

OSPFv2를 사용하는 원격 루프 프리 대체 경로

목차

[소개](#)

[사전 요구 사항](#)

[요구 사항](#)

[사용되는 구성 요소](#)

[배경 정보](#)

[용어](#)

[구성](#)

[네트워크 다이어그램](#)

[R1](#)

[R2](#)

[R3](#)

[R4](#)

[R5](#)

[R6](#)

[MPLS-Remote-LFA 터널 기능 이해](#)

[다음을 확인합니다.](#)

[문제 해결](#)

소개

이 문서에서는 LFA(Remote Loop-Free Alternate) 메커니즘이 MPLS(Multiprotocol Label Switching) 지원 네트워크에서 트래픽을 신속하게 재라우팅하는 방법에 대해 설명합니다.

원격 LFA는 직접 LFA 경로를 사용할 수 없는 경우 트래픽을 원격 노드로 터널링할 수 있는 메커니즘을 제공합니다. 원격 LFA는 50ms의 회귀 시간 내에 최종 목적지로 트래픽을 전달할 수 있습니다.

사전 요구 사항

요구 사항

Cisco는 다음과 같은 사항에 대해 알고 있는 것이 좋습니다.

- OSPFv2(Open Shortest Path First)
- MPLS

사용되는 구성 요소

이 문서는 특정 소프트웨어 및 하드웨어 버전으로 한정되지 않습니다.

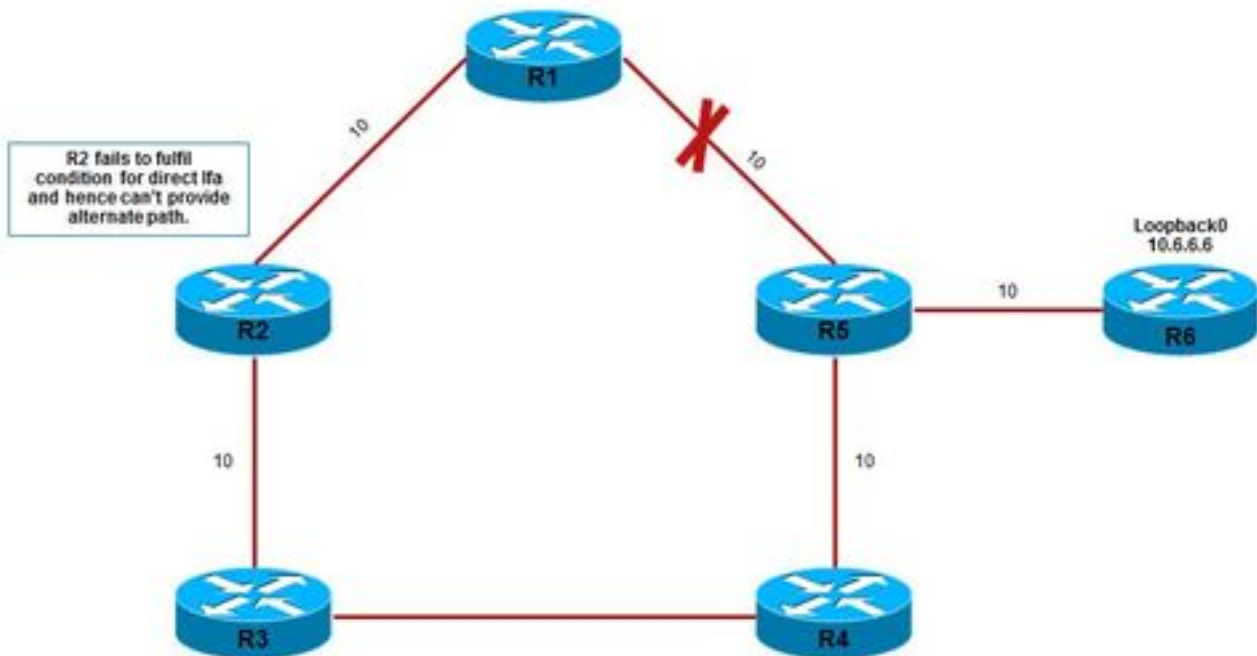
이 문서의 정보는 특정 랩 환경의 디바이스를 토대로 작성되었습니다. 이 문서에 사용된 모든 디바이스는 초기화된(기본) 컨피그레이션으로 시작되었습니다. 현재 네트워크가 작동 중인 경우, 모든

명령어의 잠재적인 영향을 미리 숙지하시기 바랍니다.

