

세그먼트 라우팅 트래픽 엔지니어 정책 경로 검증 기준 이해

목차

[소개](#)

[사전 요구 사항](#)

[요구 사항](#)

[사용되는 구성 요소](#)

[네트워크 토폴로지](#)

[네트워크 설계](#)

[정적 SR TE 정책 동작](#)

[조건 1 - SID\(세그먼트 식별자\) 목록은 SID\(레이블 값\)로만 구성됩니다.](#)

[설정](#)

[확인](#)

[관찰](#)

[설명](#)

[조건 2 - SID 목록은 SID와 SID 설명자로 구성됩니다\(예: IP 주소\).](#)

[설정](#)

[확인](#)

[관찰](#)

[설명](#)

[SID-List를 무효화할 조건](#)

[동적 SR TE 정책 동작](#)

[설정](#)

[관찰](#)

[SRV6 SRTE 정적 정책 동작](#)

[설정](#)

[확인](#)

[관찰](#)

[결론](#)

[명령](#)

소개

이 문서에서는 라우터가 OL(Overload) 비트를 설정할 때 SR-TE(Segment Routing Traffic Engineer) 정적 및 동적 정책의 동작에 대해 설명합니다.

사전 요구 사항

요구 사항

Cisco에서는 다음에 대한 기본 지식을 갖춘 것을 권장합니다.

- MPLS(Multiprotocol Label Switching).
- ISIS(Intermediate System to Intermediate System)
- SR-TE(Segment Routing Traffic Engineer)
- IPv6를 통한 세그먼트 라우팅(SRV6)

사용되는 구성 요소

- 이 문서의 정보는 장치를 기반으로 합니다. 어그리게이션 서비스 라우터 9000(ASR9K).
- 이 문서의 정보는 특정 랩 환경의 디바이스를 토대로 작성되었습니다. 이 문서에 사용된 모든 디바이스는 초기화된(기본) 컨피그레이션으로 시작되었습니다. 현재 네트워크가 작동 중인 경우 모든 명령의 잠재적인 영향을 미리 숙지하시기 바랍니다.

네트워크 토폴로지

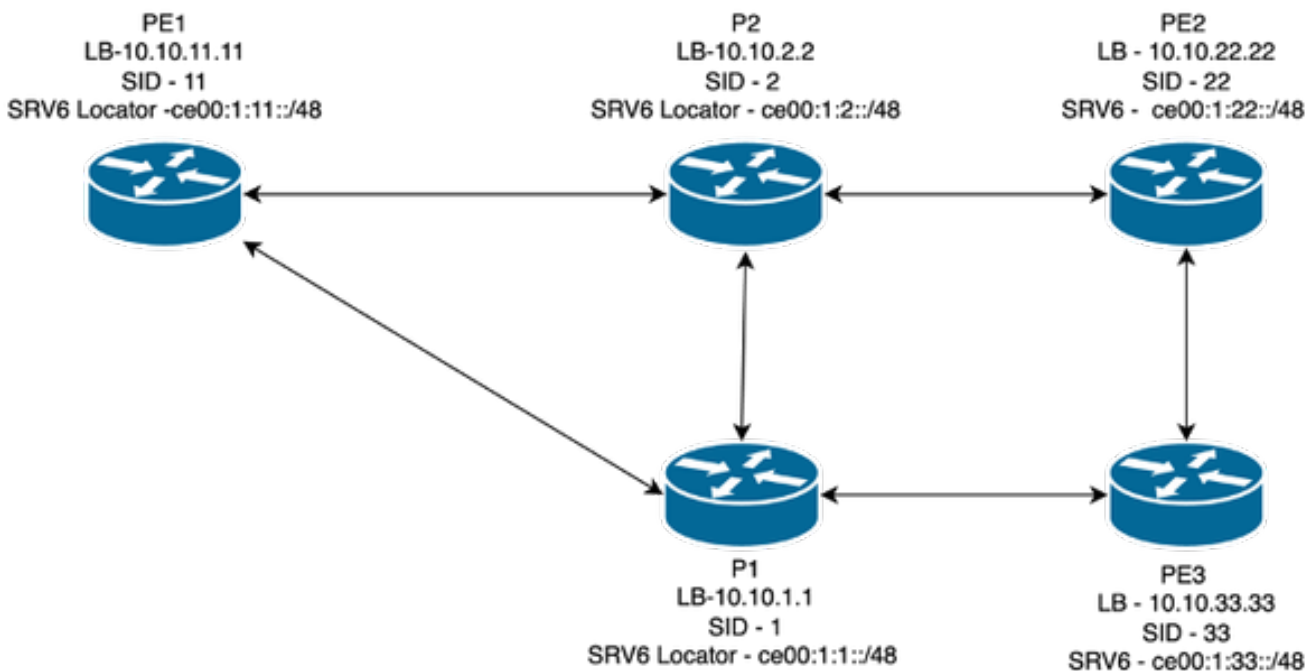


그림 1 네트워크 토폴로지

네트워크 설계

- IPV4 및 IPV6 주소군이 모두 활성화된 단일 ISIS 도메인
- SR MLA(Micro Loop Avoidance)를 사용하는 TI-LFA(Topology-Independent Loop-Free Alternate)가 구성되었습니다.
- SRGB(세그먼트 라우팅 전역 블록): 16000- 24000

정적 SR TE 정책 동작

조건 1 - SID(세그먼트 식별자) 목록은 SID(레이블 값)로만 구성됩니다.

