

mVPN 네트워크의 IOS-XR PE 라우터에서 코어 트리 프로토콜 마이그레이션

목차

[소개](#)

[코어 트리 프로토콜 마이그레이션](#)

[C-멀티캐스트 프로토콜 마이그레이션](#)

[시나리오 1.](#)

[시나리오 2.](#)

[시나리오 3.](#)

[시나리오 4.](#)

[문제](#)

[솔루션](#)

[결론](#)

소개

이 문서에서는 mVPN(Multicast VPN) PIM(Protocol Independent Multicast) 코어 트리 기반 MDT(Multicast Distribution Tree)를 mLDP(Multipoint Label Distribution Protocol) 코어 트리 기반 MDT로 마이그레이션하는 방법에 대해 설명합니다. 또한 마이그레이션 시 데이터 MDT가 어떻게 표시되는지 자세히 설명합니다. 이 문서에서는 Cisco IOS®-XR를 실행하는 PE(Ingress Provider Edge) 라우터에 대한 마이그레이션에 대해서만 설명합니다.

코어 트리 프로토콜 마이그레이션

듀얼 캡슐화는 고객(C) 멀티캐스트 스트림을 다른 유형의 코어 트리도 동시에 전달할 수 있는 인그레스 라우터를 의미합니다. 예를 들어 Ingress PE 라우터는 하나의 C-멀티캐스트 스트림을 PIM 기반 코어 트리 및 mLDP 기반 코어 트리도 동시에 전달합니다. 이는 하나의 코어 트리 유형에서 다른 코어 트리 유형으로 mVPN을 성공적으로 마이그레이션하기 위한 요구 사항입니다.

듀얼 캡슐화는 PIM 및 mLDP에 대해 지원됩니다.

이중 캡슐화는 MPLS(Multiprotocol Label Switching) P2MP Traffic Engineering(TE)에 지원되지 않습니다.

기본 MDT GRE(Generic Routing Encapsulation) 및 기본 MDT mLDP 마이그레이션 또는 공존은 Ingress PE 라우터가 하나의 C-멀티캐스트 스트림을 PIM 기반 코어 트리 및 mLDP 기반 코어 트리도 동시에 전달한다는 사실에 의존합니다. 인그레스 PE가 두 MDT로 포워딩하는 동안 인그레스 PE 라우터는 한 코어 트리 유형에서 다른 코어 트리 유형으로 하나씩 마이그레이션할 수 있습니다.

일반적으로 PE 경로는 PIM 기반 코어 트리를 사용하는 가장 오래된 mVPN 구축 모델에서 mLDP 기반 트리를 사용하는 mVPN 구축 모델로 마이그레이션됩니다. 가장 오래된 mVPN 구현은 프로파일 0입니다. PIM 기반 코어 트리, BGP(Border Gateway Protocol) AD(Auto-Discovery) 없음, 오버레이 신호처리 중인 PIM입니다. 그러나 마이그레이션은 반대로 발생할 수도 있습니다.

이 마이그레이션 시나리오는 가장 일반적인 마이그레이션 시나리오입니다.코어(프로파일 0)의 GRE에서 기본 MDT mLDP 프로파일로 이동합니다.

가능한 몇 가지 기본 mLDP 프로파일이 있습니다.

다음 항목을 살펴보겠습니다.

- BGP AD가 없는 mLDP
- BGP AD 및 PIM C 시그널링을 사용하는 mLDP
- BGP AD 및 BGP C-시그널링을 사용하는 mLDP

후자의 경우 C-신호 프로토콜의 마이그레이션도 있습니다.

기억해야 할 사항 중 하나는 BGP AD를 사용할 때 기본적으로 BGP에서 데이터 MDT를 알리는 것입니다.BGP AD가 없는 경우 BGP에서 데이터 MDT를 신호를 보낼 수 없습니다.

어떤 경우든 인그레스 PE에는 프로파일 0과 mLDP 프로파일이 모두 구성되어 있어야 합니다.인그레스 PE는 C-멀티캐스트 트래픽을 두 코어 트리 프로토콜의 두 MDT(기본값 또는 데이터)로 전달합니다.따라서 Ingress PE에서 두 Default MDT를 모두 구성해야 합니다.

이그레스 PE가 코어 트리 프로토콜 PIM 및 mLDP를 실행할 수 있는 경우 C-멀티캐스트 트래픽을 가져올 트리를 결정할 수 있습니다.이는 이그레스 PE에 RPF(Reverse Path Forwarding) 정책을 구성하여 수행됩니다.

이그레스 PE 라우터가 프로파일 0만 사용할 수 있는 경우 해당 PE는 코어의 PIM 트리만 조인하고 PIM 기반 트리에서 C-멀티캐스트 스트림을 수신합니다.

참고:PIM Sparse Mode를 사용하는 경우 GRE 기반 및 mLDP 기반 MDT 모두에서 RP-PE 및 S-PE에 모두 연결할 수 있어야 합니다.

C-멀티캐스트 프로토콜 마이그레이션

C-멀티캐스트 프로토콜은 PIM에서 BGP로 또는 그 반대로 마이그레이션할 수 있습니다.이는 PIM 또는 BGP를 오버레이 프로토콜로 선택하도록 이그레스 PE를 구성하여 수행됩니다.PIM 또는 BGP에 의해 조인을 보내는 이그레스 PE입니다.인그레스 PE는 마이그레이션 시나리오에서 두 가지를 모두 수신 및 처리할 수 있습니다.

다음은 이그레스 PE에 구성된 C-멀티캐스트 프로토콜의 마이그레이션 예입니다.

```
router pim
vrf one
address-family ipv4
  rpf topology route-policy rpf-for-one
  mdt c-multicast-routing bgp
  !
  interface GigabitEthernet0/1/0/0
    enable
  !
!
!
!
route-policy rpf-for-one
```

```

set core-tree mldp-default
end-policy
!

```

BGP는 오버레이 신호 프로토콜로 활성화됩니다.기본값은 PIM입니다.

시나리오

시나리오에 사용되는 설정을 보려면 그림 1.을 참조하십시오.

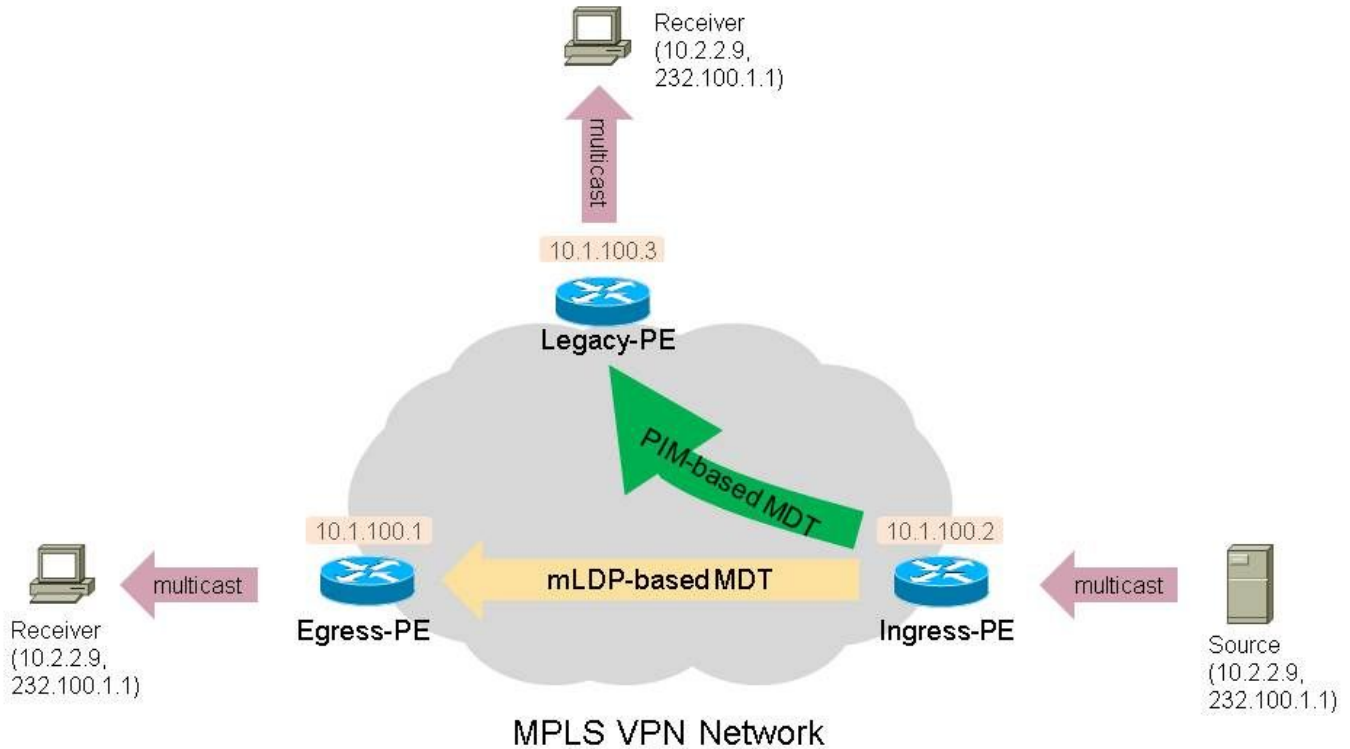


그림 1.

