을 참조하여 HSRP를 이용한 게이트웨이 이중화를 구성하도록 하자.

[그림 31-1] HSRP 예제



R1이 Active 라우터, R3가 Standby 라우터로 선출되도록 하고, HSRP 인증을 설정하여 HSRP 그룹내에 Active 라우터가 1개만 선출될 수 있도록 구성하도록 하자.

[예제 31-1] R1과 R3에서 HSRP 설정

```
R1(config)#int fa0/1 ①
R1(config-if)#standby 1 ip 150.1.13.254 ②
R1(config-if)#standby 1 priority 120 ③
R1(config-if)#standby 1 preempt ④
R1(config-if)#standby 1 authentication md5 key-string cisco ⑤
```

```
R3(config)#int fa0/1
R3(config-if)#standby 1 ip 150.1.13.254
R3(config-if)#standby 1 preempt
R3(config-if)#standby 1 authentication md5 key-string cisco
```

- ① 게이트웨이로 동작하는 R1 F1/0 인터페이스에서 HSRP 설정을 실시한다.
- ② HSRP 1 그룹에서 사용될 버추얼 라우터의 IP 주소를 설정한다.
- ③ R1을 Active 라우터로 선출하기 위해서 우선 순위(기본값 : 100)를 '120'으로 설정한다. 만약, 우선 순위가 동일한 경우, 게이트웨이로 동작하는 인터페이스의 IP 주소가 높은 라우터가 Active 라우터로 선출된다.
- ④ 버추얼 라우터를 인계하는 명령어이다. 만약, 설정하지 않으면, 버추얼 라우터를 인계할 수 없게 된다.
- ⑤ HSRP 인증 설정이다. 이때, 인증 패스워드는 R1과 R3가 동일해야 한다.

설정이 완료되었다면, R1과 R3에서 HSRP 관련 정보 확인을 실시하도록 하자.

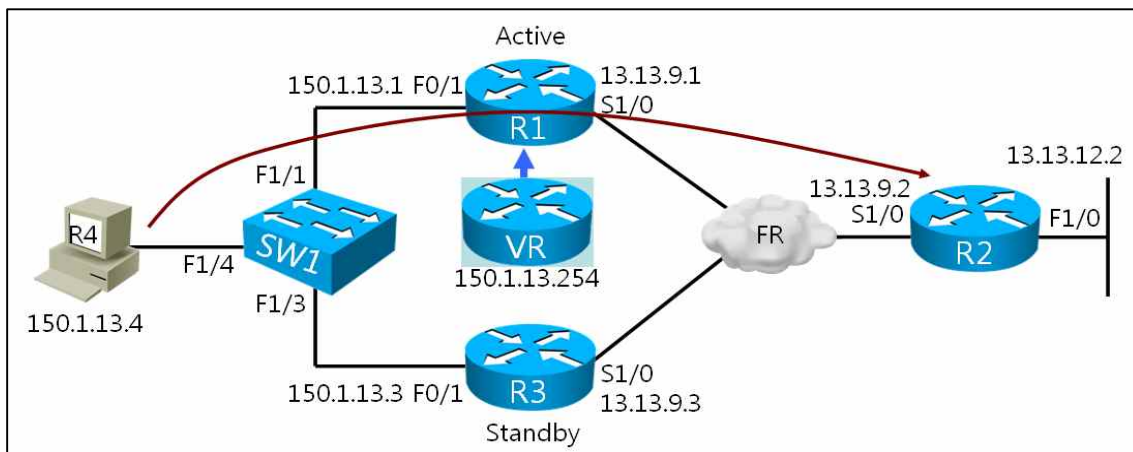
[예제 31-2] R1과 R3에서 확인한 HSRP 상태 정보

```
R1#show standby brief
          P indicates configured to preempt.
          |
Interface Grp  Pri P State   Active      Standby      Virtual IP
Fa0/1        1  120 P Active  local       150.1.13.3   150.1.13.254

R3#show standby brief
          P indicates configured to preempt.
          |
Interface Grp  Pri P State   Active      Standby      Virtual IP
Fa0/1        1  100 P Standby 150.1.13.1   local        150.1.13.254
```

정보 확인 결과, [그림 31-2]와 같이 R1이 Active 라우터로 선출되었으며, R3는 Standby 라우터로 선출된 것을 알 수 있다.

[그림 31-2] HSRP 동작 상태



R1에서 다음과 같은 정보 확인을 실시하여 HSRP 관련 내용과 버추얼 라우터 MAC 주소를 확인하도록 하자.

[예제 31-3] R1에서 확인한 버추얼 라우터의 MAC 주소

```
R1#show standby all
FastEthernet0/1 - Group 1
  State is Active
    2 state changes, last state change 00:00:48
  Virtual IP address is 150.1.13.254
  Active virtual MAC address is 0000.0c07.ac01
    Local virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (v1 default)
  Hello time 3 sec, hold time 10 sec
    Next hello sent in 2.484 secs
  Authentication MD5, key-string "cisco"
  Preemption enabled
  Active router is local
  Standby router is 150.1.13.3, priority 100 (expires in 4.760 sec)
  Priority 120 (configured 120)
  IP redundancy name is "hsrp-Fa0/1-1" (default)
```

정보 확인 결과, 버추얼 라우터의 MAC 주소가 '0000.0c07.ac01'로 설정된 것을 알 수 있다. 이때, '0000.0c'는 시스코에서 예약한 OUI-24bit MAC 주소이다. 그리고 '07.ac'는 HSRP가 예약한 주소이며, 마지막 '01'은 HSRP 그룹 번호를 의미한다. 그럼 SW1에서 버추얼 라우터 MAC 주소인 '0000.0c07.ac01'이 스위치 몇번 포트로 학습되었는지 확인하도록 하자.

