



VP5200 Series Switch

Common User Guide

Chapter #9



목 차

| | |
|---|----------|
| 9 IP 멀티캐스트 라우팅 | 4 |
| 9.1. IP 멀티캐스트 라우팅 개요 | 4 |
| 9.2. IGMP 개요 | 6 |
| 9.3. PIM-SM 개요 | 6 |
| 9.4. IP 멀티캐스트 라우팅 설정 | 7 |
| 9.4.1. Enable IP 멀티캐스트 라우팅 | 7 |
| 9.4.2. Enable IGMP-TRAP on an interface | 7 |
| 9.4.3. Enable PIM on an interface | 8 |
| 9.4.4. Enable IGMP on an interface | 8 |
| 9.4.5. Configure IGMP Functionality | 9 |
| 9.4.5.1. IGMP Access Group | 9 |
| 9.4.5.2. IGMP Query Transmit Interval | 10 |
| 9.4.5.3. IGMP Leave Timeout | 10 |
| 9.4.5.4. IGMP Member checking interval | 11 |
| 9.4.5.5. IGMP Querier Timeout | 12 |
| 9.4.5.6. IGMP Maximum Query Response Time | 13 |
| 9.4.6. Configure PIM-SM Functionality | 14 |
| 9.4.6.1. PIM-SM Assert Metric | 14 |
| 9.4.6.2. PIM-SM Assert Preference | 15 |
| 9.4.6.3. PIM-SM BSR Border | 16 |
| 9.4.6.4. PIM-SM JoinPrune Interval | 16 |
| 9.4.6.5. PIM-SM mcache check interval | 17 |
| 9.4.6.6. PIM-SM Neighbor Filter | 17 |
| 9.4.6.7. PIM-SM Register Filtering | 18 |
| 9.4.6.8. PIM-SM Whole Packet Checksum | 19 |
| 9.4.6.9. Candidate BSR | 20 |
| 9.4.6.10. Candidate RP | 20 |
| 9.4.6.11. Static RP | 21 |
| 9.4.6.12. Static Group | 22 |
| 9.4.6.13. Static Join | 23 |
| 9.4.6.14. Static Multicast Route Path | 24 |

| | |
|--|----|
| 9.4.6.15. Multicast Route Entry 제한 | 25 |
| 9.4.6.16. Switchover Recovery Delay | 26 |
| 9.4.6.17. RPF Load-balance..... | 26 |
| 9.4.7. Display System and Network Statistics | 27 |

표 목차

| | |
|--------------------------------|----|
| 표 1 멀티캐스트 프로토콜 | 5 |
| 표 2 멀티캐스트 라우팅 관련 모니터링 명령어..... | 27 |

IP 멀티캐스트 라우팅

본 장에서는 IP 멀티캐스트 라우팅의 구성요소와 VP5200 Series 스위치에서의 IP 멀티캐스트 라우팅 설정에 대해 설명한다.

9.1. IP 멀티캐스트 라우팅 개요

IP 멀티캐스팅은 하나의 IP 호스트가 여러 IP 호스트들로 구성된 하나의 그룹으로 패킷을 전송할 수 있게 하는 기능이다. 이 호스트들의 그룹은 로컬 네트워크에 있는 장비들, 사설망내에 있는 장비들, 또는 로컬 네트워크 바깥의 장비들을 포함할 수 있다. 트래픽을 생성하는 호스트에서는 트래픽을 받고자하는 호스트들에 대해 각각의 패킷을 전송하는 것이 아니라 하나의 패킷만을 그 그룹으로 전송하는 것이다.

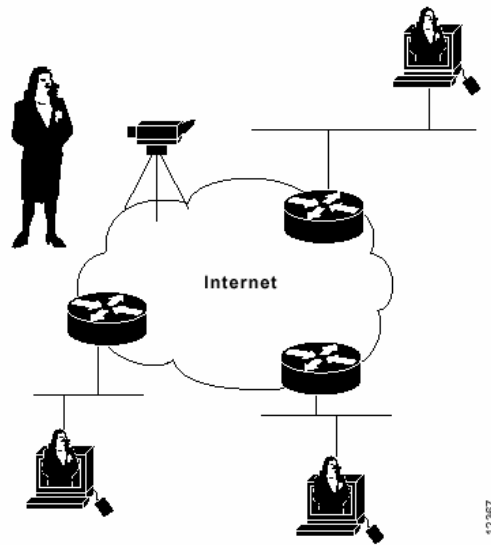


그림 1 여러 목적지에 트래픽을 전달하는 방법을 제공하는 멀티캐스팅

여러 멀티캐스트 라우팅 프로토콜들은 멀티캐스트 그룹을 발견하고 각 그룹에 대한 경로를 생성하기 위해 사용된다. 예를 들면, Protocol-Independent Multicast (PIM), Distance-Vector Multicast Routing Protocol(DVMRP), Multicast Open Shortest Path First (MOSPF)와 같은 것들이 있다. 다음 <표-1>은 각 프로토콜의 유니캐스트에 대한 요구 사항과 flooding 알고리즘을 요약한 것이다.