이러한 시나리오에서는 수신기 PE 라우터로 하나 이상의 레거시 PE 라우터를 가지고 있습니다.프로파일 0(기본 MDT - GRE - PIM C-멀티캐스트 신호)만 실행하는 라우터입니다.

이 라우터에는 BGP IPv4 MDT가 구성되어 있어야 합니다.

mLDP 기반 프로파일을 실행하는 Receiver-PE 라우터가 하나 이상 있습니다.모두 기본 MDT mLDP 프로파일(1, 9, 13, 12, 17), 모든 분할된 MDT mLDP 프로파일(2, 4, 5, 14,15) 및 프로파일 7입니다. P2MP TE용 프로파일 8도 지원됩니다.

인그레스 PE 라우터는 듀얼 엔ap 라우터입니다.프로필 0 및 mLDP 기반 프로필을 실행합니다.

이 인그레스 PE 라우터는 항상 PIM 기반 MDT 및 mLDP 기반 MDT 모두에서 트래픽을 전달해야 합니다. 이러한 MDT는 기본값과 데이터 MDT가 될 수 있습니다.

레거시 라우터로서 IOS를 실행하는 라우터를 사용합니다. 이 라우터는 프로파일 0만 실행할 수 있습니다. 레거시 라우터의 컨피그레이션은 다음과 같습니다.

```

vrf definition one
rd 1:3

```

```
vpn id 1:1
route-target export 1:1
route-target import 1:1
!
address-family ipv4
mdt default 232.1.1.1
exit-address-family
```

BGP IPv4 MDT를 구성해야 합니다.

```
router bgp 1
...
address-family ipv4 mdt
neighbor 10.1.100.7 activate
neighbor 10.1.100.7 send-community extended
exit-address-family
!
...
```

시나리오 1.

하나 이상의 레거시 PE 라우터가 Receiver-PE 라우터로 있습니다.

프로파일 1(기본 MDT - mLDP MP2MP PIM C-멀티캐스트 신호)을 실행하는 Receiver-PE 라우터로 하나 이상의 PE 라우터가 있습니다.

BGP AD 또는 BGP C-멀티캐스트 시그널링은 전혀 없습니다.

프로파일 1을 실행 중인 Receiver-PE 라우터의 컨피그레이션:

```
vrf one
vpn id 1:1
address-family ipv4 unicast
import route-target
  1:1
!
export route-target
  1:1
!
!

router pim
vrf one
address-family ipv4
rpf topology route-policy rpf-for-one
!
interface GigabitEthernet0/1/0/0
enable
!
!
!
!

route-policy rpf-for-one
set core-tree mldp-default
end-policy
!

multicast-routing
```

```
vrf one
address-family ipv4
 mdt source Loopback0
 mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
 mdt data 100
 rate-per-route
 interface all enable
 !
 accounting per-prefix
 !
 !
 !
```

```
mpls ldp
 mldp
 logging notifications
 address-family ipv4
 !
 !
 !
```

```
route-policy rpf-for-one
 set core-tree mldp-default
```

인그레스 PE 라우터의 컨피그레이션:

```
vrf one
vpn id 1:1
address-family ipv4 unicast
import route-target
1:1
!
export route-target
1:1
!
!
```

```
router pim
vrf one
address-family ipv4
!
interface GigabitEthernet0/1/0/0
enable
!
!
!
```

```
multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
mdt source Loopback0
interface all enable
!
 mdt default ipv4 232.1.1.1
 mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
 mdt data 255
 mdt data 232.1.2.0/24
!
!
!
```

```
mpls ldp
 mldp
```

```
logging notifications
address-family ipv4
!
!
!
```

인그레스 PE 라우터에는 레거시 PE 라우터의 BGP 주소군 IPv4 MDT가 있어야 합니다.

인그레스 PE는 두 가지 MDT 유형으로 전달되어야 합니다.

```
Ingress-PE#show mrib vrf one route 232.100.1.1
```

```
IP Multicast Routing Information Base
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, MF - MPLS Encap, EX - Extranet
MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
IRMI - IR MDT Interface
```

```
(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.2.2.9 Flags: RPF MT
MT Slot: 0/1/CPU0
Up: 00:56:09
```

```
Incoming Interface List
```

```
GigabitEthernet0/1/0/0 Flags: A, Up: 00:56:09
```

```
Outgoing Interface List
```

```
mdtone Flags: F NS MI MT MA, Up: 00:22:59 <<< PIM-based tree
```

```
Lmdtone Flags: F NS LMI MT MA, Up: 00:56:09 <<< mLDP-based tree
```

인그레스 PE는 인터페이스 모드의 레거시 PE와 인터페이스 Lmdtone의 프로파일 1 PE를 PIM 인접 디바이스로 확인해야 합니다.

```
Ingress-PE#show pim vrf one neighbor
```

```
PIM neighbors in VRF one
```

```
Flag: B - Bidir capable, P - Proxy capable, DR - Designated Router,
```

```
E - ECMP Redirect capable
```

```
* indicates the neighbor created for this router
```

Neighbor Address	Interface	Uptime	Expires	DR	pri	Flags
10.1.100.1	Lmdtone 6w1d	00:01:29	1	P		
10.1.100.2*	Lmdtone	6w1d	00:01:15	1	(DR)	P
10.1.100.2*	mdtone	5w0d	00:01:30	1		P
10.1.100.3	mdtone 00:50:20	00:01:30	1	(DR)		P

인그레스 PE의 "debug pim vrf one mdt data":

유형 1(PIM 코어 트리)과 유형 2(mLDP 코어 트리) PIM Join TLV가 전송됩니다.mdtone의 첫 번째와 Lmdtone의 두 번째.

```

pim[1140]: [13] MDT Grp lookup: Return match for grp 232.1.2.4 src 10.1.100.2 in local list (-)
pim[1140]: [13] In mdt timers process...
pim[1140]: [13] Processing MDT JOIN SEND timer for MDT null core mldp pointer in one
pim[1140]: [13] In join_send_update_timer: route->mt_head 50c53b44
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x1
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x1
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 16
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x1, core
(10.1.100.2,232.1.2.4), for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'mdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one (found) -
No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'mdtone'
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x2
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x2, o_type 0x2
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 36
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core src
10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'Lmdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one (found) -
No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'Lmdtone'
pim[1140]: [13] Set next send time for core type (0x0/0x2) (v: 10.2.2.9,232.100.1.1) in one
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on Lmdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 36 MTU
1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on mdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 16 MTU
1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2

```

Ingress-PE#**show pim vrf one mdt cache**

Core Source	Cust (Source, Group)	Core Data	Expires
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	232.1.2.4	00:02:36
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	[mdt 1:1 1]	00:02:36

참고:PIM TLV(Join Type Length Value)는 기본 MDT를 통해 전송되는 PIM 메시지이며 데이터 MDT에 신호를 보내는 데 사용됩니다.정기적으로 1분마다 전송됩니다.

레거시 이그레스 PE:

"debug ip pim vrf one 232.100.1.1":

```

PIM(1): Receive MDT Packet (55759) from 10.1.100.2 (Tunnel3), length (ip: 44, udp: 24), ttl:
1PIM(1): TLV type: 1 length: 16 MDT Packet length: 16

```

레거시 PE는 PIM 조인 TLV를 캐시합니다.

Legacy-PE#**show ip pim vrf one mdt receive**

```

Joined MDT-data [group/mdt number : source] uptime/expires for VRF: one
[232.1.2.4 : 10.1.100.2] 00:01:10/00:02:45

```

레거시 PE는 코어의 데이터 MDT에 조인합니다.