배경 정보

오늘날의 빠른 속도로 진행되는 네트워크에서는 몇 초 동안 네트워크 중단이 발생해도 민감한 애플리케이션을 방해할 수 있습니다. 기본 경로를 따라 네트워크에 노드 또는 링크 오류가 있는 경우 OSPF, ISIS(Intermediate System-to-Intermediate System) 및 EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)와 같은 포인트 라우팅 프로토콜이 통합될 때까지 패킷을 삭제할 수 있습니다. OSPF 및 ISIS와 같은 링크 상태 프로토콜에는 EIGRP와 같은 메커니즘이 없으므로 기본 경로의 장애 시 사용할 수 있는 사전 계산된 백업 경로를 사전에 사용할 수 있습니다.

직접 연결된 LFA 및 원격 LFA는 백업 경로/경로를 설정하기 위해 OSPF 및 ISIS와 함께 사용되는 두 가지 메커니즘입니다. 이 백업 경로는 기본 경로가 실패할 경우 사용되며 OSPF 또는 ISIS가 다시 변환될 때만 사용됩니다. 이렇게 하면 이미지에 표시된 것처럼 OSPF 또는 ISIS가 통합되는 동안 목적지에 패킷을 전달할 수 있습니다.



링크는 해당 OSPF 비용으로 표시됩니다. R1에서 10.6.6.6에 연결하는 비용은 21이며 기본 경로는 R1 > R5 > R6입니다.

R1 > R5 > R6 > Loopback0 // OSPF 비용 21

R2가 직접 LFA 격차로부터 검사될 경우 이를 통과하지 않으므로 10.6.6.6에 대한 직접 LFA 경로를 제공하지 못합니다.

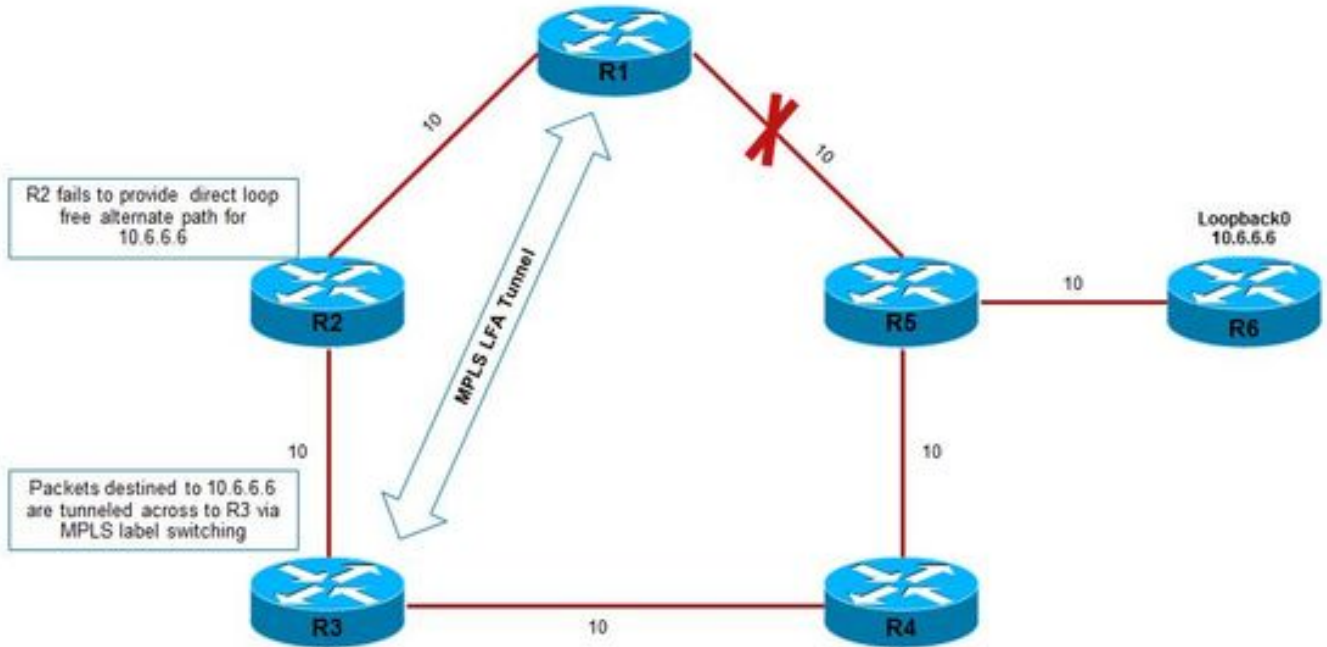
$D(N,D) < D(N,S) + D(S,D)$ // Link Protection

$41 < 10 + 21$ // Equality fails

R2는 직접 LFA 경로를 제공하기 위해 필요한 기본 조건을 충족하지 않으므로 R1-R5 링크에 장애가 발생할 경우 R2가 백업 경로로 사용될 수 없습니다.