[예제 31-4] SW1에서 확인한 MAC-Address-Table 내용

```
SW1#show mac-address-table
Destination Address  Address Type  VLAN  Destination Port
-----
c005.09c0.0000      Self          1      Vlan1
c003.09c0.0001      Dynamic       1      FastEthernet1/4
c002.09c0.0001      Dynamic       1      FastEthernet1/3
0000.0c07.ac01      Dynamic       1      FastEthernet1/1
c000.09c0.0001      Dynamic       1      FastEthernet1/1
c004.09c0.0001      Dynamic       1      FastEthernet1/5
```

정보 확인 결과, Active 라우터 R1이 연결된 F1/1 포트로 버추얼 라우터 MAC 주소가 학습된 것을 알 수 있다. 그럼 R4에서 외부 네트워크 '13.13.12.2'로 패킷 전송 경로를 확인하기 위해서 기본 경로를 설정하도록 하자. 이때, 기본 경로의 넥스트-홉은 버추얼 라우터의 IP 주소 '150.1.13.254'가 되어야 한다.

[예제 31-5] R4에서 기본 경로 설정

```
R4(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 150.1.13.254
```

설정이 완료되었다면, R4에서 외부 네트워크 '13.13.12.2'로 Ping 테스트와 'traceroute'를 실시하여 Active 라우터인 R1을 통하여 패킷을 전송하는지 확인하도록 하자.

[예제 31-6] R4에서 실시한 Ping 테스트 및 'traceroute' 결과

```
R4#ping 13.13.12.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 13.13.12.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 52/60/64 ms
R4#traceroute 13.13.12.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 13.13.12.2

 0 150.1.13.1 36 msec 28 msec 32 msec
 1 13.13.9.2 48 msec * 72 msec
```

'traceroute' 테스트 결과, R4는 Active 라우터인 R1을 통하여 외부 네트워크로 패킷이 전송되는 것을 알 수 있다. 그럼 R4에서 ARP 정보를 확인하여 버추얼 라우터에 대한 IP 주소와 MAC 주소를 확인하도록 하자.

[예제 31-7] R4에서 확인한 ARP 테이블 정보

```
R4#show arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	150.1.13.3	0	c002.09c0.0001	ARPA	FastEthernet0/1
Internet	150.1.13.4	-	c003.09c0.0001	ARPA	FastEthernet0/1
Internet	150.1.13.254	0	0000.0c07.ac01	ARPA	FastEthernet0/1

정보 확인 결과, R4는 버추얼 라우터의 IP 주소 '150.1.13.254'에 대한 MAC 주소인 '0000.0c07.ac01'을 학습한 것을 알 수 있다. 이 정보는 Active 라우터인 R1이 장애가 발생하여, R3가 Active 라우터를 수행할 경우에도 사용되는 ARP 정보이다. 즉, R4는 게이트웨이(R1)가 장애가 발생할 경우, 새로운 게이트웨이(R3)에 대한 MAC 주소를 학습하기 위한 ARP 요청 과정을 실시할 필요가 없다. 그럼 Active 라우터인 R1 F0/1 인터페이스를 'shutdown'하여 장애가 발생할 경우, R3가 Active 라우터를 수행하는지 확인하도록 하자.

[예제 31-8] R1 F0/1 인터페이스 'shutdown' 실시

```
R1(config)#int fa0/1
R1(config-if)#shutdown
```

[예제 31-9] R1과 R3에서 확인한 HSRP 상태 정보

```
R1#show standby brief

P indicates configured to preempt.
```

Interface	Grp	Pri	P	State	Active	Standby	Virtual IP
Fa0/1	1	120	P	<u>Init</u>	unknown	unknown	150.1.13.254

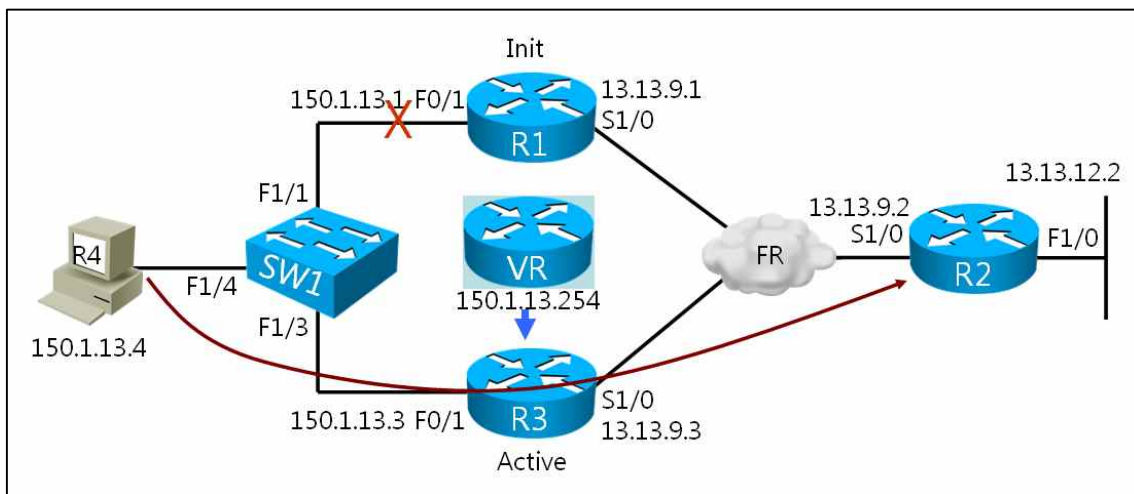
R3#show standby brief

P indicates configured to preempt.

Interface	Grp	Pri	P	State	Active	Standby	Virtual IP
Fa0/1	1	100	P	<u>Active</u>	local	unknown	150.1.13.254

정보 확인 결과, [그림 31-3]과 같이 R3가 Active 라우터를 수행하며, R1은 'Init' 상태로 전환된 것을 알 수 있다. 이때, 'Init' 상태란 HSRP가 동작하지 않는 상태를 의미한다.

[그림 31-3] Active 라우터인 R1 F0/1 인터페이스가 장애가 발생할 경우, HSRP 동작 상태



그럼 SW1에서 버추얼 라우터 MAC 주소 '0000.0c07.ac01'이 R3가 연결된 F1/3 포트로 학습되었는지 확인 하도록 하자.

[예제 31-10] SW1에서 확인한 MAC-Address-Table 내용

SW1#show mac-address-table			
Destination Address	Address Type	VLAN	Destination Port
c005.09c0.0000	Self	1	Vlan1
c000.09c0.0001	Dynamic	1	FastEthernet1/1
c002.09c0.0001	Dynamic	1	FastEthernet1/3
<u>0000.0c07.ac01</u>	<u>Dynamic</u>	<u>1</u>	<u>FastEthernet1/3</u>
c003.09c0.0001	Dynamic	1	FastEthernet1/4
c004.09c0.0001	Dynamic	1	FastEthernet1/5

정보 확인이 완료되었다면, R4에서 외부 네트워크 '13.13.12.2'로 Ping 테스트와 'traceroute'를 실시하여 Active 라우터인 R3를 통하여 패킷을 전송하는지 확인하도록 하자.

[예제 31-11] R4에서 실시한 'traceroute' 결과