설정

```
segment-routing
traffic-eng
segment-list PE1-to-PE3
index 10 mpls label 16002 >>>>>>>> P2
index 20 mpls label 16022 >>>>>>>> PE2
index 30 mpls label 16033>>>>>>>>PE3
!
policy Policy-PE1-to-PE3
binding-sid mpls 1000
color 1000 end-point ipv4 10.10.33.33
candidate-paths
preference 100
explicit segment-list PE1-to-PE3
```

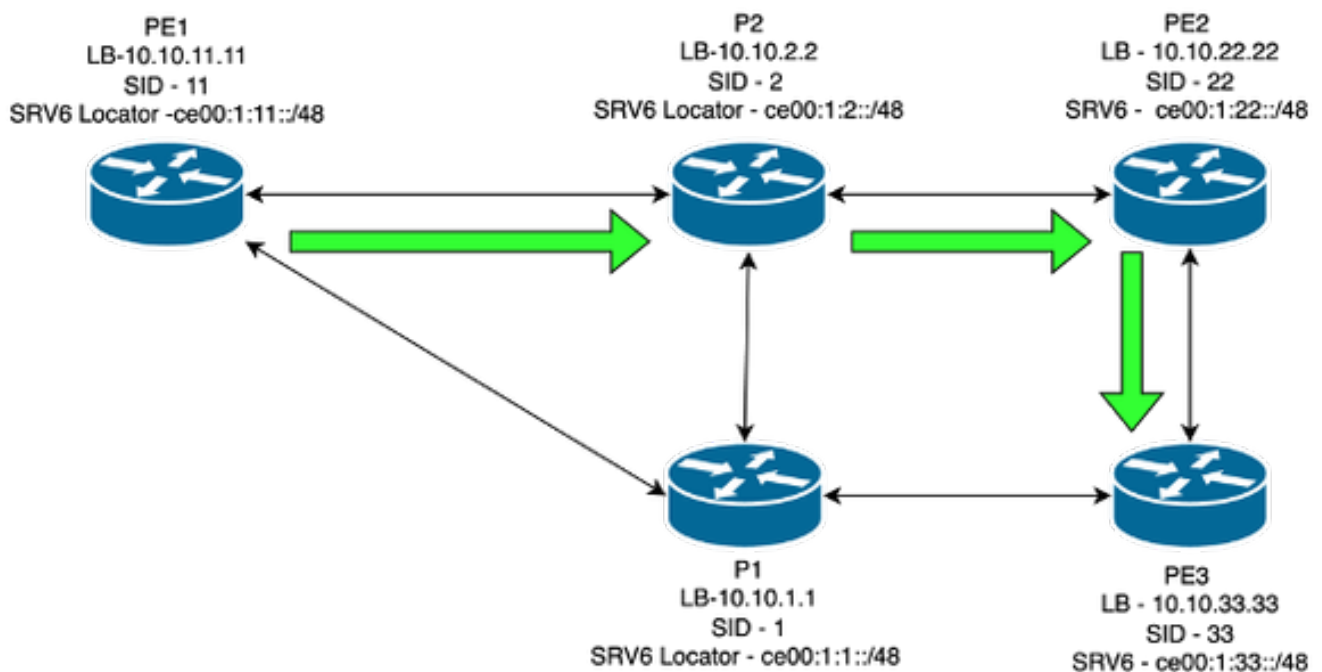


그림 2: 정책 Policy-PE1-to-PE3에서 사용하는 경로

확인

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 1000 detail
SR-TE policy database
```

```
-----
Color: 1000, End-point: 10.10.33.33
Name: srte_c_1000_ep_10.10.33.33
Status:
Admin: up Operational: up for 00:00:24 (since Apr 18 10:22:21.382)
```

```

Candidate-paths:
  Preference: 100 (configuration) (active)
  Name: Policy-PE1-to-PE3
  Requested BSID: 1000
  Protection Type: protected-preferred
  Maximum SID Depth: 10
  Explicit: segment-list PE1-to-PE3 (valid)
  Weight: 1, Metric Type: TE
    16002 [Prefix-SID, 10.10.2.2]
    16022
    16033

```

```

RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show isis database
Fri Apr 18 10:29:47.616 UTC

```