직접 LFA에 대한 자세한 내용은 을/를 참조하십시오.

그러나 R1-R5 장애 시 R1의 트래픽을 R3으로 터널링할 수 있는 경우 대체 백업 경로를 사용할 수 있습니다. LFA 경로를 제공할 수 있는 원격 노드에 패킷을 터널링하는 이 메커니즘을 원격 LFA라고 합니다. 터널을 통해 R3로 향하는 패킷은 장애가 발생한 링크 없이 R6로 전달되며, R1-R5는 이미지에 표시된 대로 기본 경로에 10.6.6.6에 도달하기 위해 오지 않습니다.



터널은 MPLS LDP 터널입니다. 따라서 LDP가 환경에서 활성화되어야 합니다. 그러나 원격 LFA를 실행하기 위한 사전 요구 사항은 직접 LFA이며, 그렇지 않으면 LDP 터널이 나타나지 않습니다.

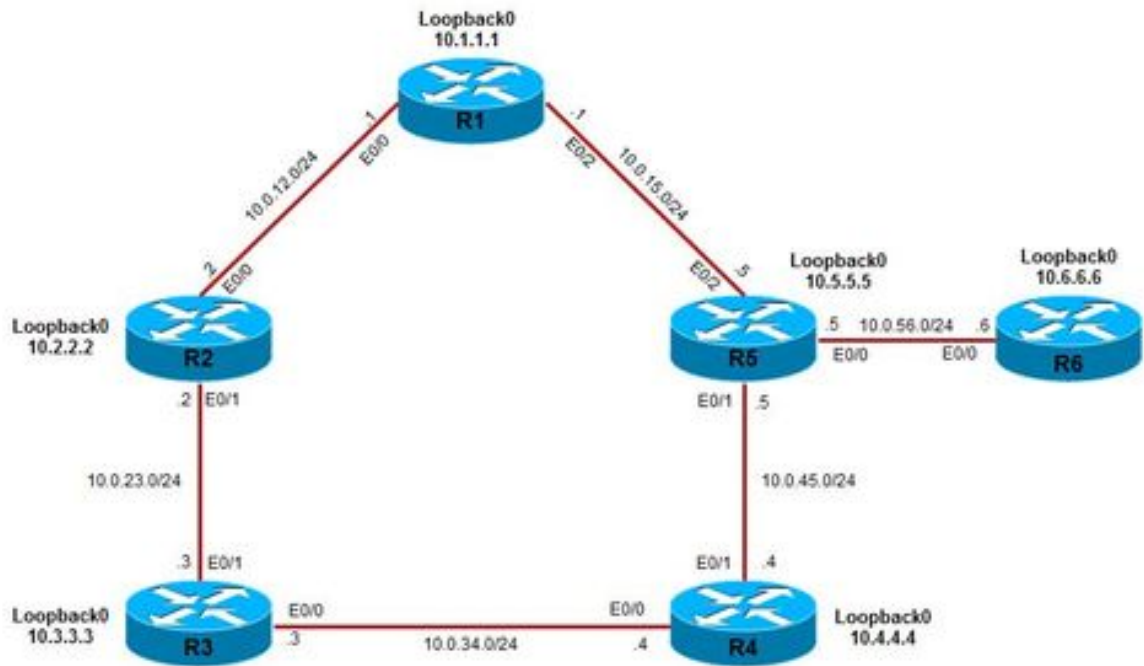
용어

remote-LFA에 사용되는 용어는 거의 없으며 여기에 설명되어 있습니다.

- P Space(P 공간) - R1이 연결할 수 있는 다른 라우터 집합은 장애가 발생한 링크를 통과하지 않고 정의됩니다. 이렇게 하려면 R1에서 루트로 SPT(Shortest Path Tree) 알고리즘을 실행해야 합니다. 예를 들어 토폴로지에서 R1의 P 공간은 R2 및 R3이 됩니다.
- Q 공간 - 실패한 링크를 거치지 않고 R5에 도달할 수 있는 라우터 집합을 정의합니다. 따라서 R5에서 SPT를 실행해야 합니다. 따라서 R5의 Q 공간은 R3 및 R4가 됩니다.
- PQ 노드 - P 및 Q 공간에 공통으로 사용되는 노드입니다. 이 경우 R3은 일반적이며 PQ 또는 릴리스 노드라고도 합니다. 원격 LFA 터널이 종료되는 노드입니다. 이러한 PQ 노드가 여러 개 있을 수 있지만 알고리즘에 따라 하나만 선택됩니다.