```
R4#traceroute 13.13.12.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 13.13.12.2

 0 150.1.13.3 52 msec 40 msec 36 msec
 1 13.13.9.2 52 msec * 40 msec
```

'traceroute' 테스트 결과, R4는 Active 라우터인 R3를 통하여 외부 네트워크로 패킷이 전송되는 것을 알 수 있다. 그럼 다음 내용을 알아 보기 위해서 R1 F0/1를 'no shutdown'하여 장애를 복구하도록 하자.

[예제 31-12] R1 F0/1 인터페이스 'no shutdown' 실시

```
R1(config)#int fa0/1
R1(config-if)#no shutdown
```

HSRP Interface Tracking

만약, Active 라우터인 R1 S1/0 인터페이스 구간에 장애가 발생하면, HSRP가 설정된 F0/1 인터페이스는 S1/0 장애와 상관없이 HSRP가 동작하므로 Active 상태가 유지된다. 이런 경우, R4가 외부 네트워크로 패킷을 전송한다면, Active 라우터인 R1으로 패킷을 전송하여 패킷이 드랍되거나, 또는 라우팅 하여 R3로 패킷을 전달할 것이다. 이때, HSRP Interface Tracking 기능을 이용하면 R1 S1/0 구간 장애가 발생할 경우, R1의 우선 순위 '120'에서 특정 값을 차감하여, R3가 Active 라우터로 전환되어 버추얼 라우터를 인계할 수 있게 된다. HSRP Interface Tracking 설정은 다음과 같다.

[예제 31-13] R1에서 HSRP Interface Tracking 설정

```
R1(config)#int fa0/1
R1(config-if)#standby 1 track s1/0 30
```

위와 같이 'standby 1 track s1/0 30'으로 설정하면, 앞으로 R1 S1/0 구간 장애가 발생하면, R1의 우선 순위 '120'에서 '30'을 차감하여, 우선 순위를 '90'으로 조정하게 된다. 만약, R1의 우선 순위가 '90'이 된다면, R3의 우선 순위 '100'이 더 높기 때문에 R3가 Active 라우터가 되어 버추얼 라우터를 인계하고, R1은 Standby 라우터로 전환된다. 그럼 R1 S1/0을 'shutdown' 하여 HSRP Interface Tracking 동작을 확인하도록 하자.

[예제 31-14] R1 S1/0 인터페이스 'shutdown' 실시

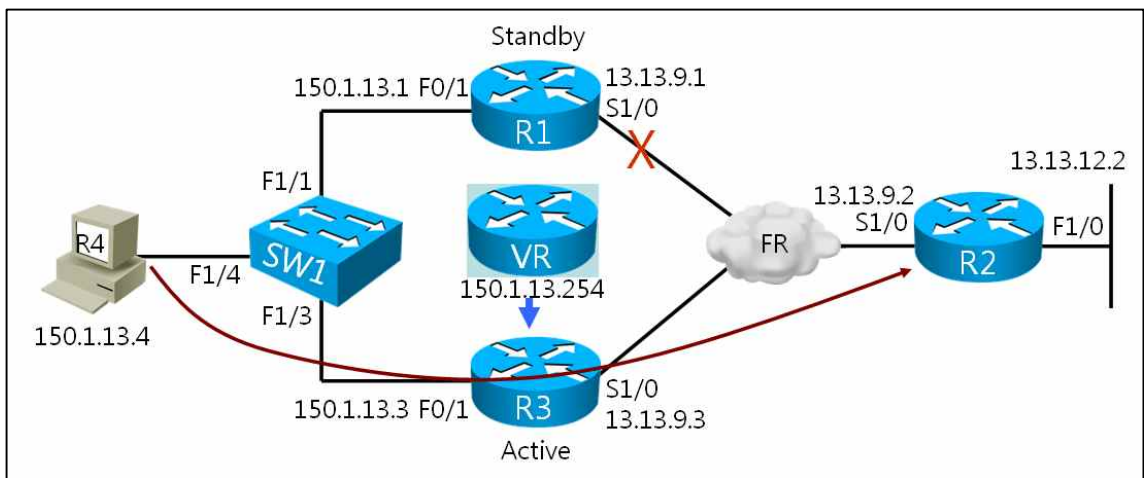
```
R1(config)#int s1/0
R1(config-if)#shutdown
```

[예제 31-15] R1과 R3에서 확인한 HSRP 상태 정보

R1#show standby brief							
P indicates configured to preempt.							
Interface	Grp	Pri	P	State	Active	Standby	Virtual IP
Fa0/1	1	90	P	Standby	150.1.13.3	local	150.1.13.254
R3#show standby brief							
P indicates configured to preempt.							
Interface	Grp	Pri	P	State	Active	Standby	Virtual IP
Fa0/1	1	100	P	Active	local	150.1.13.1	150.1.13.254

정보 확인 결과, [그림 31-4]와 같이 R3가 Active 라우터를 수행하며, R1은 우선 순위가 '90'으로 조정되어 'Standby' 상태로 전환된 것을 알 수 있다.

[그림 31-4] Active 라우터인 R1 S1/0 인터페이스가 장애가 발생될 경우, HSRP 동작 상태



그럼 R4에서 외부 네트워크 '13.13.12.2'로 'traceroute'를 실시하여 Active 라우터인 R3를 통하여 패킷을 전송하는지 확인하도록 하자.

[예제 31-16] R4에서 실시한 'tracroute' 결과

R4#traceroute 13.13.12.2	
Type escape sequence to abort.	
Tracing the route to 13.13.12.2	
1	150.1.13.3 32 msec 32 msec 48 msec
2	13.13.9.2 56 msec * 48 msec

다음 내용을 알아 보기 위해서 R1 S1/0을 'no shutdown'하여 장애를 복구하도록 하자.

[예제 31-17] R1 S1/0 인터페이스 'no shutdown' 실시