표 1 멀티캐스트 프로토콜

| 프로토콜 | 유니캐스트 프로토콜 | flooding 알고리즘 |
|-----------------|------------|-----------------------------|
| PIM-dense mode | Any | Reverse path flooding (RPF) |
| PIM-sparse mode | Any | RPF |
| DVMRP | Internal | RPF |
| MOSPF | OSPF | Shortest-path first |

9.2. IGMP 개요

IGMP 는 IP 호스트가 IP 멀티캐스트 그룹 멤버십을 라우터에 등록하기 위해 사용되는 프로토콜이다. 라우터는 등록된 그룹의 멤버십 상태를 갱신하기 위하여 주기적으로 멤버십 질의를 한다. IP 호스트가 질의에 응답을 하면 그 그룹의 등록은 유지된다.

IP 멀티캐스트에서 사용되는 멀티캐스트 그룹 주소로 class D IP 주소가 사용되며 IGMPv2 는 RFC1112 에 정의되어 있다.

9.3. PIM-SM 개요

PIM-SM 은 다수의 멀티캐스트 데이터 스트림에 대해서 비교적 적은 수의 LAN 들을 연결하기 위해 최적화된 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이다. PIM-SM 은 rendezvous point 을 정의하는데 이것은 멀티캐스트 패킷의 라우팅을 편리하게 하기 위한 등록점으로 사용된다.

특정 멀티캐스트 서버가 인접한 멀티캐스트 라우터로 멀티캐스트 패킷을 전송하면, 인접한 멀티캐스트 라우터는 이 멀티캐스트 패킷을 rendezvous point 로 보낸다. 멀티캐스트 패킷을 수신하고자 하는 멀티캐스트 라우터는 rendezvous point 로부터 해당 멀티캐스트 패킷을 수신하여 호스트로 전송하게 된다.

9.4. IP 멀티캐스트 라우팅 설정

9.4.1. Enable IP 멀티캐스트 라우팅

기본적으로 멀티캐스트 패킷을 포워딩하기 위해서는 IP 멀티캐스트 라우팅이 **enable** 되어야 한다. 다음의 명령을 global configuration mode 에서 사용한다.

| 명령어 | 설명 |
|---|---|
| ip multicast-routing igmp-querier | Multicast Routing 을 위한 IGMP Host Membership 관리를 위해서 IGMP Querier 를 enable 한다. |
| no ip multicast-routing igmp-querier | IGMP Querier 를 Disable 한다. |
| ip multicast-routing pim-sm | Multicast Routing 을 위해서 PIM-SM 을 enable 한다. |
| no ip multicast-routing pim-sm | PIM-SM 을 Disable 한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# ip multicast-routing pim-sm
Router(config)# ip multicast-routing igmp-querier
```

9.4.2. Enable IGMP-TRAP on an interface

라우터에서 IGMP Querier 를 활성화할 때에는 IGMP packet 들을 수신할 수 있도록 각 port interface 에서 IGMP-TRAP 을 반드시 enable 해야 한다.

| 명령어 | 설명 |
|---------------------|----------------------------------|
| igmp-trap | 해당 인터페이스에 igmp-trap 를 enable 한다. |
| no igmp-trap | igmp-trap 를 Disable 한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface fa1
Router(config-if-fa1)# igmp-trap
```

9.4.3. Enable PIM on an interface

PIM-SM 의 실행을 위해서는 해당 인터페이스에 PIM Flag 가 반드시 enable 되어있어야 한다. 인터페이스에서 PIM Flag 를 enable 하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|------------------|---------------------------------|
| ip pim | 해당 인터페이스에 PIM Flag 를 enable 한다. |
| no ip pim | PIM Flag 를 Disable 한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim
Router# show ip pim interface
```

| Address | Interface | Status | Version/Mode | Nbr Count | JP Intvl | MCache Intvl | CISCO ChkSum | PRI | DR |
|------------|-----------|--------|--------------|--------------|-------------|-----------------|-----------------|-----|------------|
| 10.1.1.254 | vlan1 | UP | v2/Sparse | 0 | 60 | 110 | OFF | 1 | 10.1.1.254 |

9.4.4. Enable IGMP on an interface

IGMP Querier 의 실행을 위해서는 해당 인터페이스에 IGMP Flag 가 반드시 enable 되어 있어야 한다. 인터페이스에서 IGMP Flag 를 enable 하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|-------------------|----------------------------------|
| ip igmp | 해당 인터페이스에 IGMP Flag 를 enable 한다. |
| no ip igmp | IGMP Flag 를 Disable 한다. |