구성

네트워크 다이어그램



모든 접두사는 먼저 보호를 위해 직접 LFA 경로 가용성을 기준으로 검사됩니다. 직접 LFA 보호가 없는 접두사는 원격 LFA 보호에 대해 고려됩니다.

직접 연결된 LFA를 활성화하는 명령:

```
fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
fast-reroute keep-all-paths
```

원격 LFA를 활성화하는 명령:

```
fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
```

R1

```
interface Loopback0
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.12.1 255.255.255.0
 mpls ip
!
interface Ethernet0/1
 no ip address
!
interface Ethernet0/2
 ip address 10.0.15.1 255.255.255.0
 mpls ip
```

```
router ospf 100
 fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
 fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
```

```
fast-reroute keep-all-paths
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

R2

```
interface Loopback0
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.12.2 255.255.255.0
 mpls ip
!
interface Ethernet0/1
 ip address 10.0.23.2 255.255.255.0
 mpls ip

router ospf 100
 fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
 fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
 fast-reroute keep-all-paths
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

R3

```
interface Loopback0
 ip address 10.3.3.3 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.34.3 255.255.255.0
 mpls ip
!
interface Ethernet0/1
 ip address 10.0.23.3 255.255.255.0
 mpls ip

router ospf 100
 fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
 fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
 fast-reroute keep-all-paths
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

R4

```
interface Loopback0
 ip address 10.4.4.4 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.34.4 255.255.255.0
 mpls ip
!
interface Ethernet0/1
 ip address 10.0.45.4 255.255.255.0
 mpls ip
```

```
router ospf 100
 fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
 fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
 fast-reroute keep-all-paths
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

R5

```
interface Loopback0
 ip address 10.5.5.5 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.56.5 255.255.255.0
!
interface Ethernet0/1
 ip address 10.0.45.5 255.255.255.0
 mpls ip
!
interface Ethernet0/2
 ip address 10.0.15.5 255.255.255.0
 mpls ip
```

```
router ospf 100
 fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
 fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
 fast-reroute keep-all-paths
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

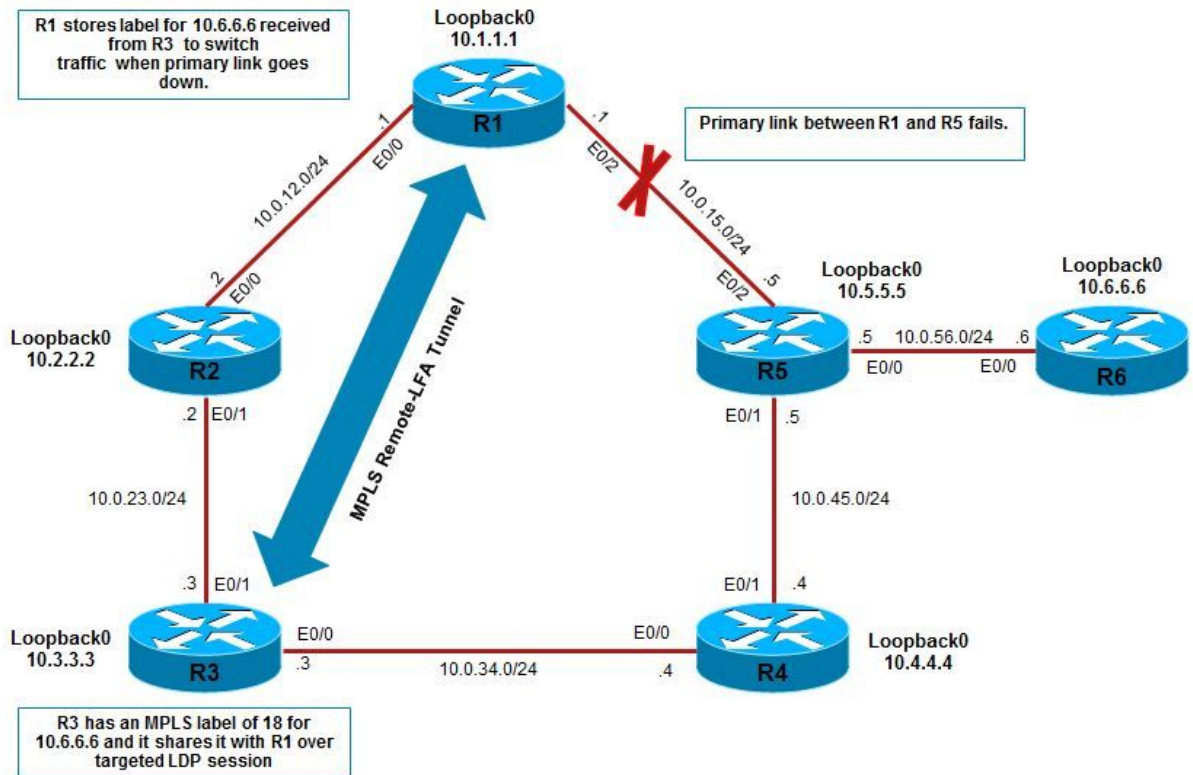
R6