```
R1(config)#int s1/0
R1(config-if)#no shutdown
```

HSRP 동작 상태 유형

Active 라우터와 Standby 라우터는 Hello 메시지를 3초마다 주기적으로 교환하여 HSRP 그룹 관계를 유지한다. 만약, Standby 라우터가 10초 이내에 Active 라우터로부터 Hello 메시지를 수신하지 못하면, Active 라우터가 장애가 발생한 것으로 간주하여 버추얼 라우터를 인계하여 Active 라우터를 수행한다. [예제 31-22]는 R3에서 확인한 Hello 메시지 교환 디버깅이다.

[예제 31-18] R3에서 확인한 Hello 메시지 교환 디버깅

```
R3#
01:15:40: HSRP: Fa0/1 Grp 1 Hello in 150.1.13.1 Active pri 120 vIP 150.1.13.254
01:15:40: HSRP: Fa0/1 Grp 1 Hello out 150.1.13.3 Standby pri 100 vIP 150.1.13.254
R3#
01:15:41: HSRP: Fa0/1 Grp 1 Hello in 150.1.13.1 Active pri 120 vIP 150.1.13.254
R3#
01:15:43: HSRP: Fa0/1 Grp 1 Hello out 150.1.13.3 Standby pri 100 vIP 150.1.13.254
01:15:44: HSRP: Fa0/1 Grp 1 Hello in 150.1.13.1 Active pri 120 vIP 150.1.13.254
R3#
01:15:46: HSRP: Fa0/1 Grp 1 Hello out 150.1.13.3 Standby pri 100 vIP 150.1.13.254
01:15:47: HSRP: Fa0/1 Grp 1 Hello in 150.1.13.1 Active pri 120 vIP 150.1.13.254
R3#
```

디버깅 결과, 3초마다 주기적으로 Hello 메시지를 출력, 입력을 반복하고 있다. 이때, HSRP Hello 메시지는 UDP 포트 번호 '1985'를 사용하며, 멀티캐스트 224.0.0.2을 이용하여 전송된다. 그럼 다음과 같이 R3에서 HSRP Hello 메시지를 수신하지 못하도록 ACL로 차단하도록 하자.

[예제 31-19] R3에서 ACL 설정

```
R3(config)#access-list 110 deny udp any eq 1985 any eq 1985
R3(config)#access-list 110 permit ip any any
R3(config)#int fa0/1
R3(config-if)#ip access-group 110 in
```

R3에서 ACL 설정이 완료되었다면, R3에서 HSRP 디버깅을 확인하도록 하자.

[예제 31-20] R3에서 확인한 Hello 메시지 교환 디버깅

```
R3(config-if)#
01:19:48: HSRP: Fa0/1 Grp 1 Hello out 150.1.13.3 Standby pri 100 vIP 150.1.13.254
R3(config-if)#
01:19:51: HSRP: Fa0/1 Grp 1 Hello out 150.1.13.3 Standby pri 100 vIP 150.1.13.254
R3(config-if)#
01:19:53: %HSRP-5-STATECHANGE: FastEthernet0/1 Grp 1 state Standby -> Active
R3(config-if)#
```

디버깅 결과, Hello 메시지가 10초 이내에 입력되지 않기 때문에 R3가 Active 라우터가 되는 것을 알 수 있다. 그럼 다음 내용을 알아보기 위해서 R3에서 설정한 ACL를 삭제하도록 하자.

[예제 31-21] R3에서 ACL 삭제