```

IS-IS core (Level-2) Link State Database
LSPID                LSP Seq Num  LSP Checksum  LSP Holddtime/Rcvd  ATT/P/OL
ASR9910-4-P1-CE1.00-00  0x000015f7  0x7c3d        1195 /1200          0/0/0
ASR9906-2-P2-CE23.00-00 0x000015f2  0xa255        1188 /1200          0/0/1
ASR9906-1-PE1-PCC.00-00* 0x000015ee  0xa580        495 /*              0/0/0
ASR-9904-5-PE2-PCC.00-00 0x000015e6  0x47df        1086 /1200          0/0/1
ASR9910-3-PE3-PCC.00-00 0x000015e8  0x053e        966 /1200           0/0/1

```

관찰

경로(P(Provider Router)2, PE(Provider Edge Router)2 및 PE3)의 라우터에서 오버로드 비트가 설정된 경우, 명시적 SID 목록의 첫 번째 SID(Segment Identifier)를 전달 인터페이스로 성공적으로 확인할 수 있는 경우, SR-TE 경로의 중간 라우터 또는 종단 라우터 자체에서도 오버로드 비트가 설정되어 있으면 SR-TE(Segment Routing Traffic Engineering) 정책의 검증이나 설치에 영향을 주지 않습니다.

설명

SID(Segment Identifier)는 MPLS 레이블 값으로 표시됩니다. PE1(head-end router)이 일반적으로 PCE(Path Computation Element)에서 SR-TE 정책을 수신하는 경우 전체 SID 목록을 검증하지 않습니다. 대신 세그먼트 목록의 첫 번째 SID에 대해서만 확인 및 검증을 수행합니다.

이 설계 동작은 의도적이며 단일 SR 정책이 여러 IGP 도메인에 걸쳐 있는 도메인 간 SR-TE 정책을 지원할 수 있습니다. 헤드 엔드 라우터에는 원격 도메인에 대한 가시성이 없으므로 중앙 집중식 PCE는 이러한 도메인 전체에서 엔드 투 엔드 경로 계산을 수행합니다. PCE는 SID(Fully Resolved Label Stack)를 일반적으로 헤드엔드 라우터인 PCC(Path Computation Client)로 반환합니다.

정책을 수신하면 헤드 엔드 라우터는 첫 번째 SID가 로컬 전달 항목을 통해 확인될 수 있는 한 이 SID를 설치합니다. 후속 SID는 토폴로지 보기 외부의 원격 도메인과 관련이 있으므로 확인 또는 확인을 시도하지 않습니다. 이 동작은 SID 목록의 첫 번째 SID만 검증되고 후속 SID는 검증되지 않는 헤드 엔드 라우터에서 수동으로 구성된 고정 SID 목록에 적용됩니다.

조건 2 - SID 목록은 SID와 SID 설명자로 구성됩니다(예: IP 주소).

설정

```
segment-list PE3-to-PE1-4sids
  index 1 mpls label 16022
  index 2 mpls label 16002
  index 3 mpls adjacency 10.10.21.1 >>>>> SID descriptor
  index 4 mpls label 16011
```

```
policy Policy-PE3-to-PE1-4sids
  binding-sid mpls 3001
  color 3001 end-point ipv4 10.10.11.11
  candidate-paths
    preference 100
    explicit segment-list PE3-to-PE1-4sids
```

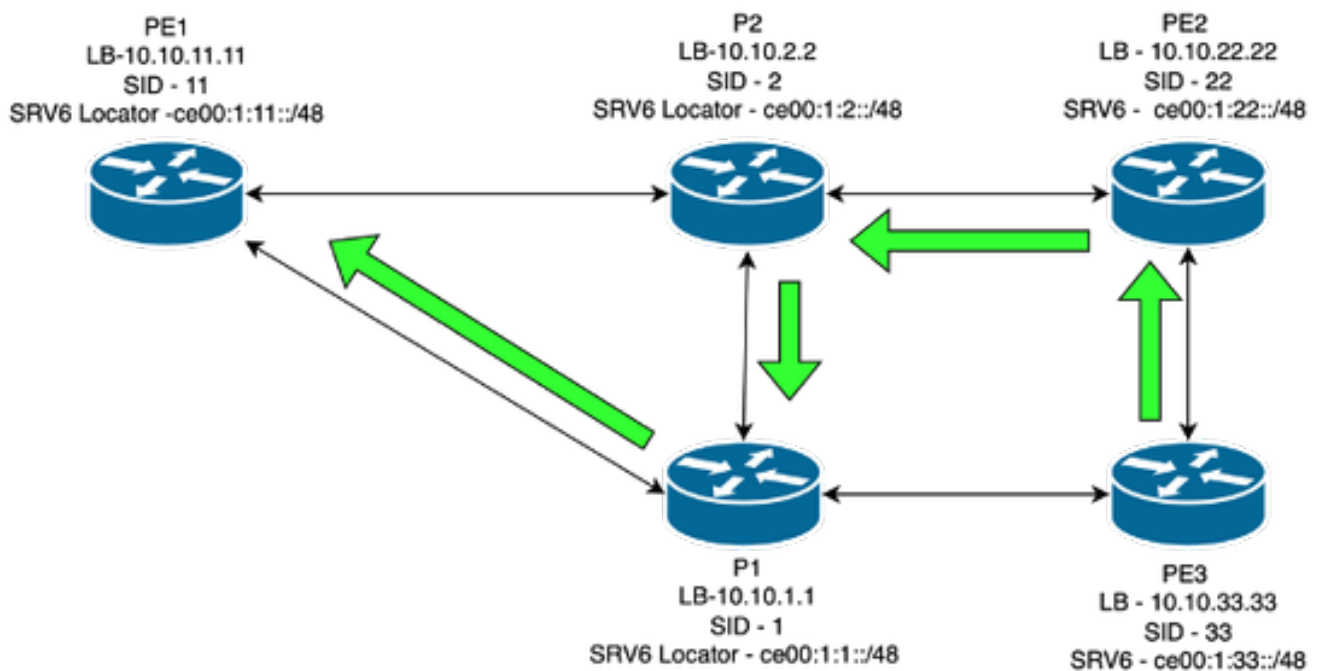


그림 3: 정책 Policy-PE3-to-PE1-4sids에서 사용하는 경로

확인