Legacy-PE#**show ip mroute vrf one 232.100.1.1**

IP Multicast Routing Table

Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,
G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,
N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,
Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,
V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,
x - VxLAN group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(10.2.2.9, 232.100.1.1), 00:08:48/00:02:34, flags: sTY
Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2, **MDT:[10.1.100.2,232.1.2.4]/00:02:46**
Outgoing interface list:
GigabitEthernet1/1, Forward/Sparse, 00:08:48/00:02:34

프로파일 1 수신기-PE는 PIM 가입 TLV도 받지만 mLDP 기반 데이터 MDT는 다음과 같습니다.

Egress-PE#**debug pim vrf one mdt data**

```
pim[1161]: [13] Received MDT Packet on Lmdtone (vrf:one) from 10.1.100.2, len 36
pim[1161]: [13] Processing type 2 tlv
pim[1161]: [13] Received MDT Join TLV from 10.1.100.2 for cust route 10.2.2.9,232.100.1.1
MDT number 1 len 36
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
(found) - No error
pim[1161]: [13] MDT cache upd: pe 10.1.100.2, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core
src 10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [remote, -], mt_lc 0xffffffff, mdt_if 'xxx',
cache NULL
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
(found) - No error
pim[1161]: [13] Cache get: Found entry for 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2
in one
RP/0/RP1/CPU0:Nov 27 16:04:02.726 : Return match for [mdt 1:1 1] src 10.1.100.2 in remote
list (one)
pim[1161]: [13] Remote join: MDT [mdt 1:1 1] known in one. Refcount (1, 1)
```

Egress-PE#**show pim vrf one mdt cache**

Core Source	Cust (Source, Group)	Core Data	Expires
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	[mdt 1:1 1]	00:02:12

Egress-PE#**show mrib vrf one route 232.100.1.1**

IP Multicast Routing Information Base
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, MF - MPLS Encap, EX - Extranet
MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,

EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
IRMI - IR MDT Interface

(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: RPF

Up: 00:45:20

Incoming Interface List

Lmdtone Flags: A LMI, Up: 00:45:20

Outgoing Interface List

GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS LI, Up: 00:45:20

시나리오 2.

Receiver-PE 라우터로 하나 이상의 레거시 PE 라우터가 있습니다.

프로파일 9를 실행하는 Receiver-PE 라우터로 하나 이상의 PE 라우터가 있습니다(기본 MDT - mLDP MP2MP BGP-AD PIM C-멀티캐스트 신호).

관련된 BGP AD가 있지만 BGP C-멀티캐스트 시그널링은 없습니다.

프로파일 9를 실행하는 Receiver-PE 라우터의 컨피그레이션:

```
vrf one
  vpn id 1:1
  address-family ipv4 unicast
    import route-target
      1:1
    !
  export route-target
    1:1
  !
!

router pim
  vrf one
  address-family ipv4
    rpf topology route-policy rpf-for-one
  !
  interface GigabitEthernet0/1/0/0
    enable
  !
!
!

route-policy rpf-for-one
  set core-tree mldp-default
end-policy
!

multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  rate-per-route
  interface all enable
  accounting per-prefix
bgp auto-discovery mldp
!
  mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
```

```

!
!
!

router bgp 1
!
address-family vpnv4 unicast
!
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!
neighbor 10.1.100.7    <<< iBGP neighbor
remote-as 1
update-source Loopback0

address-family vpnv4 unicast
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!
vrf one
rd 1:1
address-family ipv4 unicast
  redistribute connected
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!

mpls ldp
 mldp
  logging notifications
  address-family ipv4
  !
  !
  !

```

인그레스 PE 라우터에는 레거시 PE 라우터의 BGP 주소군 IPv4 MDT가 있어야 합니다.인그레스 PE 라우터에는 프로파일 9 이그레스 PE 라우터의 BGP 주소군 IPv4 MVPN이 있어야 합니다.

인그레스 PE 라우터의 컨피그레이션:

```

vrf one
vpn id 1:1
address-family ipv4 unicast
import route-target
  1:1
!
export route-target
  1:1
!
!
address-family ipv6 unicast
!
!

router pim
vrf one
address-family ipv4
  mdt c-multicast-routing pim
  announce-pim-join-tlv

```

```

!
interface GigabitEthernet0/1/0/0
enable
!
!
!

multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  interface all enable
  bgp auto-discovery mldp
!
  mdt default ipv4 232.1.1.1
  mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
  mdt data 255
  mdt data 232.1.2.0/24
!
!
!

router bgp 1
address-family vpnv4 unicast
!
  address-family ipv4 mdt
!
  address-family ipv4 mvpn
!
neighbor 10.1.100.7 <<< iBGP neighbor
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family vpnv4 unicast
!
  address-family ipv4 mdt
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!
vrf one
rd 1:2
address-family ipv4 unicast
  redistribute connected
!
  address-family ipv4 mvpn
!

mpls ldp
  mldp
  logging notifications
  address-family ipv4
!
!
!

```

"announce-pim-join-tlv" 명령이 없으면 BGP AD(Auto-Discovery)가 활성화된 경우 인그레스 PE 라우터는 기본 MDT를 통해 PIM Join TLV 메시지를 전송하지 않습니다. 이 명령이 없으면 Ingress PE 라우터는 BGP IPv4 mvpn route-type 3 업데이트만 전송합니다. Profile 9 Egress PE 라우터는 BGP 업데이트를 수신하고 Data MDT 메시지를 캐시에 설치합니다. 레거시 PE 라우터는 BGP AD를 실행하지 않으므로 BGP를 통해 Data MDT Join 메시지를 학습하지 않습니다.

인그레스 PE는 C-멀티캐스트 트래픽을 두 가지 MDT 유형으로 전달해야 합니다.

Ingress-PE#show mrib vrf one route 232.100.1.1

IP Multicast Routing Information Base

Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,

C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,

IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,

MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle

CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, MF - MPLS Encap, EX - Extranet

MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary

MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN

Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,

NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,

II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,

LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface

EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,

EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,

MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface

IRMI - IR MDT Interface

(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.2.2.9 Flags: RPF MT

MT Slot: 0/1/CPU0

Up: 05:03:56

Incoming Interface List

GigabitEthernet0/1/0/0 Flags: A, Up: 05:03:56

Outgoing Interface List

mdtone Flags: F NS MI MT MA, Up: 05:03:56

Lmdtone Flags: F NS LMI MT MA, Up: 05:03:12

인그레스 PE는 인터페이스 모드의 레거시 PE와 인터페이스 Lmdtone의 프로파일 9 PE를 PIM 인접 디바이스로 확인해야 합니다.

Ingress-PE#show pim vrf one neighbor

PIM neighbors in VRF one

Flag: B - Bidir capable, P - Proxy capable, DR - Designated Router,

E - ECMP Redirect capable

* indicates the neighbor created for this router

Neighbor Address	Interface	Uptime	Expires	DR	pri	Flags
10.1.100.1	Lmdtone	6w1d	00:01:18	1		P
10.1.100.2*	Lmdtone	6w1d	00:01:34	1	(DR)	P
10.1.100.2*	mdtone	5w0d	00:01:18	1		P
10.1.100.3	mdtone	06:00:03	00:01:21	1	(DR)	

프로파일 9 이그레스 PE는 주소군 IPv4 MVPN에서 경로 유형 3에 대한 BGP 업데이트로 데이터 MDT 메시지를 수신합니다.

Egress-PE#show bgp ipv4 mvpn vrf one

BGP router identifier 10.1.100.1, local AS number 1

BGP generic scan interval 60 secs

BGP table state: Active

Table ID: 0x0 RD version: 1367879340

BGP main routing table version 92

BGP scan interval 60 secs

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best

i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path

Route Distinguisher: 1:1 (default for vrf one)

```
*> [1][10.1.100.1]/40 0.0.0.0 0 i
*>i[1][10.1.100.2]/40 10.1.100.2 100 0 i
*>i[3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120
10.1.100.2 100 0 i
```

Processed 3 prefixes, 3 paths

```
Egress-PE#show bgp ipv4 mvpn vrf one [3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120
BGP routing table entry for [3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120, Route
Distinguisher: 1:1
```

Versions:

```
Process bRIB/RIB SendTblVer
Speaker 92 92
```

Last Modified: Nov 27 20:25:32.474 for 00:44:22

Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGp peer)

Not advertised to any peer

Path #1: Received by speaker 0

Not advertised to any peer

Local

10.1.100.2 (metric 12) from 10.1.100.7 (10.1.100.2)

Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported

Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 92

Community: no-export

Extended community: RT:1:1

Originator: 10.1.100.2, Cluster list: 10.1.100.7

PMSI: flags 0x00, type 2, label 0, ID

0x060001040a016402000e02000b0000010000000100000001

Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 1:2

이 BGP 경로는 P2MP LSP(P2MP mLSP LSP에 구축된 Data MDT)인 프로토콜 터널 유형 2의 경로 유형 3입니다. PIM에 대해 BGP AD가 활성화되지 않았으므로 PIM 트리에 대한 BGP route-type 3 항목이 없습니다.