```
R3(config)#no access-list 110
R3(config)#int fa0/1
R3(config-if)#no ip access-group 110 in
```

HSRP는 Hello 메시지를 교환하여 HSRP 그룹 내에서 버추얼 라우터를 생성하고, Active 라우터와 Standby 라우터를 선출한다. [표 31-1]은 HSRP 동작 상태를 설명하고 있다.

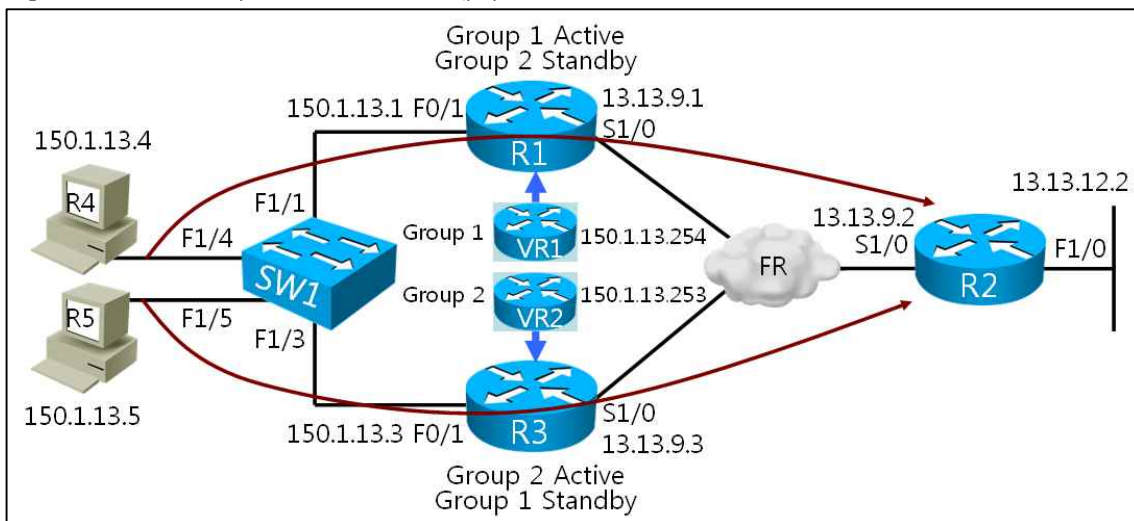
[표 31-1] HSRP 동작 상태 유형

상태 유형	내용
Init	HSRP가 동작하지 않거나, 동작하기 이전 초기 상태이다. 즉, 인터페이스에 HSRP가 활성화되거나, 비활성화가 되면 시작하는 상태이다.
Learn	상호 라우터 간에 Hello 패킷 수신에 완료되지 않는 상태이다. 그렇기 때문에 Active 라우터와 Standby 라우터가 선출되지 않으며, 버추얼 라우터의 IP 주소도 모르는 상태이다.
Listen	HSRP 그룹 내에서 Hello 메시지를 수신하고 있는 상태이다. 그렇기 때문에 버추얼 라우터의 IP 주소와 HSRP 인증 및 타이머 관련 내용을 알고 있는 상태이다.
Speak	HSRP 동작이 준비된 상태이며, Hello 메시지를 주기적으로 전송하여 우선 순위 값에 의해서 Active 라우터 선출을 시작한다.
Standby	Hello 메시지를 확인하여 자신의 우선 순위보다 높은 라우터가 있다면, 라우터는 HSRP 상태를 Standby로 전환한다. 이때, Standby 라우터는 1개만 선출되며, 나머지 라우터들은 백업 라우터로 동작한다.
Active	Hello 메시지를 확인하여 자신의 우선 순위가 높다면, 해당 라우터는 HSRP 상태를 Active로 전환한다. 이때, Active 라우터는 1개만 선출된다.

HSRP 그룹을 이용한 로드 분산

HSRP는 그룹 번호를 0부터 255까지 지원한다. 이때, 그룹 번호는 각각의 HSRP 그룹에 대해서 Active 라우터를 서로 다르게 선출하여 로드 분산을 구현하는 용도로 사용된다. 예를 들어 [그림 31-5]와 같이 R4는 R1이 Active 라우터가 되고, R5는 R3가 Active 라우터가 되면 R4는 외부 네트워크로 패킷을 전송할 때 R1을 이용하고 R5는 R3를 이용하기 때문에 로드 분산이 가능하다. 또한, 한쪽 Active 라우터가 장애가 발생하면, 게이트웨이가 자동으로 이전하기 때문에 이중화 구현도 동시에 수행할 수 있다. 설정은 [예제 31-22]와 같다.

[그림 31-5] HSRP 그룹을 이용한 로드 분산 예제



[예제 31-22] R1과 R3에서 HSRP를 이용한 로드 분산 설정

```
R1(config)#int fa0/1
R1(config-if)#standby 1 ip 150.1.13.254
R1(config-if)#standby 1 priority 120
R1(config-if)#standby 1 preempt
R1(config-if)#standby 1 authentication md5 key-string cisco
R1(config-if)#standby 1 track s1/0 30
R1(config-if)#standby 2 ip 150.1.13.253
R1(config-if)#standby 2 preempt
R1(config-if)#standby 2 authentication md5 key-string cisco