```
RP/0/RSP0/CPU0:ASR9910-3-PE3-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 3001
SR-TE policy database
```

```
-----
Color: 3001, End-point: 10.10.11.11
Name: srte_c_3001_ep_10.10.11.11
Status:
  Admin: up  Operational: up for 00:01:00 (since Apr 27 07:03:01.980)
```

Candidate-paths:
 Preference: 100 (configuration) (active)
 Name: Policy-PE3-to-PE1-4sids
 Requested BSID: 3001
 Constraints:
 Protection Type: protected-preferred
 Maximum SID Depth: 10
 Explicit: segment-list PE3-to-PE1-4sids (valid)
 Weight: 1, Metric Type: TE
 16022 [Prefix-SID, 10.10.22.22]
 16002 [Prefix-SID, 10.10.2.2]
 24000 [Adjacency-SID, 10.10.21.2 - 10.10.21.1]
 16011 [Prefix-SID, 10.10.11.11]
 Attributes:
 Binding SID: 3001
 Forward Class: Not Configured
 Steering labeled-services disabled: no
 Steering BGP disabled: no
 IPv6 caps enable: yes
 Invalidation drop enabled: no
 Max Install Standby Candidate Paths: 0

오버로드 비트가 P1에 설정된 경우:

RP/0/RSP0/CPU0:ASR9910-3-PE3-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 3001
 SR-TE policy database

```

-----
Color: 3001, End-point: 10.10.11.11
Name: srte_c_3001_ep_10.10.11.11
Status:
  Admin: up   Operational: down for 00:00:02 (since Apr 27 07:06:24.845) >> policy is down
Candidate-paths:
  Preference: 100 (configuration) (inactive)
  Name: Policy-PE3-to-PE1-4sids
  Requested BSID: 3001
  Constraints:
    Protection Type: protected-preferred