인그레스 PE의 "debug pim vrf one mdt data":

```
pim[1140]: [13] In mdt timers process...
pim[1140]: [13] Processing MDT JOIN SEND timer for MDT null core mldp pointer in one
pim[1140]: [13] In join_send_update_timer: route->mt_head 50c53b44
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x1
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x1
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 16
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x1, core
(10.1.100.2,232.1.2.5), for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'mdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one
(found) - No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in
one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'mdtone'
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x2
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x2, o_type 0x2
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 36
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core src
10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'Lmdtone', cache
NULL
: pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
(found) - No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in
one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'Lmdtone'
```

```
pim[1140]: [13] Set next send time for core type (0x0/0x2) (v: 10.2.2.9,232.100.1.1) in
one
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on Lmdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size
36 MTU 1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on mdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 16
MTU 1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2
```

인그레스 PE는 PIM 기반 및 mLDP 기반 데이터 MDT 모두에 대해 PIM 조인 TLV를 전송합니다.

레거시 PE:

"debug ip pim vrf one 232.100.1.1":

```
PIM(1): Receive MDT Packet (56333) from 10.1.100.2 (Tunnel3), length (ip: 44, udp: 24), ttl: 1
PIM(1): TLV type: 1 length: 16 MDT Packet length: 16
```

레거시 PE는 PIM Join TLV를 수신 및 캐시합니다.

Legacy-PE#show ip pim vrf one mdt receive

```
Joined MDT-data [group/mdt number : source] uptime/expires for VRF: one
[232.1.2.5 : 10.1.100.2] 00:23:30/00:02:33
```

레거시 PE는 코어의 데이터 MDT에 조인합니다.

Legacy-PE#show ip mroute vrf one 232.100.1.1

IP Multicast Routing Table

Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,
G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,
N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,
Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,
V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,
x - VxLAN group

Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join

Timers: Uptime/Expires

Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(10.2.2.9, 232.100.1.1), 05:13:35/00:03:02, flags: sTY

Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2, **MDT: [10.1.100.2,232.1.2.5]/00:02:37**

Outgoing interface list:

GigabitEthernet1/1, Forward/Sparse, 05:13:35/00:03:02

프로파일 9 수신기-PE.

프로파일 9 이그레스 PE의 "debug pim vrf one mdt data":

```
pim[1161]: [13] Received MDT Packet on Lmdtone (vrf:one) from 10.1.100.2, len 36
pim[1161]: [13] Processing type 2 tlv
pim[1161]: [13] Received MDT Join TLV from 10.1.100.2 for cust route 10.2.2.9,232.100.1.1
MDT number 1 len 36
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
(found) - No error
```

```
pim[1161]: [13] MDT cache upd: pe 10.1.100.2, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core
src 10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [remote, -], mt_lc 0xffffffff, mdt_if 'xxx',
cache NULL
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
(found) - No error
pim[1161]: [13] Cache get: Found entry for 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2
in one
pim[1161]: [13] MDT lookup: Return match for [mdt 1:1 1] src 10.1.100.2 in remote list
(one)
pim[1161]: [13] Remote join: MDT [mdt 1:1 1] known in one. Refcount (1, 1)
```

프로파일 9 수신기-PE가 PIM 가입 TLV를 수신하고 캐시합니다. Profile 9 Receiver-PE는 Ingress PE에서 경로 유형 3에 대한 BGP 업데이트 메시지를 수신하여 데이터 MDT에 대해서도 학습했습니다. PIM Join TLV 및 BGP 업데이트 메시지 route-type은 동일하며 데이터 MDT의 코어 트리 터널에 대해 동일한 정보를 보유하고 있습니다.

```
Egress-PE#show pim vrf one mdt cache
```

Core Source	Cust (Source, Group)	Core Data	Expires
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	[mdt 1:1 1]	00:02:35

```
Egress-PE#show mrib vrf one route 232.100.1.1
```

```
IP Multicast Routing Information Base
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, MF - MPLS Encap, EX - Extranet
MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
IRMI - IR MDT Interface
```

```
(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: RPF
Up: 05:10:22
Incoming Interface List
Lmdtone Flags: A LMI, Up: 05:10:22
Outgoing Interface List
GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS LI, Up: 05:10:22
```

시나리오 3.

하나 이상의 레거시 PE 라우터가 Receiver-PE 라우터로 있습니다. 프로파일 13(기본 MDT - mLDP MP2MP BGP-AD BGP C-멀티캐스트 신호)을 실행하는 Receiver-PE 라우터로 하나 이상의 PE 라우터가 있습니다. 관련된 BGP AD와 BGP C-멀티캐스트 시그널링이 있습니다.

프로파일 13을 실행하는 Receiver-PE 라우터의 컨피그레이션:

```
vrf one
vpn id 1:1
```

```

address-family ipv4 unicast
import route-target
  1:1
!
export route-target
  1:1
!
!

router pim
vrf one
address-family ipv4
  rpf topology route-policy rpf-for-one
  mdt c-multicast-routing bgp
  !
  interface GigabitEthernet0/1/0/0
    enable
  !
!
!
!

route-policy rpf-for-one
  set core-tree mldp-default
end-policy
!

multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  rate-per-route
  interface all enable
  accounting per-prefix
  bgp auto-discovery mldp
  !
  mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
  !
!
!

router bgp 1
!
address-family vpnv4 unicast
!
!
address-family ipv4 mvpn
!
!
neighbor 10.1.100.7 <<< iBGP neighbor
remote-as 1
update-source Loopback0
!
address-family vpnv4 unicast
!
address-family ipv4 mvpn
!
!

vrf one
rd 1:1
address-family ipv4 unicast
  redistribute connected
!
address-family ipv4 mvpn

```



```
!  
!  
  
mpls ldp  
 mldp  
 logging notifications  
 address-family ipv4  
!  
!  
!
```

인그레스 PE 라우터의 컨피그레이션:

```
vrf one  
 vpn id 1:1  
 address-family ipv4 unicast  
 import route-target  
   1:1  
!  
 export route-target  
   1:1  
!  
!  
 address-family ipv6 unicast  
!  
!
```

```
router pim  
 vrf one  
 address-family ipv4  
   mdt c-multicast-routing bgp  
   announce-pim-join-tlv  
!  
 interface GigabitEthernet0/1/0/0  
   enable  
!  
!  
!  
!
```

```
multicast-routing  
 vrf one  
 address-family ipv4  
   mdt source Loopback0  
 interface all enable  
   mdt default ipv4 232.1.1.1  
   mdt default mldp ipv4 10.1.100.7  
   mdt data 255  
   mdt data 232.1.2.0/24  
!  
!  
!
```

```
router bgp 1  
 address-family vpnv4 unicast  
!  
 address-family ipv4 mdt  
!  
 address-family ipv4 mvpn  
!  
 neighbor 10.1.100.7 <<< iBGP neighbor  
 remote-as 1  
 update-source Loopback0
```

```

address-family vpv4 unicast
!
  address-family ipv4 mdt
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!
vrf one
rd 1:2
address-family ipv4 unicast
  redistribute connected
!
  address-family ipv4 mvpn
!

mpls ldp
  mldp
  logging notifications
  address-family ipv4
!
!
!

```

announce-pim-join-tlv 명령이 없으면 BGP AD가 활성화된 경우 Ingress PE 라우터는 기본 MDT를 통해 PIM Join TLV 메시지를 전송하지 않습니다. 이 명령이 없으면 Ingress PE 라우터는 BGP IPv4 mvpn route-type 3 업데이트만 전송합니다. Profile 13 Egress PE 라우터는 BGP 업데이트를 수신하고 Data MDT 메시지를 캐시에 설치합니다. 레거시 PE 라우터는 BGP AD를 실행하지 않으므로 BGP를 통해 Data MDT Join 메시지를 학습하지 않습니다.

인그레스 PE는 두 가지 MDT 유형으로 전달되어야 합니다.

```
Ingress-PE#show mrib vrf one route 232.100.1.1
```

```

IP Multicast Routing Information Base
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
  C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
  IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
  MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
  CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, MF - MPLS Encap, EX - Extranet
  MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
  MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
  NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
  II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
  LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
  EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
  EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
  MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
  IRMI - IR MDT Interface

```

```
(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.2.2.9 Flags: RPF MT
```

```
MT Slot: 0/1/CPU0
```

```
Up: 19:49:27
```

```
Incoming Interface List
```

```
GigabitEthernet0/1/0/0 Flags: A, Up: 19:49:27
```

```
Outgoing Interface List
```

```
  mdtone Flags: F MI MT MA, Up: 19:49:27
```

```
  Lmdtone Flags: F LMI MT MA, Up: 01:10:15
```

인그레스 PE는 인터페이스 맵의 레거시 PE를 PIM 네이버로 확인해야 합니다. 그러나 BGP가 이제 C-멀티캐스트 신호 처리 프로토콜로 사용되기 때문에 인터페이스 Lmdtone의 Profile 13 PE를 PIM

인접 디바이스로 가질 필요는 없습니다.