R3(config)#int fa0/1
R3(config-if)#standby 1 ip 150.1.13.254
R3(config-if)#standby 1 preempt
R3(config-if)#standby 1 authentication md5 key-string cisco
R3(config-if)#standby 2 ip 150.1.13.253
R3(config-if)#standby 2 priority 120
R3(config-if)#standby 2 preempt
R3(config-if)#standby 2 authentication md5 key-string cisco
R3(config-if)#standby 2 track s1/0 30
```

설정이 완료되었다면, R1과 R3에서 HSRP 관련 정보 확인을 실시하도록 하자.

[예제 31-23] R1과 R3에서 확인한 HSRP 상태 정보

R1#show standby brief							
P indicates configured to preempt.							
Interface	Grp	Pri	P	State	Active	Standby	Virtual IP
Fa0/1	1	120	P	Active	local	150.1.13.3	150.1.13.254
Fa0/1	2	100	P	Standby	150.1.13.3	local	150.1.13.253
R3#show standby brief							
P indicates configured to preempt.							
Interface	Grp	Pri	P	State	Active	Standby	Virtual IP
Fa0/1	1	100	P	Standby	150.1.13.1	local	150.1.13.254
Fa0/1	2	120	P	Active	local	150.1.13.1	150.1.13.253

정보 확인 결과, HSRP 1 그룹에 대해서는 R1이 Active 라우터, R3가 Standby 라우터로 선출되었으며, HSRP 2 그룹에 대해서는 R3가 Active 라우터, R1이 Standby 라우터로 선출된 것을 알 수 있다. 그럼 R5에서 외부 네트워크 '13.13.12.2'로 패킷 전송 경로를 확인하기 위해서 기본 경로를 설정하도록 하자. 이때, 기본 경로의 넥스트-홉은 버추얼 라우터의 IP 주소 '150.1.13.253'이 되어야 한다.

[예제 31-24] R5에서 기본 경로 설정

```
R5(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 150.1.13.253
```

설정이 완료되었다면, R4와 R5에서 외부 네트워크 '13.13.12.2'로 'traceroute'를 실시하여 각각의 HSRP 그룹에 대한 Active 라우터인 R1과 R3를 통하여 패킷을 전송하는지 확인하도록 하자.

[예제 31-25] R4와 R5에서 실시한 'tracroute' 결과

```
R4#traceroute 13.13.12.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 13.13.12.2

 0 150.1.13.1 48 msec 44 msec 48 msec
 1 13.13.9.2 56 msec * 36 msec

R5#traceroute 13.13.12.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 13.13.12.2
```

```
1 150.1.13.3 32 msec 32 msec 36 msec
2 13.13.9.2 60 msec * 48 msec
```

다음 내용을 알아 보기 위해서 R1과 R3 F0/1 인터페이스를 초기화하도록 하자.

[예제 31-26] R1과 R3 F0/1 인터페이스 초기화

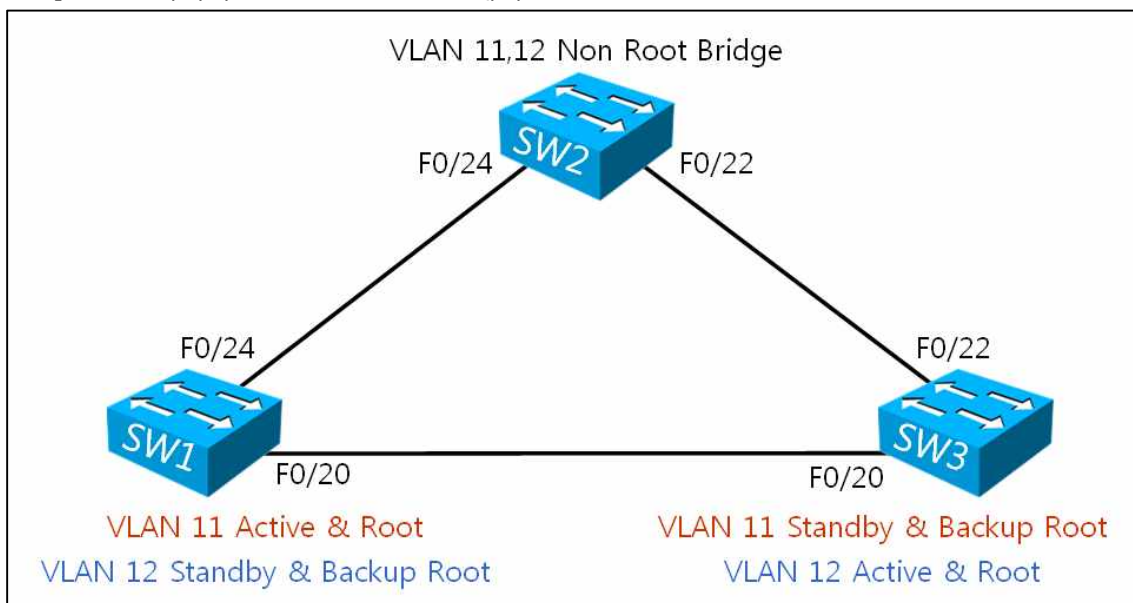
```
R1(config)#default int fa0/1
R1(config)#int fa0/1
R1(config-if)#ip address 150.1.13.1 255.255.255.0
R1(config-if)#speed 100
R1(config-if)#duplex full

R3(config)#default int fa0/1
R3(config)#int fa0/1
R3(config-if)#ip address 150.1.13.3 255.255.255.0
R3(config-if)#speed 100
R3(config-if)#duplex full
```

L3 스위치에서 HSRP 구성

L3 스위치의 SVI 인터페이스를 활용하여 HSRP를 구성하면, VLAN 도메인에 대한 게이트웨이 이중화와 로드 분산이 가능하다. 그림 [그림 31-6]을 참조하여 SVI 인터페이스를 활용한 HSRP 구성을 실시하도록 하자.

[그림 31-6] SVI 인터페이스를 활용한 HSRP 예제



[예제 31-27] SW1과 SW2에서 HSRP 설정

```
SW1(config)#spanning-tree vlan 11 root primary
SW1(config)#spanning-tree vlan 12 root secondary
SW1(config)#ip routing
SW1(config)#int vlan 11
SW1(config-if)#ip address 13.13.11.1 255.255.255.0
SW1(config-if)#standby 1 ip 13.13.11.254
SW1(config-if)#standby 1 priority 120
SW1(config-if)#standby 1 preempt
SW1(config-if)#
SW1(config-if)#int vlan 12
SW1(config-if)#ip address 13.13.12.1 255.255.255.0
SW1(config-if)#standby 2 ip 13.13.12.254
SW1(config-if)#standby 2 preempt