```

Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip igmp
Router# show ip igmp interface
Name : vlan1
    IGMP is enabled on interface.
    Current IGMP version is 2
    IGMP leave-timeout is 5 seconds.
    IGMP member-checking-interval is 2 seconds.
    IGMP querier-timeout is 125 seconds.
    IGMP query-interval is 60 seconds.
    IGMP query-max-response-time is 10 seconds.
    Internet address is 10.1.1.254, subnet mask is 255.255.255.0.
    Quering Router(10.1.1.254)

```

9.4.5. Configure IGMP Functionality

IGMP의 다양한 특성들에 대해 설정하기 위해서는 다음에 나오는 작업들을 수행한다.

9.4.5.1. IGMP Access Group

멀티캐스트 라우터는 이 라우터가 부착된 네트워크의 호스트들이 가입한 멀티캐스트 그룹들을 알아내기 위해 **IGMP host-query** 메시지를 주기적으로 전송한다. 이후, 라우터는 해당 멀티캐스트 그룹을 목적지로 하는 모든 패킷들이 오면 이를 이 그룹의 멤버들에게 포워딩한다. 인터페이스에 의해 서비스되는 서브넷의 호스트들이 가입할 수 있는 멀티캐스트 그룹을 제한하기 위한 각 인터페이스에 필터를 설정할 수 있다.

인터페이스에서 특정 멀티캐스트 그룹의 접근을 필터링하기 위해서는 아래의 명령을 **interface configuration mode**에서 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|--|--|
| ip igmp access-group <i>access-list-number</i> | 해당 인터페이스에 의해 서비스되는 서브넷의 호스트들이 가입할 수 있는 멀티캐스트 그룹 제어 |
| no ip igmp access-group | 해당 인터페이스에 설정된 그룹제어를 해제한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# access-list 1 deny 239.0.0.0/8
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip igmp access-group 1
```

9.4.5.2. IGMP Query Transmit Interval

멀티캐스트 라우터는 Multicast Membership 관리를 위해서 주기적으로 IGMP Query 메시지를 전송한다. 이 메시지는 TTL 을 1 로 하며, all-system-group-address 인 224.0.0.1 로 보내진다.

멀티캐스트 라우터들은 LAN (서브넷)을 위한 IGMP Query 메시지를 전송하기 위한 IGMP Querier router 를 선출하는데, IP 주소의 값이 가장 작은 라우터가 선출되게 된다. 선출된 Querier Router 는 LAN 상의 모든 호스트들에게 IGMP Query 메시지를 전송할 책임이 있으며, 또한 RP 라우터에게 PIM Register 와 PIM Join 메시지를 전송한다.

디폴트로 IGMP Querier Router 는 호스트와 네트워크의 IGMP 오버헤드를 낮게 유지하기 위하여 IGMP host-query 메시지를 60 초마다 보낸다. 이 메시지의 전송 간격을 변경하려면, 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|---------------------------------------|--|
| ip igmp query-interval seconds | IGMP Querier Router 가 IGMP Query 메시지를 전송하는 간격을 설정 (Default : 60 초) |
| no ip igmp query-interval | 설정된 IGMP Query Interval 을 기본값으로 설정한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip igmp query-interval 120
```

9.4.5.3. IGMP Leave Timeout

IGMP Querier Router 는 Host로부터 특정 Multicast Group 에 대해 탈퇴하는 IGMP Leave 메시지를 수신한 경우, Host 가 포함된 해당 VLAN 에 또다른 Multicast Group 에 가입된 Host 가 있

는지 Multicast Membership 을 Checking 하게 된다.

해당 VLAN 의 Membership 을 Checking 한 후, Multicast Group 에 대한 Member 가 더 이상 존재하지 않으면, Multicast Membership 에서 삭제된다.

디폴트로 Multicast Membership Checking 시간은 260 초이다.

IGMP Querier Router 가 사용하는 IGMP 의 Leave-timeout 을 변경하기 위해서는 interface configuration mode 에서 다음의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|--------------------------------------|---|
| ip igmp leave-timeout seconds | IGMP member leave timeout 설정한다. (Default:260 초) |
| no ip igmp leave-timeout | 설정된 IGMP Leave Timeout 을 기본값으로 설정한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip igmp leave-timeout 30
```

9.4.5.4. IGMP Member checking interval

IGMP Querier Router 는 Host 로부터 특정 Multicast Group 에 대해 탈퇴하는 IGMP Leave 메시지를 수신한 경우, Host 가 포함된 해당 VLAN 에 또다른 Multicast Group 에 가입된 Host 가 있는지 Multicast Membership 을 Checking 하게 된다.

Multicast Membership 을 Checking 하기 위해서 전송되는 IGMP Query 메시지는 TTL 을 1 로 하며, all-system-group-address 인 224.0.0.1 로 보내진다.

설정된 Member Checking Interval 은 IGMP Specific-Query Message 에 포함된 Max-Response-Time 으로 사용된다. Member Checking Interval 이 설정되지 않은 경우, IGMP Specific-Query Message 에 포함된 Max-Response-Time 은 Default “1”초이다.