인그레스 PE의 "debug pim vrf one mdt data":

```
pim[1140]: [13] In mdt timers process...
pim[1140]: [13] Processing MDT JOIN SEND timer for MDT null core mldp pointer in one
pim[1140]: [13] In join_send_update_timer: route->mt_head 50c53b44
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x1
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x1
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 16
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x1, core
(10.1.100.2,232.1.2.5), for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'mdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one (found) -
No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'mdtone'
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x2
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x2, o_type 0x2
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 36
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core src
10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'Lmdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one (found) -
No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'Lmdtone'
pim[1140]: [13] Set next send time for core type (0x0/0x2) (v: 10.2.2.9,232.100.1.1) in one
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on Lmdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 36 MTU
1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on mdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 16 MTU
1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2
pim[1140]: [13] MDT Grp lookup: Return match for grp 232.1.2.5 src 10.1.100.2 in local list (-)
```

인그레스 PE는 PIM 기반 및 mLDP 기반 데이터 MDT 모두에 대해 PIM 조인 TLV를 전송합니다.

레거시 PE의 "debug ip pim vrf one 232.100.1.1":

```
PIM(1): Receive MDT Packet (57957) from 10.1.100.2 (Tunnel3), length (ip: 44, udp: 24), ttl: 1
PIM(1): TLV type: 1 length: 16 MDT Packet length: 16
```

레거시 PE는 PIM 조인 TLV를 캐시합니다.

Legacy-PE#show ip pim vrf one mdt receive

```
Joined MDT-data [group/mdt number : source] uptime/expires for VRF: one
[232.1.2.5 : 10.1.100.2] 00:03:36/00:02:24
```

레거시 PE는 코어의 데이터 MDT에 조인합니다.

Legacy-PE#show ip mroute vrf one 232.100.1.1

IP Multicast Routing Table

```
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
```

U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
 Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
 Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,
 G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,
 N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,
 Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,
 V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,
 x - VxLAN group

Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join

Timers: Uptime/Expires

Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(10.2.2.9, 232.100.1.1), 18:53:53/00:02:50, flags: sTY

Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2, **MDT: [10.1.100.2, 232.1.2.5]/00:02:02**

Outgoing interface list:

GigabitEthernet1/1, Forward/Sparse, 18:53:53/00:02:50

프로파일 13 수신기-PE:

프로파일 13 이그레스 PE의 "debug pim vrf one mdt data":

```
pim[1161]: [13] Received MDT Packet on Lmdtone (vrf:one) from 10.1.100.2, len 36
pim[1161]: [13] Processing type 2 tlv
pim[1161]: [13] Received MDT Join TLV from 10.1.100.2 for cust route 10.2.2.9,232.100.1.1 MDT
number 1 len 36
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one (found)
- No error
pim[1161]: [13] MDT cache upd: pe 10.1.100.2, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core src
10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [remote, -], mt_lc 0xffffffff, mdt_if 'xxx', cache NULL
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one (found)
- No error
pim[1161]: [13] Cache get: Found entry for 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
pim[1161]: [13] MDT lookup: Return match for [mdt 1:1 1] src 10.1.100.2 in remote list (one)
pim[1161]: [13] Remote join: MDT [mdt 1:1 1] known in one. Refcount (1, 1)
```

RP/0/RP1/CPU0:Legacy-PE#**show pim vrf one mdt cache**

Core Source	Cust (Source, Group)	Core Data	Expires
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	[mdt 1:1 1]	00:02:21

프로파일 13 Receiver-PE는 mLDP 기반 MDT에 대한 PIM Join TLV를 수신 및 캐시합니다. Profile 13 Receiver-PE는 Ingress PE에서 경로 유형 3에 대한 BGP 업데이트 메시지를 수신하여 데이터 MDT에 대해서도 학습했습니다. PIM Join TLV 및 BGP 업데이트 메시지 route-type은 동일하며 데이터 MDT의 코어 트리 터널에 대해 동일한 정보를 보유하고 있습니다.

Ingress-PE#**show bgp ipv4 mvpn vrf one**

```
BGP router identifier 10.1.100.1, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
BGP table state: Active
Table ID: 0x0 RD version: 1367879340
BGP main routing table version 93
BGP scan interval 60 secs
```

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best

i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 1:1 (default for vrf one)					
*> [1][10.1.100.1]/40	0.0.0.0			0	i
*>i[1][10.1.100.2]/40	10.1.100.2		100	0	i
*>i[3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120					
	10.1.100.2		100	0	i

```
*> [7][1:2][1][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1]/184
0.0.0.0 0 i
```

Processed 4 prefixes, 4 paths

```
Egress-PE#show bgp ipv4 mvpn vrf one [3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120
```

```
BGP routing table entry for [3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120, Route
```

```
Distinguisher: 1:1
```

```
Versions:
```

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          92        92
```

```
Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGP peer)
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Local
```

```
10.1.100.2 (metric 12) from 10.1.100.7 (10.1.100.2)
```

```
Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported
```

```
Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 92
```

```
Community: no-export
```

```
Extended community: RT:1:1
```

```
Originator: 10.1.100.2, Cluster list: 10.1.100.7
```

```
PMSI: flags 0x00, type 2, label 0, ID 0x060001040a016402000e02000b0000010000000100000001
```