SW3(config)#spanning-tree vlan 11 root secondary
SW3(config)#spanning-tree vlan 12 root primary
SW3(config)#ip routing
SW3(config)#int vlan 11
SW3(config-if)#ip address 13.13.11.3 255.255.255.0
SW3(config-if)#standby 1 ip 13.13.11.254
SW3(config-if)#standby 1 preempt
SW3(config-if)#
SW3(config-if)#int vlan 12
SW3(config-if)#ip address 13.13.12.3 255.255.255.0
SW3(config-if)#standby 2 ip 13.13.12.254
SW3(config-if)#standby 2 priority 120
SW3(config-if)#standby 2 preempt
```

설정이 완료되었다면, SW1과 SW3에서 HSRP 관련 정보 확인을 실시하도록 하자.

[예제 31-28] SW1과 SW2에서 실시한 HSRP 정보 확인 내용

```
SW1#show standby brief
                P indicates configured to preempt.
                |
Interface    Grp Prio  P State    Active        Standby        Virtual IP
Vl11         1  120  P Active   local         13.13.11.3     13.13.11.254
Vl12         2  100  P Standby  13.13.12.3   local         13.13.12.254

SW3#show standby brief
                P indicates configured to preempt.
```

Interface	Grp	Prio	P State	Active	Standby	Virtual IP
Vl11	1	100	P Standby	13.13.11.1	local	13.13.11.254
Vl12	2	120	P Active	local	13.13.12.1	13.13.12.254

VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol)

VRRP는 IBM에서 개발한 게이트웨이 이중화 솔루션이다. VRRP는 'Single Virtual Router' 방식으로 VRRP 그룹에서 게이트웨이를 수행하는 Master 라우터를 선출하고, 게이트웨이 장애가 발생하면 바로 사용 가능한 Backup 라우터를 선출한다. VRRP는 인터페이스의 실제 IP 주소, 또는 VRRP 그룹 멤버간에 설정한 버추얼 IP 주소를 게이트웨이 주소로 사용할 수 있다. 만약, 실제 라우터의 IP 주소를 게이트웨이 주소로 사용하면, 실제 IP 주소를 소유하는 라우터가 Master 라우터로 선출된다. 그러나 버추얼 IP 주소를 사용하면, 우선 순위가 높은 라우터가 Master 라우터로 선출된다. Master 라우터는 VRRP 그룹 내의 다른 라우터들에게 VRRP 메시지를 전송하며, Backup 라우터는 전송하지 않는다. 이때, VRRP 메시지는 멀티캐스트 224.0.0.18로 전송되며, 1초 주기를 이용하여 반복적으로 전송된다.

[예제 31-29] R1과 R3에서 VRRP 설정

```
R1(config)#track 10 interface s1/0 line-protocol ①
R1(config-track)#exit
R1(config)#int fa0/1 ②
R1(config-if)#vrrp 1 ip 150.1.13.254 ③
R1(config-if)#vrrp 1 priority 120 ④
R1(config-if)#vrrp 1 preempt ⑤
R1(config-if)#vrrp 1 authentication md5 key-string cisco ⑥
R1(config-if)#vrrp 1 track 10 decrement 30 ⑦