디폴트로 Specific IGMP Query 메시지를 전송하는 주기는 2 초이며, member-checking-interval 을 변경하기 위해서는 interface configuration mode 에서 다음의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|---|---------------------------------------|
| ip igmp member-checking-interval | IGMP member checking interval 을 지정한다. |

| | |
|--|---|
| <i>seconds</i> | (Default : 2 초) |
| no ip igmp member-checking-interval | 설정된 IGMP member checking interval 을 기본값으로 설정한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip igmp member-checking-interval 1
```

9.4.5.5. IGMP Querier Timeout

서브넷에 있는 IGMP Querier Router 의 동작이 멈추면, 서브넷의 또다른 멀티캐스트 라우터가 해당 인터페이스의 IGMP Querier Router 가 되어 서브넷의 Multicast Membership 관리는 지속적으로 유지된다.

IGMP Non-Querier Router 는 지정된 Querier Timeout 동안 IGMP Querier Router 로부터 IGMP Query 메시지를 수신하지 못하면, Multicast Membership 관리를 위해서 IGMP Querier 의 역할을 수행하게 된다. 이 특징은 IGMPv2 인 경우에만 허용된다.

디폴트로 멀티캐스트 라우터는 **ip igmp query-interval** 에 의해 설정된 query interval value 의 2 배를 기다린다.

| 명령어 | 설명 |
|---|---|
| ip igmp querier-timeout <i>seconds</i> | IGMP Querier timeout 을 지정한다. (Default : 255 초) |
| no ip igmp querier-timeout | 설정된 IGMP Querier timeout 을 기본값으로 설정한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip igmp querier-timeout 300
```

9.4.5.6. IGMP Maximum Query Response Time

디폴트로 IGMP 에 Query 메시지에 의해 통지되는 maximum query response time 은 10 초이다. 이 값의 변경은 라우터가 IGMPv2 를 사용하고 있는 경우에만 가능하다. Host 는 IGMP query message 를 수신하면 query message 에 설정된 maximum query response time 값 이내의 임의의 시간에 report message 를 전송하게 된다. 이를 통하여 IGMP report 가 분산되어 전달되는 효과를 얻게 되는 것이다. 또한 이 값을 조절하여 Sub-Network 의 multicast traffic 의 flooding 을 tuning 할 수 있다.

설정된 Query-Response-Time 은 IGMP General Query 의 Max-Response-Time 으로만 사용된다.

이 Maximum Query Response Time 의 설정 범위는 1 ~ 25 초이며, Maximum query response time 을 변경하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|--|--|
| ip igmp query-max-response-time seconds | IGMP query 에 공시되는 maximum-query-response-time 을 지정한다. (Default : 10 초) |
| no ip igmp query-max-response-time | 설정된 query-max-response-time 을 기본값으로 설정한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip igmp query-max-response-time 5
```

9.4.6. Configure PIM-SM Functionality

PIM-SM v2 는 PIM-SM v1 에 대해 다음과 같은 개선점이 포함되었다.

- ✓ bootstrap router (BSR)은 fault-tolerant 한, 자동적인 RP discovery 와 distribution 메커니즘을 제공한다. 그러므로, 라우터들은 별도의 설정이 없이도 동적으로 group-to-RP 매핑을 할 수가 있다.
- ✓ PIM Join/Prune 메시지에 여러 address family 에 대한 유연한 인코딩이 가능하다.
- ✓ PIM 패킷은 더 이상 IGMP 패킷에 포함되지 않는다.

PIM-SM 은 PIM-SM 도메인의 모든 라우터들에 대한 각 그룹 prefix 에 대한 RP-set 정보를 발견하고 이를 광고하기 위하여 BSR 을 사용한다.

“Single point of failure”를 방지하기 위하여, PIM-SM 도메인 내에 여러 candidate BSR 를 설정할 수 있다. BSR 은 candidate BSR 들 중에서 자동적으로 선출된다. bootstrap 메시지를 이용하여 가장 우선순위가 높은 BSR 를 알아낸다. BSR 로 선출된 라우터는 PIM 도메인 내의 모든 라우터들에게 자신이 BSR 임을 알린다

Candidate RP 로 설정된 라우터들은 자신이 맡을 group 의 범위를 BSR 에게 유니캐스트로 알린다. BSR 은 bootstrap 메시지에 이 정보를 포함시키고 도메인 내의 모든 PIM 라우터들에 이 메시지를 전송한다. 이 정보를 바탕으로 모든 라우터는 특정 멀티캐스트 그룹에 대한 RP 를 알아낼 수 있게 된다. 라우터가 bootstrap 메시지를 받는 한, 라우터는 현재의 RP map 을 가지게 되는 것이다.

9.4.6.1. PIM-SM Assert Metric

Multi-Access Network 에서 Multicast Packet Originator 혹은 RP 로 평행한 Multicast Routing Path 가 존재할 수 있다. 이러한 Network 에서는 여러 Multicast Router 들로부터 복제된 동일한 패킷을 수신하는 Multicast Group Member 가 발생할 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 PIM-SM 은 지정된 Assert Router 를 결정하기 위해서 PIM-SM Assert 메시지를 사용한다.

만약 모든 Multicast Router 들이 동일한 unicast protocol 을 사용하고 있다면, 최상의 메트릭을 가진 라우터가 Assert Router 로 지정된다. 예를 들어, 만약 모든 라우터가 RIP 를 사용하고 있다면, 가장 적은 홉 수를 지닌 라우터가 선택되며, 메트릭이 같다면, 최상위의 IP 주소를 지닌

라우터가 선택된다.

이러한 Assert 를 위한 Metric 의 기본값은 0xFFFFFFFF 이며, 설정의 변경은 interface configuration mode 에서 실행한다.

Assert Metric 을 변경하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다

| 명령어 | 설명 |
|---|--|
| ip pim assert-metric <i>Metric Value</i> | Assert 메시지의 Metric 을 지정한다. (Default : 0xFFFFFFFF) |
| no ip pim assert-metric | 설정된 Assert Metric 을 기본값으로 설정한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim assert-metric 10
```