```
Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 1:2
```

이 BGP 경로는 P2MP LSP(P2MP mLSP LSP에 구축된 Data MDT)인 프로토콜 터널 유형 2의 경로 유형 3입니다. PIM에 대해 BGP AD가 활성화되지 않았으므로 PIM 트리에는 BGP route-type 3이 없습니다.

또한 C-Multicast 신호 처리가 Profile 13 Egress PE와 Ingress PE 간에 설정되어 있으므로 route-type 7도 있습니다. route-type 7 BGP 업데이트는 Profile 13 Egress PE에서 Ingress PE로 전송됩니다.

시나리오 4.

이 시나리오의 VPN 컨텍스트에 PIM 스파스 모드가 있습니다.

하나 이상의 레거시 PE 라우터가 Source-PE 라우터로 있습니다.

프로파일 13(기본 MDT - mLDP MP2MP BGP-AD BGP C-멀티캐스트 신호)을 실행하는 Receiver-PE 라우터로 하나 이상의 PE 라우터가 있습니다. 관련된 BGP AD와 BGP C-멀티캐스트 시그널링이 있습니다. 이러한 PE 라우터는 레거시 PE 라우터인 Source-PE에서 직접 트래픽을 수신할 수 있어야 하므로 프로파일 0도 실행해야 합니다.

RP-PE는 프로파일 13을 실행하는 PE 라우터입니다(기본 MDT - mLDP MP2MP BGP-AD BGP C-멀티캐스트 신호). 관련된 BGP AD와 BGP C-멀티캐스트 시그널링이 있습니다. RP-PE 라우터는 레거시 PE 라우터인 Source-PE에서 직접 트래픽을 수신할 수 있어야 하기 때문에 프로파일 0도 실행해야 합니다.

멀티캐스트 라우팅은 시나리오 3에서 실행되었지만 SSM(Source-Specific Multicast)에서만 작동할 수 있습니다. C-signaling이 Sparse Mode이면 멀티캐스트가 실패할 수 있습니다. 이는 RP(Rendez-Vous Point)가 있는 위치에 따라 달라질 수 있습니다. 오버레이의 신호만(S, G)인 경우 멀티캐스트 라우팅은 시나리오 3과 같이 작동합니다. 이는 RP가 수신기 사이트에 있는 경우 발생합니다. RP가 수신자의 사이트에 있는 경우 Receiver-PE는 오버레이에서 (*, G) 조인을 PIM 또는 BGP에 의해 전송하지 않습니다. 그러나 RP가 Source-PE 또는 다른 PE에 있는 경우 오버레이에는 (*, G) 및 (S, G) 신호 처리가 있습니다. 시나리오 3과 같이 컨피그레이션에서 이 작업을 수행하면 멀티캐스트 라우

팅이 실패할 수 있습니다.

그림 2를 보십시오. Source-PE(Legacy-PE), RP-PE(PE2) 및 Receiver-PE(PE1)가 있는 네트워크를 보여줍니다.

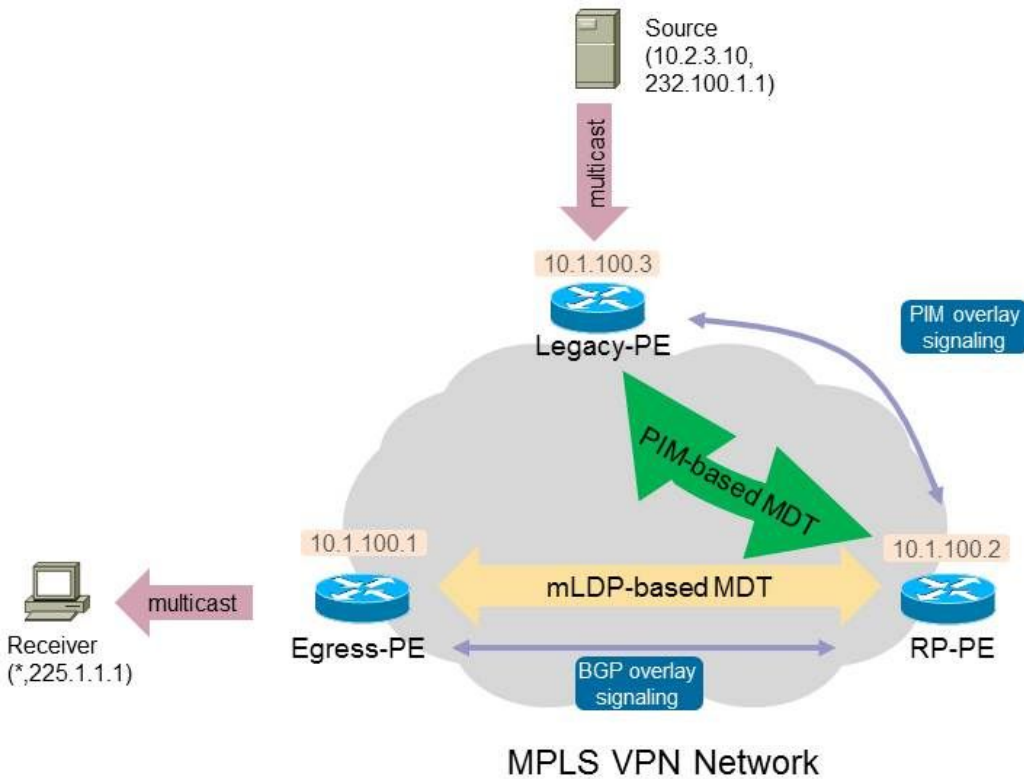


그림 2.

Egress PE 라우터는 (*,G)에 대한 Join을 전송해야 합니다. 어떤 프로토콜을 사용할지 컨피그레이션에 의해 결정됩니다. Egress-PE는 BGP를 사용하며, Legacy-Source-PE 라우터는 수신기가 있는 경우 PIM을 사용합니다. 따라서 공유 트리가 정상적으로 신호 받습니다. 소스가 전송을 시작할 때 문제가 발생합니다. 소스 트리는 신호를 받지 않습니다.

문제

소스가 전송을 시작하면 RP는 PIM FHR(First Hop Router)에서 레지스터 패킷을 수신합니다. 이 라우터는 여기에서 Legacy-Source-PE 라우터가 될 수 있습니다. 그런 다음 Legacy-Source-PE는 오버레이 신호 처리 프로토콜로 BGP를 실행하지 않으므로 RP-PE는 Legacy-Source-PE로 PIM(S, G) Join을 전송해야 합니다. 그러나 RP-PE에는 오버레이 신호 프로토콜로 구성된 BGP가 있습니다. 따라서 Legacy-Source-PE는 RP-PE에서 PIM(S, G) 조인 메시지를 수신하지 않으므로 Source(소스)에서 RP로 소스 트리를 신호를 보낼 수 없습니다. 설치 프로그램이 등록 단계에서 중단되었습니다. Legacy-Source-PE의 OIL(Outgoing Interface List)이 비어 있습니다.

```
Legacy-PE#show ip mroute vrf one 225.1.1.1
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,
G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,
```

N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,
Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,
V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,
x - VxLAN group

Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join

Timers: Uptime/Expires

Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(* , 225.1.1.1), 00:05:47/stopped, RP 10.2.100.9, flags: SPF

Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2

Outgoing interface list: Null

(10.2.3.10, 225.1.1.1), 00:05:47/00:02:42, flags: PFT

Incoming interface: GigabitEthernet1/1, RPF nbr 10.2.3.10

Outgoing interface list: Null

이 문제를 해결하려면 RP-PE가 Legacy-Source-PE에 대한 PIM Join(S, G)을 Legacy-Source-PE로 전송하도록 해야 하며, RP-PE는 여전히 비 레거시 라우터에 대한 오버레이 신호 프로토콜로 BGP를 활성화해야 합니다. 소스가 비레거시 라우터를 통해 온라인 상태가 되면 RP-PE는 경로 유형 7 BGP 업데이트 메시지를 비레거시 라우터로 전송해야 합니다.

RP-PE는 PIM과 BGP를 모두 오버레이 시그널링으로 사용할 수 있습니다. 둘 중 하나를 선택하면 경로 정책에 의해 결정됩니다. VRF용 라우터 PIM에 migration 명령이 있어야 합니다. 그림 2에 나와 있는 네트워크의 경우 RP-PE에 필요한 컨피그레이션입니다.

```
router pim
vrf one
address-family ipv4
    rpf topology route-policy rpf-for-one
    mdt c-multicast-routing bgp
    migration route-policy PIM-to-BGP
    announce-pim-join-tlv
    !
    interface GigabitEthernet0/1/0/0
    enable
    !
    !
    !
route-policy rpf-for-one
    if next-hop in (10.1.100.3/32) then
        set core-tree pim-default
    else
        set core-tree mldp-default
    endif
end-policy
!

route-policy PIM-to-BGP
    if next-hop in (10.1.100.3/32) then
        set c-multicast-routing pim
    else
        set c-multicast-routing bgp
    endif
end-policy
!

multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
    mdt source Loopback0
    rate-per-route
```

```

interface all enable
accounting per-prefix
bgp auto-discovery mldp
!
  mdt default ipv4 232.1.1.1
mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
!
!
!

```

route-policy PIM-to-BGP는 원격 PE 라우터가 10.1.100.3(Legacy-Source-PE)인 경우 PIM을 오버레이 신호 처리 프로토콜로 사용하도록 지정합니다. 그렇지 않으면(따라서 non-legacy PE 라우터의 경우) BGP가 오버레이 신호 프로토콜로 사용됩니다. 이제 RP-PE가 PIM 기반 기본 MDT의 레거시 소스 PE로 PIM(S, G) 조인을 전송합니다. Legacy-Source-PE에는 이제 (S, G) 항목이 있습니다.

```
Legacy-PE#show ip mroute vrf one 225.1.1.1
```

IP Multicast Routing Table

Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
 L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
 T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,
 X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
 U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
 Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
 Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,
 G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,
 N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,
 Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,
 V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,
 x - VxLAN group

Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join

Timers: Uptime/Expires

Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

```
(* , 225.1.1.1), 00:11:56/stopped, RP 10.2.100.9, flags: SPF
Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2
Outgoing interface list: Null
```

```
(10.2.3.10, 225.1.1.1), 00:11:56/00:03:22, flags: FT
Incoming interface: GigabitEthernet1/1, RPF nbr 10.2.3.10
Outgoing interface list:
```

```
  Tunnel3, Forward/Sparse, 00:00:11/00:03:18
```

RP-PE U가 패킷을 전환하면 수신자는 멀티캐스트 패킷을 수신할 수 있습니다. MDT에서 수신한 멀티캐스트 패킷을 Lmdt 트리로 전달합니다.

참고: RP-PE 라우터가 해당 플랫폼 및 소프트웨어에서 PE 전환 기능을 지원하는지 확인합니다.