R3(config)#int fa0/1
R3(config-if)#vrrp 1 ip 150.1.13.254
R3(config-if)#vrrp 1 preempt
R3(config-if)#vrrp 1 authentication md5 key-string cisco
```

- ① VRRP Interface Tracking을 하기 위한 조건을 정의한다. 이때, 조건은 R1 S1/0 Line Protocol 다운이다.
- ② 게이트웨이로 동작하는 R1 F1/0 인터페이스에서 VRRP 설정을 실시한다.
- ③ VRRP 1 그룹에서 사용될 버추얼 라우터의 IP 주소를 설정한다.
- ④ 버추얼 IP 주소를 사용할 경우, 우선 순위가 높은 라우터가 Master 라우터로 선출되기 때문에 R1의 우선 순위를 '120'로 설정한다. 이때, 우선 순위 값은 1부터 254까지 변경 가능하며, 기본값은 '100'이다.
- ⑤ 버추얼 라우터를 인계하는 명령어이다. VRRP에서는 자동으로 Enabled 상태이다.
- ⑥ VRRP 인증 설정이다. 이때, 인증 패스워드는 R1과 R3가 동일해야 한다.
- ⑦ VRRP Interface Tracking 설정이다. 만약, S1/0 인터페이스 Line Protocol이 다운되면, R1 우선 순위 '120'에서 '30'이 차감되어, 우선 순위가 '100'인 R3가 Master 라우터가 된다.

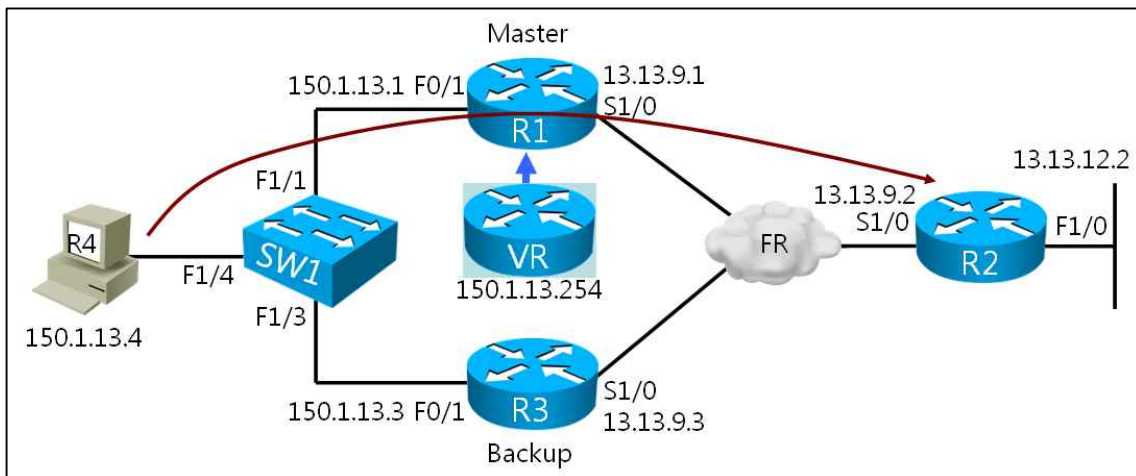
설정이 완료되었다면, R1과 R3에서 VRRP 관련 정보 확인을 실시하도록 하자.

[예제 31-30] R1과 R3에서 확인한 VRRP 상태 정보

R1#show vrrp brief								
Interface	Grp	Pri	Time	Own	Pre	State	Master addr	Group addr
Fa0/1	1	120	3007		Y	<u>Master</u>	150.1.13.1	<u>150.1.13.254</u>
R3#show vrrp brief								
Interface	Grp	Pri	Time	Own	Pre	State	Master addr	Group addr
Fa0/1	1	100	3609		Y	<u>Backup</u>	150.1.13.1	<u>150.1.13.254</u>

정보 확인 결과, [그림 31-6]과 같이 R1이 Master 라우터, R3는 Backup 라우터로 선출된 것을 알 수 있다.

[그림 31-7] VRRP 동작 상태



R1에서 다음과 같은 정보 확인을 실시하여 VRRP 관련 내용과 버추얼 라우터 MAC 주소를 확인하도록 하자.

[예제 31-31] R1과 R3에서 확인한 HSRP 상태 정보

R1#show vrrp all	
FastEthernet0/1 - Group 1	
<u>State is Master</u>	
<u>Virtual IP address is 150.1.13.254</u>	
<u>Virtual MAC address is 0000.5e00.0101</u>	
Advertisement interval is 1.000 sec	
Preemption enabled	
Priority is 120	
Track object 10 state Up decrement 30	
Authentication MD5, key-string "cisco"	
Master Router is 150.1.13.1 (local), priority is 254	
Master Advertisement interval is 1.000 sec	
Master Down interval is 3.007 sec	

정보 확인 결과, 버추얼 라우터의 MAC 주소가 '0000.5e00.0101'로 설정된 것을 알 수 있다. 이때, '0000.5e00.01'은 VRRP가 사용하는 주소이며, 마지막 '01'은 VRRP 그룹 번호를 의미한다. 그럼 SW1에서 버추얼 라우터 MAC 주소인 '0000.5e00.0101'이 스위치 몇번 포트로 학습되었는지 확인하도록 하자.

[예제 31-32] R1과 R3에서 확인한 HSRP 상태 정보

```
SW1#show mac-address-table
```

Destination Address	Address Type	VLAN	Destination Port
-----	-----	-----	-----
c005.09c0.0000	Self	1	Vlan1
c000.09c0.0001	Dynamic	1	FastEthernet1/1
c002.09c0.0001	Dynamic	1	FastEthernet1/3
<u>0000.5e00.0101</u>	<u>Dynamic</u>	<u>1</u>	<u>FastEthernet1/1</u>
c003.09c0.0001	Dynamic	1	FastEthernet1/4
c004.09c0.0001	Dynamic	1	FastEthernet1/5

정보 확인 결과, Master 라우터 R1이 연결된 F1/1 포트로 버추얼 라우터 MAC 주소가 학습된 것을 알 수 있다. 그럼 R4에서 외부 네트워크 '13.13.12.2'로 'traceroute'를 실시하여 Master 라우터인 R1을 통하여 패킷을 전송하는지 확인하도록 하자.

[예제 31-33] R4에서 실시한 'tracroute' 결과

```
R4#traceroute 13.13.12.2
```

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 13.13.12.2

1	150.1.13.1	48 msec	44 msec	44 msec
2	13.13.9.2	76 msec	*	52 msec

'traceroute' 테스트 결과, R4는 Master 라우터인 R1을 통하여 외부 네트워크로 패킷이 전송되는 것을 알 수 있다. 그럼 R4에서 ARP 정보를 확인하여 버추얼 라우터에 대한 IP 주소와 MAC 주소를 확인하도록 하자.

[예제 31-34] R4에서 확인한 ARP 테이블 정보

```
R4#show arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	150.1.13.1	0	c000.09c0.0001	ARPA	FastEthernet0/1
Internet	150.1.13.3	0	c002.09c0.0001	ARPA	FastEthernet0/1
Internet	150.1.13.4	-	c003.09c0.0001	ARPA	FastEthernet0/1
Internet	<u>150.1.13.254</u>	<u>1</u>	<u>0000.5e00.0101</u>	ARPA	FastEthernet0/1

정보 확인 결과, R4는 버추얼 라우터의 IP 주소 '150.1.13.254'에 대한 MAC 주소인 '0000.5e00.0101'을 학습한 것을 알 수 있다. 이 정보는 Master 라우터인 R1이 장애가 발생하여, R3가 Master 라우터를 수행할 경우

에도 사용되는 ARP 정보이다. 즉, R4는 게이트웨이(R1)가 장애가 발생할 경우, 새로운 게이트웨이(R3)에 대한 MAC 주소를 학습하기 위한 ARP 요청 과정을 실시할 필요가 없다.