9.4.6.2. PIM-SM Assert Preference

Assert 를 위한 Metric Preference 의 기본값은 0x7FFFFFFF 이며, 가장 큰 Preference 의 값을 가진 Router 가 Assert Router 가 된다.

Metric Preference 를 변경하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다

| 명령어 | 설명 |
|---|--|
| ip pim assert-preference <i>Preference Value</i> | Assert 메시지의 Metric Preference 를 지정 (Default : 0x7FFFFFFF) |
| no ip pim assert-preference | 설정된 Metric Preference 를 기본값으로 설정한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim assert-preference 10
```

9.4.6.3. PIM-SM BSR Border

해당 인터페이스로 bootstrap router (BSR) 메시지가 송수신 되는 것을 막고 싶을 때 사용한다

BSR Border 를 설정하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다

| 명령어 | 설명 |
|-----------------------------|----------------------------------|
| ip pim bsr-border | 해당 인터페이스로의 BSR 메시지 송수신을 차단한다. |
| no ip pim bsr-border | 설정된 인터페이스의 BSR 메시지 송수신 차단을 해제한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim bsr-border
```

9.4.6.4. PIM-SM JoinPrune Interval

Multicast Router 는 Multicast Membership 을 유지하기 위해서 PIM-SM JoinPrune 메시지를 정기적으로 SPT 또는 RPT 의 Routing Path 의 Upstream Multicast Router 로 전송하며, Multicast Traffic 의 전달을 유지한다.

PIM-SM JoinPrune 메시지의 전송 주기의 기본값은 60 초이며, PIM-SM JoinPrune 메시지의 전송 주기를 변경하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다

| 명령어 | 설명 |
|--|--|
| ip pim jp-interval <i>Seconds</i> | PIM-SM JoinPrune 메시지의 전송주기를 설정 (Default : 60 초) |
| no ip pim jp-interval | 설정된 JoinPrune 메시지의 전송주기를 기본값으로 설정한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim jp-interval 30
```

9.4.6.5. PIM-SM mcache check interval

지정된 시간마다 Multicast Traffic 의 Flooding 유무를 검사한다. Multicast Traffic 이 더 이상 흐르지 않는 경우, Multicast Cache 에서 Multicast Entry 를 삭제하며 Multicast Membership Entry 를 갱신하게 된다.

Multicast Cache Check 주기의 기본값은 110 초이다.

Multicast Cache Check 주기를 변경하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다

| 명령어 | 설명 |
|---|--|
| ip pim mcache-check-interval <i>Seconds</i> | Multicast Cache Check 주기를 설정한다. (Default : 110 초) |
| no ip pim mcache-check-interval | 설정된 Multicast Cache Check 주기를 기본값으로 설정한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim mcache-check-interval 220
```

9.4.6.6. PIM-SM Neighbor Filter

서브넷에 포함된 원하지 않는 PIM-SM Neighbor 로부터의 PIM-SM 프로토콜 메시지를 필터링하기를 원하는 경우 아래의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|-----|----|
|-----|----|

| | |
|---|---|
| ip pim neighbor-filter <i>access-list-number</i> | 지정된 access-list 에 의해 PIM-SM 프로토콜 메시지를 차단한다. |
| no ip pim neighbor-filter | 설정된 neighbor-filter 를 해제한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim neighbor-filter 1
```

9.4.6.7. PIM-SM Register Filtering

Multicast Packet 을 수신한 First-Hop Router 는 PIM Register 메시지를 RP 로 전송하여 Multicast Source 정보를 등록한다. 등록되는 Multicast Source 정보들에는 원하지 않은 Source 이거나 Group 에 대한 등록이 포함될 수 있으며, Network 운영자는 RP 또는 First-Hop Router 는 원하지 않은 특정 Source 또는 Group 에 대한 Register Filtering 을 제한할 수 있다. Register Filtering 이 설정되면, 설정된 VLAN Interface 로의 PIM-SM Register 메시지 전송 또는 수신이 불가능하다.

Group 별 Register Filtering 을 설정하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|---|--|
| ip pim register-filter-group <i>access-list-number</i> | 지정된 access-list 에 의해 Register 되는 Group 을 차단한다. |
| no ip pim register-filter-group | 설정된 register-filter 를 해제한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim register-filter-group 1
```