```
RP/0/3/CPU1:PE2#show mrrib vrf one route 225.1.1.1
```

IP Multicast Routing Information Base

Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
 C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
 IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
 MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
 CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, MF - MPLS Encap, EX - Extranet
 MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
 MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
 Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
 NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
 II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,

LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
 EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
 EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
 MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
 IRMI - IR MDT Interface

```
(* ,225.1.1.1) RPF nbr: 10.2.2.9 Flags: C RPF
Up: 00:53:59
Incoming Interface List
  GigabitEthernet0/1/0/0 Flags: A, Up: 00:53:59
Outgoing Interface List
  Lmdtone Flags: F LMI, Up: 00:53:59

(10.2.3.10,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.3 Flags: RPF
Up: 00:03:00
Incoming Interface List
  mdtone Flags: A MI, Up: 00:03:00
Outgoing Interface List
  Lmdtone Flags: F NS LMI, Up: 00:03:00
```

LHR(Last Hop Router)에 SPT-switchover가 구성되었는지 여부에 관계없이 멀티캐스트 트래픽은 공유 트리를 통해 RP-PE로 계속 전달됩니다. 멀티캐스트 트래픽이 어떻게 전달되는지 확인하려면 그림 3을 참조하십시오.

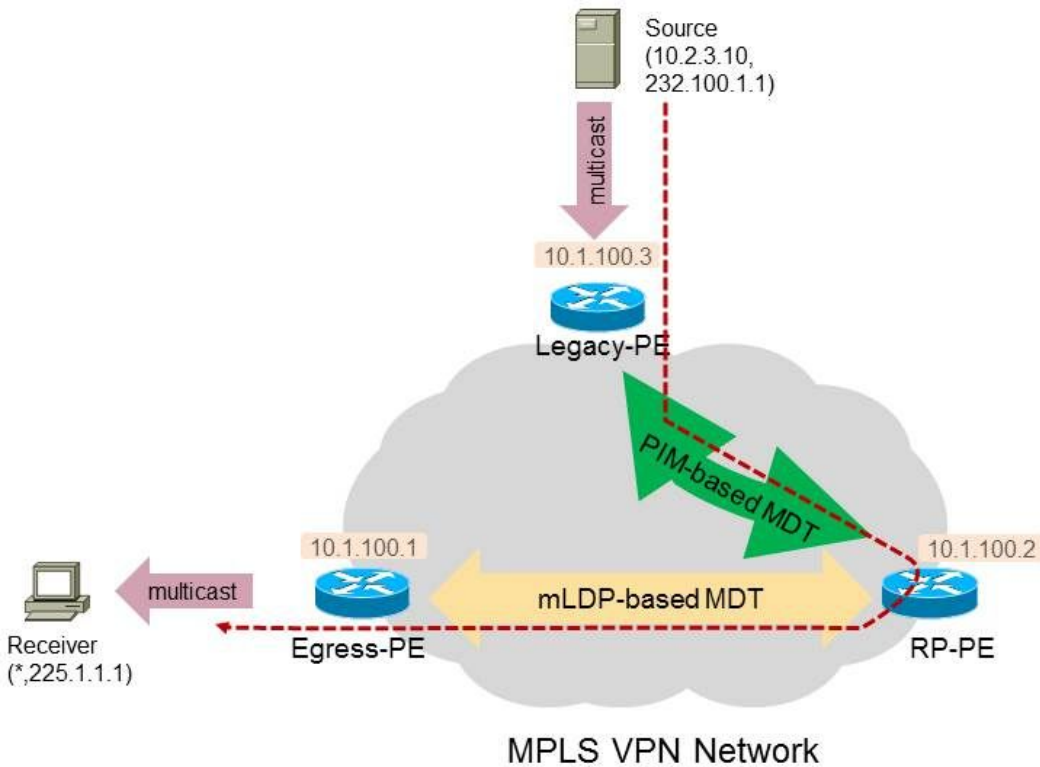


그림 3.

Egress-PE에 (S, G) 항목이 없습니다.

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show mrib vrf one route 225.1.1.1
IP Multicast Routing Information Bas
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
  C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept, IF - Inherit From, D - Drop,
ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
  MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
  CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, MF - MPLS Encap, EX - Extranet
  MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
```

MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
IRMI - IR MDT Interface

(* ,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: C RPF

Up: 04:35:36

Incoming Interface List

Lmdtone Flags: A LMI, Up: 03:00:24

Outgoing Interface List

GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 04:35:36

Egress-PE가 LHR이면 (S, G) 항목이 없습니다. Egress-PE가 (S, G) 항목으로 전환할 수 없는 이유는 PE 라우터에서 BGP 소스 활성 경로를 수신하지 않았기 때문입니다. 멀티캐스트 트래픽은 그림 3과 같이 전달됩니다.

그러나 이그레스-PE가 LHR이 아니라 이그레스-PE 사이트의 CE 라우터가 LHR일 수 있습니다. 해당 CE 라우터가 소스 트리로 전환되면 Egress-PE는 PIM(S, G) Join을 수신하고 (S, G) 항목을 설치합니다.

RP/0/RP1/CPU0:PE1#show mrib vrf one route 225.1.1.1

IP Multicast Routing Information Base

Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,

C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,

IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,

MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle

CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, MF - MPLS Encap, EX - Extranet

MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary

MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN

Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,

NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,

II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,

LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface

EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,

EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,

MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface

IRMI - IR MDT Interface

(* ,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: C RPF

Up: 00:04:51

Incoming Interface List

Lmdtone Flags: A LMI, Up: 00:04:51

Outgoing Interface List

GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 00:04:51

(10.2.3.10,225.1.1.1) **RPF nbr: 10.1.100.3** Flags: RPF

Up: 00:00:27

Incoming Interface List

Lmdtone Flags: A LMI, Up: 00:00:27

Outgoing Interface List

GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 00:00:27

그러나 이제 Egress-PE가 소스로 RPF를 시작하고 라우터인 Legacy-Source-PE를 RPF 인접 디바이스로 찾습니다.

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show pim vrf one rpf 10.2.3.10
```

```
Table: IPv4-Unicast-default
```

```
* 10.2.3.10/32 [200/0]
```

```
via Lmdtone with rpf neighbor 10.1.100.3
```

```
Connector: 1:3:10.1.100.3, Nexthop: 10.1.100.3
```

Egress-PE와 Legacy-Source-PE 사이에 MDT가 없으므로 Egress-PE는 Legacy-Source-PE에 Join을 보낼 수 없습니다. Egress-PE는 mLDP 트리만 구축하고 BGP 고객 시그널링을 수행합니다. Legacy-Source-PE는 PIM 기반 트리만 구축하고 PIM 고객 신호만 수행한다는 점에 유의하십시오.

그러나 Egress-PE에는 수신 인터페이스 Lmdt를 가리키는 RPF 정보가 있고 멀티캐스트 트래픽이 RP-PE에서 해당 MDT에 도착하므로 멀티캐스트 트래픽이 수신기로 전달되며 RPF에 실패하지 않습니다. 그 이유는 RPF가 멀티캐스트 트래픽이 Legacy-PE 라우터인 RPF 인접 10.1.100.3에서 실제로 도착하는지 확인하기 위해 엄격한 RPF 검사를 수행하지 않기 때문입니다. Lmdt의 PE1에서 10.1.100.3에 대한 PIM 인접성은 없습니다. Legacy-PE는 PIM을 코어 트리 프로토콜로 실행하므로 Lmdt를 가질 수 없습니다(프로파일 0).

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show pim vrf one neighbor
```

```
PIM neighbors in VRF one
```

```
Flag: B - Bidir capable, P - Proxy capable, DR - Designated Router,
```

```
E - ECMP Redirect capable
```

```
* indicates the neighbor created for this router
```

Neighbor Address	Interface	Uptime	Expires	DR	pri	Flags
10.1.100.1*	Lmdtone	01:32:46	00:01:32	100	(DR)	P
10.1.100.2	Lmdtone	01:30:46	00:01:16	1		P
10.1.100.4	Lmdtone	01:30:38	00:01:24	1		P
10.1.100.1*	mdtone	01:32:46	00:01:34	100	(DR)	P
10.1.100.2	mdtone	01:32:45	00:01:29	1		P
10.1.100.3	mdtone	01:32:17	00:01:29	1		P
10.1.100.4	mdtone	01:32:43	00:01:20	1		P
10.2.1.1*	GigabitEthernet0/0/0/9	01:32:46	00:01:18	100		B P E
10.2.1.8	GigabitEthernet0/0/0/9	01:32:39	00:01:16	100	(DR)	

PE1이 수신 인터페이스로 Lmdt를 선택하는 이유는 PE1의 RPF 토폴로지 명령에서 받은 정보이기 때문입니다.

```
route-policy rpf-for-one
set core-tree mldp-default
end-policy
!
```

PE1에서 RPF가 여전히 정상 상태인 경우 멀티캐스트 트래픽은 PE1 뒤에 있는 수신기에 도달할 수 있습니다. 그러나 트래픽은 코어의 최단 경로 Legacy-PE에서 PE1로 이동하지 않습니다.