    Maximum SID Depth: 10
  Explicit: segment-list PE3-to-PE1-4sids (inactive) >>> path is inactive
  Last error: IPv4 address follows an unresolved label: 10.10.21.1
  Weight: 1, Metric Type: TE
    16022
    16002
    16011
    16011
  Attributes:
    Forward Class: 0
    Steering labeled-services disabled: no
    Steering BGP disabled: no
    IPv6 caps enable: no
    Invalidation drop enabled: no
    Max Install Standby Candidate Paths: 0
  
```

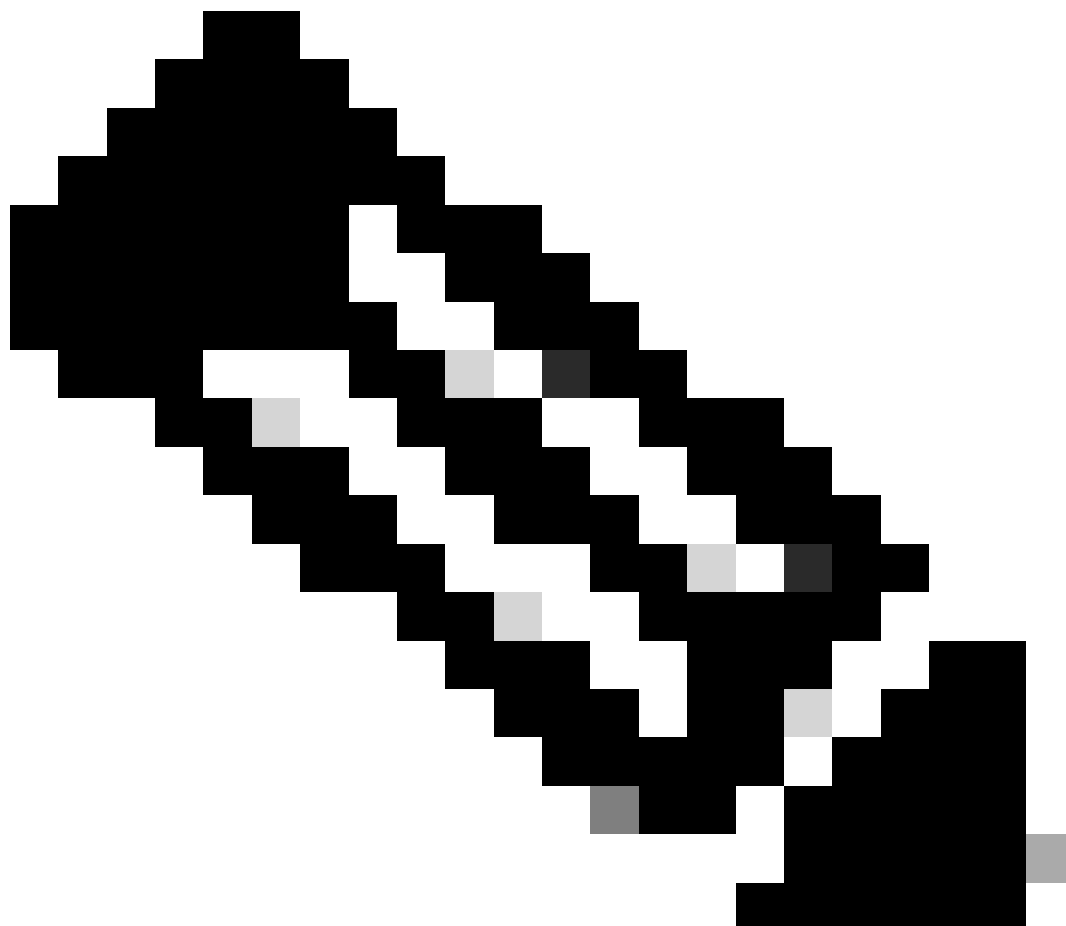
관찰

Overload Bit(오버로드 비트)가 PE2, P2 또는 P1에 설정되면 정책이 중단되고 경로가 무효화됩니다.

설명

헤드엔드 라우터는 지정된 모든 SID 설명자를 확인하려고 시도합니다. 첫 번째 SID가 유효한 동안에는 P1의 IGP LSP 알림에 오버로드 비트가 설정되어 있으므로 P1에 대한 SID 설명자의 확인이 실패합니다. 그러면 해당 인접 SID를 사용할 수 없게 되어 경로의 해당 세그먼트에 대한 유효성 검사가 실패합니다.

그 결과, 부분 해결이 성공하더라도 P1에 대한 확인할 수 없는 인접성 SID로 인해 SR-TE 정책 전체가 검증에 실패합니다. 이 정책 작동 상태는 down으로 표시되고, 연결된 명시적 경로가 비활성 상태로 설정되어 트래픽 스티어링에 사용되지 않습니다.



참고:

오버로드 비트가 PE1(tail-end router)에 설정된 경우, 해당 SID는 여전히 구성된 SID 목록의 일부이지만 검증 중에 포함된 레이블 스택에서 제거됩니다. 따라서 SR-TE 정책은 최소 요구 사항을 충족하므로 유효합니다. 첫 번째 SID는 발신 인터페이스(예: HundredGigE0/1/0/2)로 확인되며 확인된 SID 설명자를 가집니다. 그러나 포워딩 스택에 해당 레이블이 없으므로 트래픽은 PE1에 도달하지 않습니다. SR-TE에서 고정 SID 목록의 전체 엔드 투 엔드 검증을 보장하려면 최종 홉의 SID 설명자를 사용하여 전체 LSP 경로를 검증합니다.

SID-List를 무효화할 조건

- 비어 있을 때.
- Head-end가 첫 번째 SID를 하나 이상의 발신 인터페이스 또는 다음 홉으로 확인할 수 없는 경우.
- 헤드엔드가 SID 설명자로 표시되는 첫 번째 SID가 아닌 SID를 확인할 수 없는 경우

동적 SR TE 정책 동작

설정