Source 별 Register Filtering 을 설정하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|---|---|
| ip pim register-filter-source <i>access-list-number</i> | 지정된 access-list 에 의해 Register 되는 Source 를 차단한다. |
| no ip pim register-filter-source | 설정된 register-filter 를 해제한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim register-filter-source 1
```

9.4.6.8. PIM-SM Whole Packet Checksum

멀티캐스트 Originator 로부터 전송된 Multicast Packet 을 수신한 First-Hop 에 위치한 라우터는 RP 로 해당 Packet 을 PIM-SM Register 메시지 내에 포함하여 unicast routing 을 통하여 전달한다. 이 PIM-SM Register 메시지를 수신한 RP 는 메시지 내에 포함된 Multicast Packet 을 Multicast Membership Entry 에 전송하게 된다.

RFC 표준에 의하면, PIM-SM Register 메시지의 Checksum 은 Header 부분만 계산되지만, CISCO 라우터의 경우 Register 메시지 전체가 계산된다. 따라서 CISCO 라우터와 호환하기 위해서는 반드시 Checksum 의 계산은 메시지 전체가 되어야 한다.

Whole Packet Check 을 설정하기 위해서는 다음의 명령을 interface configuration mode 에서 실행한다

| 명령어 | 설명 |
|--|---------------------------------------|
| ip pim whole-packet-checksum | 해당 Interface 를 CISCO 라우터와 호환하도록 설정한다. |
| no ip pim whole-packet-checksum | 설정된 whole-packet-checksum 을 해제한다. |

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface vlan1
Router(config-if-vlan1)# ip pim whole-packet-checksum
```

9.4.6.9. Candidate BSR

라우터가 candidate BSR 로 동작하기 위해서는 Network 의 Backbone 과 연결이 되어야 한다. 라우터를 Candidate BSR 로 설정하기 위해서는 global configuration mode 에서 다음의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|---|----------------------------------|
| ip pim bsr-candidate ifname [hash-mask-length] [priority] | 라우터가 BSR candidate 로 동작하도록 설정한다. |
| no ip pim bsr-candidate ifname | 설정된 BSR candidate 를 해제한다. |

```
Router(config)# ip pim bsr-candidate vlan1 32 100
Router# show ip pim bsr-router
Local Bootstrap Router Information (state : ELECTED)
  BSR address : 10.1.1.254      Priority : 100   Hash-Mask-Length : 32
  Start-Time  : 00:00:07      Next Bootstrap in 00:00:57
```

9.4.6.10. Candidate RP

라우터가 candidate RP 로 동작하기 위해서는 Network 의 Multicast Backbone 과 연결이 되어야 한다. RP 는 전체 IP 멀티캐스트 주소 공간에 대해서, 또는 일부분에 대해서 서비스를 할 수 있다. Candidate RP 는 candidate RP advertisement 메시지를 BSR 에게 전송한다.

라우터를 Candidate RP 로 설정하기 위해서는 global configuration mode 에서 다음의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|--|---------------------------------|
| ip pim rp-candidate ifname [rp- | 라우터가 RP candidate 로 동작하도록 설정한다. |

priority] [*access-list-number*]

no ip pim rp-candidate ifname 설정된 RP candidate 를 해제한다.

```
Router(config)# access-list 1 permit 224.1.1.0/24
Router(config)# access-list 1 permit 224.2.2.0/24
Router(config)# ip pim rp-candidate lo0 10 1
Router(config)# ip pim rp-candidate lo0 20 2
Router# show ip pim rp
SET of Rendezvous Point(RP) Informations.
RP addr : 10.1.1.254
Group   : 224.2.2.0 MaskLen : 24 Priority : 20 Holdtime : 150
Group   : 224.1.1.0 MaskLen : 24 Priority : 20 Holdtime : 150
Next Cand RP Advertisement in 00:00:05
```

9.4.6.11. Static RP

candidate RP 와 BSR 을 설정할 수 없는 Network 의 환경에서 특정 멀티캐스트 라우터의 interface 를 RP interface 로 지정하여 RP candidate 로서 수행하고자 할 때 설정할 수 있다. 설정된 Static RP 의 정보는 Bootstrap 메시지에 포함되지 않으며, 수신된 Bootstrap 의 RP 정보 보다 항상 높은 priority 를 갖는다.