솔루션

이 문제를 해결하려면 오버레이 신호로서 PIM 기반 MDT 및 BGP에 신호를 보내도록 PE1(Egress-PE)를 구성해야 합니다. 이 컨피그레이션은 다음과 같은 경우 Egress-PE에 필요합니다.

```
router pim
vrf one
address-family ipv4
  rpf topology route-policy rpf-for-one
```

```

mdt c-multicast-routing bgp
migration route-policy PIM-to-BGP
  announce-pim-join-tlv
  !
  rp-address 10.2.100.9 override
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/9
    enable
  !
!
!
!

route-policy rpf-for-one
  if next-hop in (10.1.100.3/32) then
    set core-tree pim-default
  else
    set core-tree mldp-default
  endif
end-policy
!

route-policy PIM-to-BGP
  if next-hop in (10.1.100.3/32) then
    set c-multicast-routing pim
  else
    set c-multicast-routing bgp
  endif
end-policy
!

multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  rate-per-route
  interface all enable
  accounting per-prefix
  bgp auto-discovery mldp
  !
  mdt default ipv4 232.1.1.1
  mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
!
!
!

```

그림 4를 보십시오. 이제 Legacy-PE와 Egress-PE 사이에 PIM 기반 MDT가 있습니다.

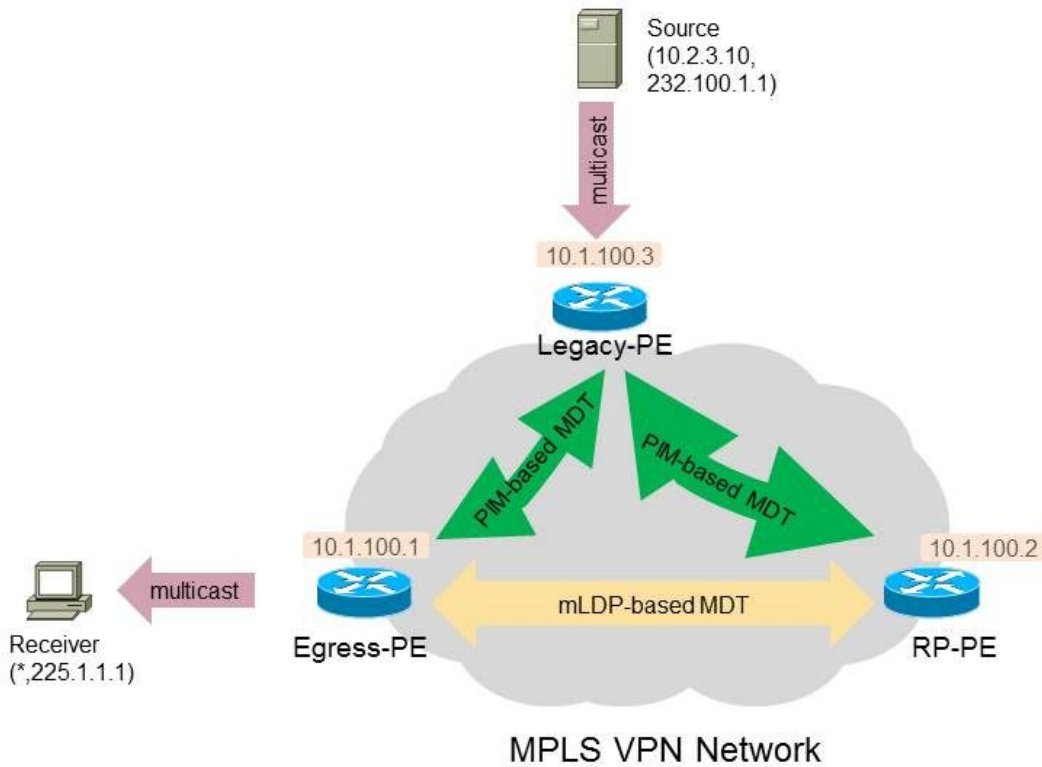


그림 4.

Egress-PE는 SPT 전환 후 PIM 기반 MDT를 통해 Legacy-Source-PE에 대한 PIM 조인 메시지를 전송합니다. 이제 Egress-PE의 수신 인터페이스가 mdtone입니다. RP-PE는 더 이상 멀티캐스트 트래픽에 대한 반환 라우터가 아닙니다.

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show mrib vrf one route 225.1.1.1
```

```
IP Multicast Routing Information Base
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, MF - MPLS Encap, EX - Extranet
MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
IRMI - IR MDT Interface
```

```
(* ,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: C RPF
```

```
Up: 00:09:59
```

```
Incoming Interface List
```

```
  Lmdtone Flags: A LMI, Up: 00:09:59
```

```
Outgoing Interface List
```

```
  GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 00:09:59
```

```
(10.2.3.10,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.3 Flags: RPF
```

```
Up: 00:14:29
```

```
Incoming Interface List
```

```
  mdtone Flags: A MI, Up: 00:14:29
```

Outgoing Interface List

GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 00:14:29

PE1에는 소스에 대한 이 PIM RPF 정보가 있습니다.

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show pim vrf one rpf 10.2.3.10
```

Table: IPv4-Unicast-default

* 10.2.3.10/32 [200/0]

via mdtone with rpf neighbor 10.1.100.3

RT:1:1 ,Connector: 1:3:10.1.100.3, Nexthop: 10.1.100.3

즉, 이제 트래픽이 PIM 기반 MDT를 통해 코어 네트워크의 레거시 소스 PE에서 이그레스-PE로 직접 이동합니다.그림 5를 참조하십시오.

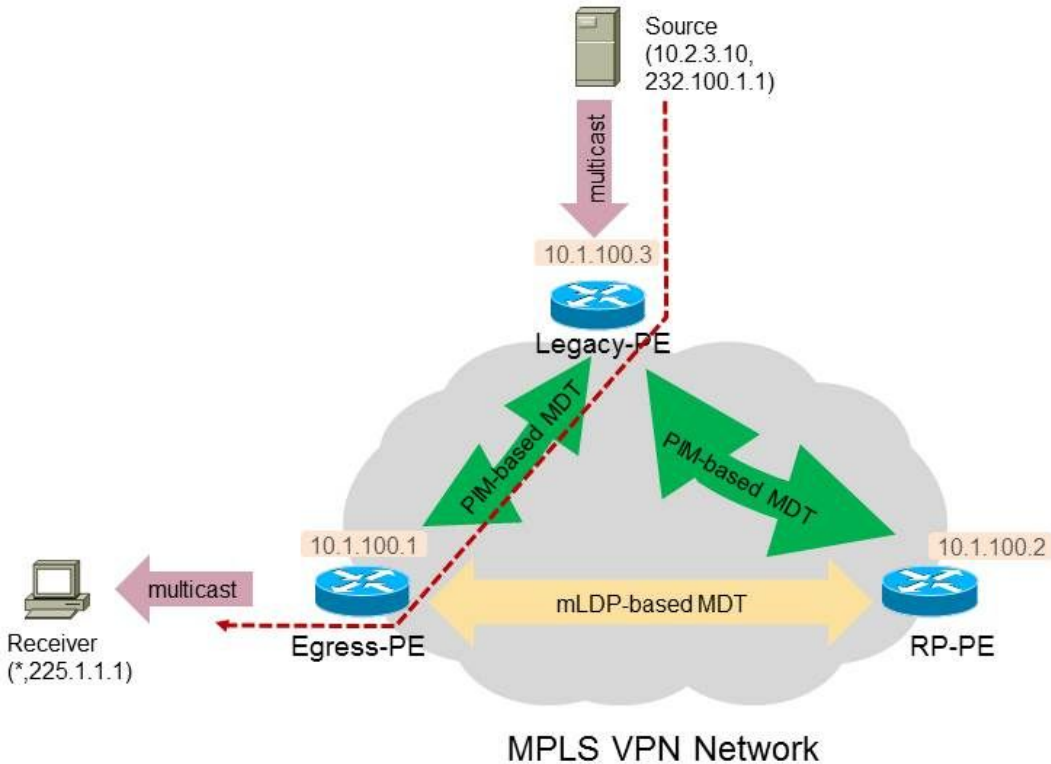


그림 5.

결론

Receiver-PE 또는 RP-PE 라우터인 모든 비레거시 PE 라우터는 코어 트리 프로토콜을 마이그레이션하고 C 신호 프로토콜을 마이그레이션하기 위한 구성을 갖추어야 합니다.

또는 해결 방법은 SPT-switchover가 발생하지 않지만 멀티캐스트 트래픽의 라우팅이 네트워크 코어의 최단 경로 위에 있지 않을 수 있도록 하는 것입니다.