```
policy Dynamic-Policy-PE1-to-PE3
binding-sid mpls 1001
color 1001 end-point ipv4 10.10.33.33
candidate-paths
  preference 100
  dynamic
```

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 1001
```

```
SR-TE policy database
```

```
-----
Color: 1001, End-point: 10.10.33.33
Name: srte_c_1001_ep_10.10.33.33
Status:
  Admin: up   Operational: up for 02:27:53 (since Apr 27 08:31:55.304)
Candidate-paths:
  Preference: 100 (configuration) (active)
  Name: Dynamic-Policy-PE1-to-PE3
  Requested BSID: 1001
  Protection Type: protected-preferred
  Maximum SID Depth: 10
  Dynamic (valid)
    Metric Type: TE,   Path Accumulated Metric: 20
    16033 [Prefix-SID, 10.10.33.33]
Attributes:
  Binding SID: 1001
  Forward Class: Not Configured
  Steering labeled-services disabled: no
```

```
Steering BGP disabled: no
IPv6 caps enable: yes
Invalidation drop enabled: no
```

SRTE 정책의 Traceroute는 정책에서 사용하는 경로를 제공하며, 이 경우 IGP 경로입니다.

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#traceroute sr-mpls policy name srte_c_1001_ep_10.10.33.33 lsp-end-point
```

Type escape sequence to abort.

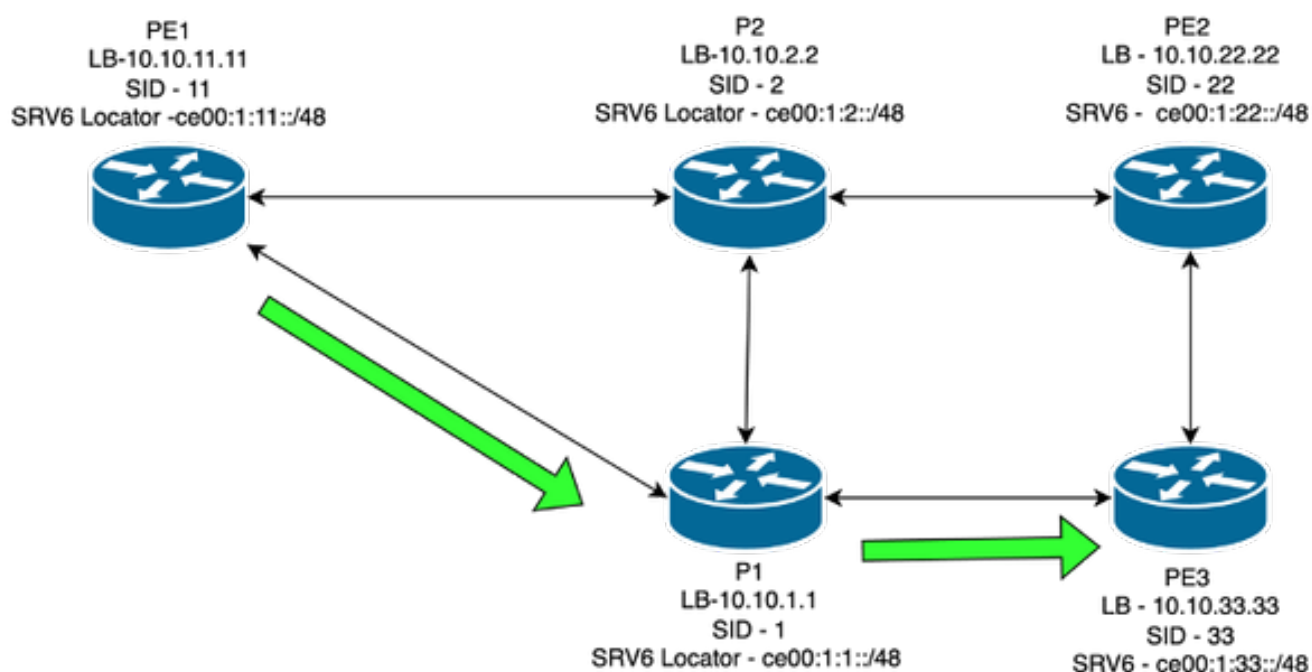
[illegible]

그림 4: Dynamic-Policy-PE1-to-PE3 정책에서 사용하는 경로

P1에서 오버로드 비트가 설정된 경우:

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#traceroute sr-mps policy binding-sid 1001 lsp-end-point 10.10.33.33
```

Type escape sequence to abort.

[illegible]

SRTE 정책에서 사용하는 경로는 P1 라우터를 우회합니다.

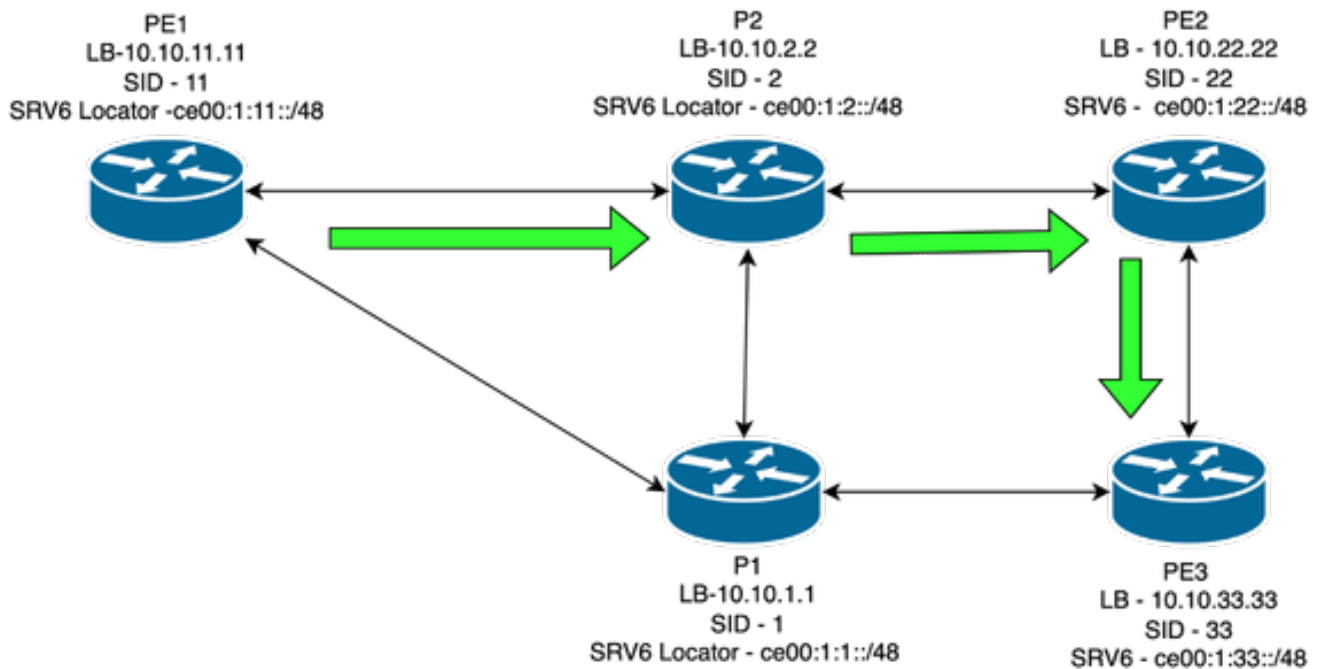


그림 5: OL 비트가 P1에 설정되어 있을 때 P1 하나가 우회될 때 Dynamic-Policy-PE1-to-PE3 정책이 취하는 경로

PE3에서 오버로드 비트가 설정된 경우:

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show isis database
ASR9910-3-PE3-PCC.00-00 0x000019c6 0x3d24 1195 /1200 0/0/1
```

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR9906-1-PE1-PCC#show segment-routing traffic-eng policy color 1001
```

```
Color: 1001, End-point: 10.10.33.33
Name: srte_c_1001_ep_10.10.33.33
Status:
  Admin: up Operational: up for 02:27:53 (since Apr 27 08:31:55.304)
Candidate-paths:
  Preference: 100 (configuration) (active)
  Name: Dynamic-Policy-PE1-to-PE3
  Requested BSID: 1001
  Protection Type: protected-preferred
  Maximum SID Depth: 10
  Dynamic (valid)
  Metric Type: TE, Path Accumulated Metric: 20
  16033 [Prefix-SID, 10.10.33.33]
Attributes:
  Binding SID: 1001
  Forward Class: Not Configured
  Steering labeled-services disabled: no
  Steering BGP disabled: no
  IPv6 caps enable: yes
```

SR-TE policy database

Color: 2000, End-point: ce00:1:33::
 Name: srte_c_2000_ep_ce00:1:33::
 Status:
 Admin: up Operational: up for 00:30:35 (since Apr 27 08:31:30.516)
 Candidate-paths:
 Preference: 100 (configuration) (active)
 Name: SRV6Policy-PE2-toPE3
 Requested BSID: dynamic
 Constraints:
 Protection Type: protected-preferred
 Maximum SID Depth: 13
 Explicit: segment-list srv6-PE2-to-PE3 (valid)
 Weight: 1, Metric Type: TE
 SID[0]: ce00:1:2::/48
 Format: f3216
 LBL:32 LNL:16 FL:0 AL:80
 SID[1]: ce00:1:11::/48
 Format: f3216
 LBL:32 LNL:16 FL:0 AL:80
 SID[2]: ce00:1:1::/48
 Format: f3216
 LBL:32 LNL:16 FL:0 AL:80
 SRv6 Information:
 Locator: corelocator
 Binding SID requested: Dynamic
 Binding SID behavior: uB6 (Insert.Red)
 Attributes:
 Binding SID: ce00:1:22:e004::
 Forward Class: Not Configured
 Steering labeled-services disabled: no
 Steering BGP disabled: no
 IPv6 caps enable: yes
 Invalidation drop enabled: no
 Max Install Standby Candidate Paths: 0

RP/0/RSP1/CPU0:ASR-9904-5-PE2-PCC#show segment-routing traffic-eng forwarding policy name srte_c_2000_

SR-TE Policy Forwarding database

Color: 2000, End-point: ce00:1:33::
 Name: srte_c_2000_ep_ce00:1:33::
 Binding SID: ce00:1:22:e004::
 Active LSP:
 Candidate path:
 Preference: 100 (configuration)
 Name: SRV6Policy-PE2-toPE3
 Segment lists:
 SL[0]:
 Name: srv6-PE2-to-PE3
 SL ID: 0xf
 Switched Packets/Bytes: ?/?
 Paths:
 Path[0]:
 Outgoing Interfaces: HundredGigE0/1/0/7
 Next Hop: fe80::bee7:12ff:fea3:b70c
 FRR Pure Backup: No
 ECMP/LFA Backup: No
 SID stack (Top -> Bottom): {ce00:1:2::/48, ce00:1:11::/48, ce00:1:1::/48}


```
Weight: 1, Metric Type: TE
SID[0]: ce00:1:2::/48
SID[1]: ce00:1:11::/48
SID[2]: ce00:1:1::/48
SRv6 Information:
Locator: corelocator
Binding SID requested: Dynamic
Binding SID behavior: uB6 (Insert.Red)
Attributes:
Forward Class: 0
Steering labeled-services disabled: no
Steering BGP disabled: no
IPv6 caps enable: yes
Invalidation drop enabled: no
Max Install Standby Candidate Paths: 0
```

```
RP/0/RSP1/CPU0:ASR-9904-5-PE2-PCC#show segment-routing traffic-eng forwarding policy name srte_c_2000_
Sun Apr 27 09:08:49.239 UTC
```