라우터에 Static RP 의 정보를 설정하기 위해서는 global configuration mode 에서 다음의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|--|--------------------------|
| ip pim rp-address address access list number | 라우터에 Static RP 정보를 설정한다. |
| no ip pim rp-address address access list number | 설정된 Static RP 정보를 해제한다. |

```
Router(config)# access-list 1 permit 224.1.1.0/24
Router(config)# ip pim rp-address 200.1.1.254 1
Router# show ip pim rp
SET of Rendezvous Point(RP) Informations.
RP addr : 100.1.1.254
Group   : 224.1.1.0 MaskLen : 24 Priority : 196 Holdtime :
65535(Exp:18:12:15)
```

9.4.6.12. Static Group

Multicast membership entry 에 IGMP 및 PIM-SM 의 가입시 Join Delay Time 이 발생된다. Static Group 은 RP 혹은 Server 와 연결된 First-Hop-Router 로부터 Static Group 이 설정된 라우터까지 해당 Multicast Traffic 을 미리 수신함으로서 Local Sub-Network 으로의 Traffic 전송을 빠르게 할 수 있다.

라우터에 Static Group 을 설정하기 위해서는 global configuration mode 에서 다음의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|---|-----------------------------|
| ip pim static-group <multicast-address> | 라우터에 Static Group 정보를 설정한다. |
| no ip pim static-group <multicast-address> | 설정된 Static Group 정보를 해제한다. |

| 명령어 | 설명 |
|--|-----------------------------------|
| ip pim static-group <multicast-address> to <count> | Static Group 을 지정된 count 만큼 설정한다. |
| no ip pim static-group <multicast-address> to <count> | Static Group 을 지정된 count 만큼 해제한다. |

```

Router(config)# ip pim static-group 224.1.1.1
Router# show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Timers: Uptime/Expires
Flags : C - Directly Connected Host, L - Local(Router is member)
        P - Pruned All,                F - Register
        J - Join SPT,                  R - RP Bit
        X - Proxy Join Timer flag,    s - Source-Specific-Mcast
Interface state: Interface, Next-Hop, State/Mode

(*, 224.1.1.1/32), 00:00:06/00:00:00, RP 100.1.1.254, flags: SRXC
Incoming interface: vlan4091, RPF nbr 23.1.1.1 STATIC-GROUP
Outgoing interface list: Null

total (*, G) : 1, (S, G) : 0, max : 128

```

9.4.6.13. Static Join

특정한 Multicast Network 의 환경에 따라서 Multicast Membership 에 가입된 Member 가 존재하지 않는 Network 일지라도 Multicast Traffic 을 전송해야 될 경우가 있다.

이러한 경우, Multicast Traffic 을 전송해야 될 Network 의 VLAN Interface 를 Static Join 으로 설정하면 Member 의 존재유무를 검사하지 않고 지정된 Multicast Traffic 이 계속 Forwarding 된다.

라우터에 Static Join 을 설정하기 위해서는 global configuration mode 에서 다음의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|--|----------------------------|
| ip pim static-join <i>multicast-address IFNAME</i> | 라우터에 Static Join 정보를 설정한다. |
| no ip pim static-join <i>multicast-address IFNAME</i> | 설정된 Static Join 정보를 해제한다. |

| 명령어 | 설명 |
|--|---|
| ip pim static-join <i>multicast-address IFNAME to <count></i> | 라우터에 Static Join 정보를 지정된 count 만큼 설정한다. |

| | |
|--|--|
| no ip pim static-join <i>multicast-address IFNAME</i> to <i><count></i> | 설정된 Static Join 정보를 지정된 count 만큼 해제한다. |
|--|--|

```
Router(config)# ip pim static-join 224.1.1.1 vlan1
Router# show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Timers: Uptime/Expires
Flags: C - Directly Connected Host, L - Local(Router is member)
       P - Pruned All, F - Register
       J - Join SPT, R - RP Bit
       X - Proxy Join Timer flag, s - Source-Specific-Mcast
Interface state: Interface, Next-Hop, State/Mode

(*, 224.1.1.1/32), 00:00:03/18:12:15, RP 100.1.1.254, flags: SRXC
Incoming interface: vlan4092, RPF nbr 23.1.2.1
Outgoing interface list:
  vlan1, Forward/Sparse, 00:00:03/18:12:15 STATIC-JOIN

total (*, G) : 1, (S, G) : 0, max : 128
```

9.4.6.14. Static Multicast Route Path

PIM-SM 은 Unicast Routing Protocol 을 기반으로 동작한다. 하지만 Network 의 환경이나 라우터 의 운용에 따라서 특정한 Multicast Group 이나 Multicast Server 에 대해 Route Path 를 Unicast Routing Protocol 이외의 경로로 지정하여 운용할 경우, 다음과 같이 Multicast Route Path 를 global configuration mode 에서 다음의 명령을 실행한다.

설정된 Multicast Route Path 는 PIM-SM 에서만 유효한 경로이며, Unicast Routing Path 보다 우선한다.

| 명령어 | 설명 |
|---|---|
| ip mroute path <i><address/prefix> <neighbor-address></i> | 라우터에 multicast route RPT/SPT path 정보를 설정한다. |
| no ip mroute path <i><address/prefix> <neighbor-address></i> | 설정된 multicast route RPT/SPT path 정보를 해제한다. |

```
Router(config)# ip mroute path 10.1.1.254/32 20.1.1.1
Router # show ip mroute path
Codes: S - Multicast Route Path, G - Multicast Group Route Path

S> 10.1.1.254/32 via 20.1.1.1, vlan20
```

9.4.6.15. Multicast Route Entry 제한

Multicast 서비스를 제공하는 모든 System은 System 내의 Resource가 한정적이다. 따라서 Multicast Route Entry의 개수를 제한하여야만 안정적인 Multicast 서비스를 지속적으로 제공할 수 있다.

Multicast Route Entry 개수를 제한하기 위해서는 global configuration mode에서 다음의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|--|---|
| ip mroute max-entry <1-128> | Maximum mroute entry 개수를 지정한다. (default: 128 개) |
| no ip mroute max-entry | 설정된 multicast route entry 개수를 해제한다. |

```
Router(config)# ip mroute max-entry 100
Router(config)# exit
IP Multicast Routing Table
Timers: Uptime/Expires
Flags : C - Directly Connected Host, L - Local(Router is member)
        P - Pruned All,                F - Register
        J - Join SPT,                  R - RP Bit
        X - Proxy Join Timer flag,    s - Source-Specific-Mcast
Interface state: Interface, Next-Hop, State/Mode

total (*, G) : 0, (S, G) : 0, max : 100
```

9.4.6.16. Switchover Recovery Delay

PIM-SM은 지정된 mcache-check-interval 마다 주기적으로 Source 또는 RP에 대한 RPF를 검사한다. 지정된 RPF보다 Short-Path-Tree가 존재하는 경우, PIM-SM은 Short-Path-Tree로 즉시 Switchover한다.

시스템의 Upgrade를 위한 리부팅 등의 이유로 인하여 Network 장비간 절체 및 복구시

Network 환경으로 인하여 Multicast Traffic이 중단되는 현상이 발생할 수 있다.

이러한 현상은 절체후 복구시 Network에 설정된 Unicast Routing이 Static Routing일 때 발생할 수 있으며, 이러한 현상을 방지하기 위해서는 Switchover를 Delay해야 한다.

Switchover Recovery Delay를 "0"으로 설정하는 경우, 절체 및 복구후 SPT Switchover 동작을 하지 않는다.

Switchover Recovery Delay를 설정하기 위해서는 global configuration mode에서 다음의 명령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|---|---|
| ip pim switchover-recovery-delay <0-300> | 절체 후, 복구에 대한 switchover를 delay한다. |
| no ip pim switchover-recovery-delay | 설정된 switchover recovery delay 정보를 해제한다. |

```
Router(config)# ip pim switchover-recovery-delay 120
Router(config)#
```

9.4.6.17. RPF Load-balance

RPT 혹은 SPT에 대해 Metric이 동일한 RPF Interface가 하나이상 존재할 경우, PIM-SM은 각 Group별로 분산하여 Upstream Neighbor으로부터 해당 Multicast Traffic을 수신할 수 있다.

이러한 RPF Interface를 Load-balance로 지정할 경우, Multicast Traffic을 여러 Interface로 분리하여 수신하게 됨으로써 Bandwidth의 효율을 높일 수 있다.

설정을 위해서는 다음과 같이 Multicast Route Path를 global configuration mode에서 다음의 명

령을 실행한다.

| 명령어 | 설명 |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| ip pim rpf load-balance | 라우터에 RPF Load-balance 를 설정한다. |
| no ip pim rpf load-balance | 설정된 RPF Load-balance 정보를 해제한다. |

```
Router(config)# ip pim rpf load-balance
Router(config)#
```

9.4.7. Display System and Network Statistics

표 2 멀티캐스트 라우팅 관련 모니터링 명령어

| 명령어 | 설명 |
|-------------------------------|-------------------------------|
| show ip igmp groups | 호스트들이 가입한 멀티캐스트 그룹들을 보여준다. |
| show ip igmp interface | 인터페이스들의 멀티캐스트와 관련된 정보들을 보여준다. |
| show ip mroute | 멀티캐스트 라우팅 테이블의 내용을 보여준다. |
| show ip mroute path | 지정된 멀티캐스트 라우팅 경로의 내용을 보여준다. |
| show ip pim interface | PIM 이 설정된 인터페이스에 대한 정보를 보여준다. |
| show ip pim neighbor | PIM neighbor 들을 보여준다. |
| show ip pim bsr-router | BSR 라우터에 대한 정보를 보여준다. |
| show ip pim rp | RP 에 대한 정보를 보여준다. |
| show ip pim rp-hash | RP-HASH 에 대한 정보를 보여준다. |