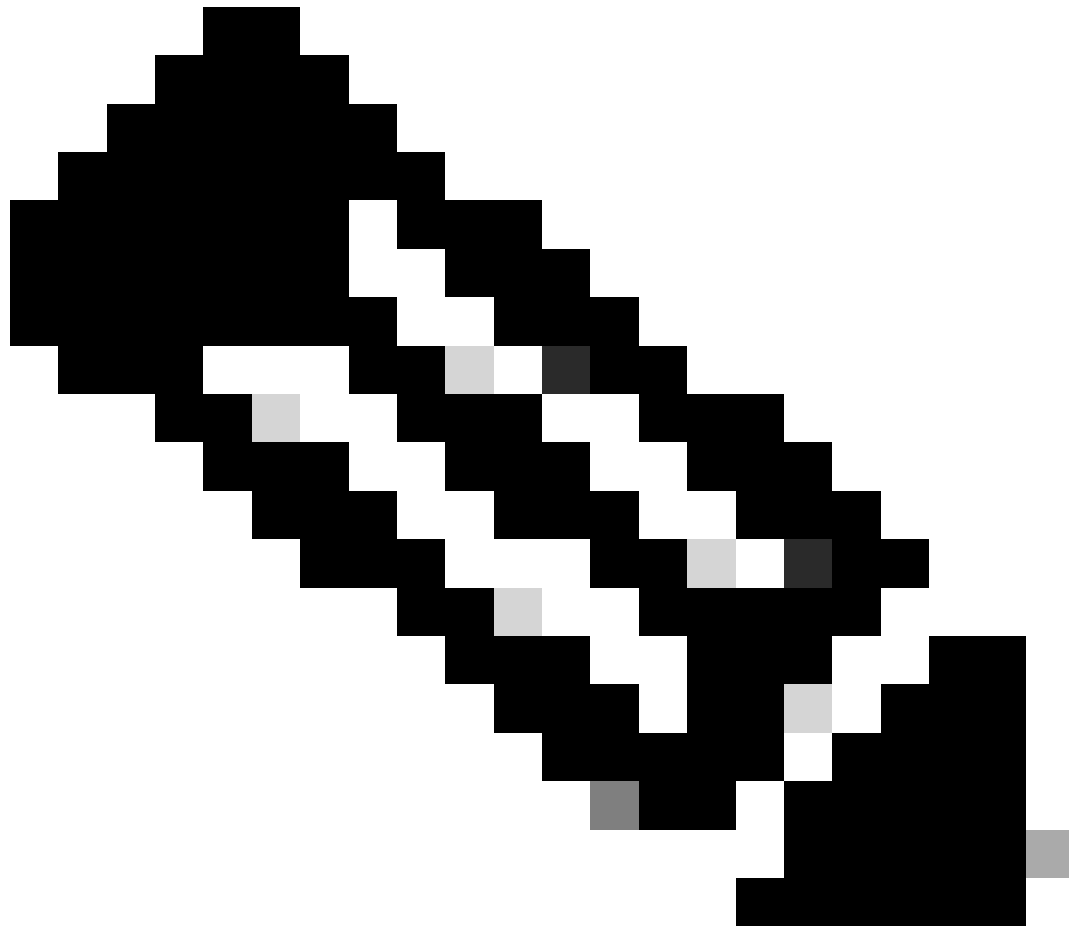
```
SR-TE Policy Forwarding database
-----
```

```
Color: 2000, End-point: ce00:1:33::
Name: srte_c_2000_ep_ce00:1:33::
```

```
Policy Packets/Bytes Switched: ?/?
```

관찰

- 라우터 Overload(오버로드) 비트가 라우터(P2, PE1 또는 P1)에 설정된 경우
- SRV6에서 SID 목록의 라우터(P2, PE1 또는 P1)가 오버로드되면 SRV6 TE가 작동 중지되고 경로가 무효화되며 마지막 오류는 연결할 수 없는 라우터의 SRV6 SID를 나타냅니다



참고: PE3에서 오버로드 비트가 설정된 경우 SRV6 SRTE 정책이 작동 중이며 유효합니다.

결론

이 문서에서는 SR-TE(Segment Routing Traffic Engineering) 경로의 검증 동작에 대해 간략하게 설명하고, SID 해결 기준에 따라 정책을 설치하고 평가하는 방법에 대해 설명합니다. SID 목록의 첫 번째 SID만 헤드 엔드 라우터에 의해 엄격하게 검증되어 도메인 간 또는 제한된 가시성 시나리오에서 유연성을 발휘할 수 있음을 강조합니다. 운영자는 네트워크 전반에 걸쳐 포워딩 연속성을 유지하면서 과부하 또는 유지 보수 상태 노드를 전송하지 않는 SR-TE 정책을 사전 설치하는 데 이 동작을 활용할 수 있으므로, 네트워크 유지 보수 기간 동안 이러한 검증 메커니즘을 이해하는 것이 중요합니다.

명령

- show segment-routing traffic-eng 정책 이름 <>
- show segment-routing traffic-eng forwarding policy name <>

- show segment-routing traffic-eng ipv4 토폴로지 isis 호스트 이름 <> private

이 번역에 관하여

Cisco는 전 세계 사용자에게 다양한 언어로 지원 콘텐츠를 제공하기 위해 기계 번역 기술과 수작업 번역을 병행하여 이 문서를 번역했습니다. 아무리 품질이 높은 기계 번역이라도 전문 번역가의 번역 결과물만큼 정확하지는 않습니다. Cisco Systems, Inc.는 이 같은 번역에 대해 어떠한 책임도 지지 않으며 항상 원본 영문 문서(링크 제공됨)를 참조할 것을 권장합니다.