```
interface Loopback0
 ip address 10.6.6.6 255.255.255.0
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.56.6 255.255.255.0
 mpls ip
```

```
router ospf 100
 fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
 fast-reroute keep-all-paths
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

MPLS-Remote-LFA 터널 기능 이해

원격 LFA 계산은 기본 next-hop별로 수행됩니다. 동일한 기본 next-hop을 공유하는 접두사가 두 개 있는 경우 모든 접두사가 동일한 LFA 터널과 PQ 노드 또는 릴리스 노드를 공유합니다. 원격 LFA 계산 결과 이미지에 표시된 대로 R3을 PQ 또는 릴리스 노드로 선택했습니다.



R6의 루프백 10.6.6.6의 경우, 폴로우할 트래픽의 기본 경로는 여기와 같이 R1 > R5 > R6을 통합니다.

```
R1#show ip route 10.6.6.6
Routing entry for 10.6.6.6/32
  Known via "ospf 100", distance 110, metric 21, type intra area
  Last update from 10.0.15.5 on Ethernet0/2, 00:08:56 ago
  Routing Descriptor Blocks:
  * 10.0.15.5, from 10.6.6.6, 00:08:56 ago, via Ethernet0/2 // Primary path
    Route metric is 21, traffic share count is 1
    Repair Path: 10.3.3.3, via MPLS-Remote-Lfa3 // Also a backup MPLS remote tunnel has been established
```

이 백업 터널은 알고리즘에 의해 계산된 R1과 PQ/릴리스 노드 R3 사이에 자동으로 설정됩니다. 이렇게 하면 레이블 교환을 위해 R1과 R3 사이에 대상 LDP 세션이 설정됩니다.

```
R1#show mpls ldp neighbor 10.3.3.3
Peer LDP Ident: 10.3.3.3:0; Local LDP Ident 10.1.1.1:0
TCP connection: 10.3.3.3.22164 - 10.1.1.1.646
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 28/29; Downstream
Up time: 00:12:08
LDP discovery sources:
  Targeted Hello 10.1.1.1 -> 10.3.3.3, active, passive
  Addresses bound to peer LDP Ident:
    10.0.34.3    10.3.3.3    10.0.23.3
```

R1과 R3 사이에 구축된 대상 LDP 세션은 PQ/릴리스(R3) 노드에서 보호된 접두사(이 경우 10.6.6.6)의 MPLS 레이블을 R1과 공유하기 위해 사용됩니다. 이 경우 R3에는 R6의 루프백 방향으로 트래픽을 레이블 스위칭하는 MPLS 레이블이 18인 것으로 나타났습니다. 이 레이블 18은 LDP를 통해 R3과 R1이 공유하며 R1에 백업 레이블로 저장됩니다.

```
R1#show ip cef 10.6.6.6
10.6.6.6/32 // 23 is primary label
  nexthop 10.0.15.5 Ethernet0/2 label [23|18] // 18 is backup label shared by R3
  repair: attached-nexthop 10.3.3.3 MPLS-Remote-Lfa3
```

```
R1#show mpls forwarding-table 10.3.3.3
Local      Outgoing  Prefix          Bytes Label    Outgoing  Next Hop
Label      Label     or Tunnel Id    Switched       interface
21         21        10.3.3.3/32     0              Et0/0      10.0.12.2
```

```
R3#show mpls forwarding-table 10.6.6.6
Local      Outgoing  Prefix          Bytes Label    Outgoing  Next Hop
Label      Label     or Tunnel Id    Switched       interface
18         18        10.6.6.6/32     0              Et0/0      10.0.34.4
```

R1-R5 링크가 활성화된 경우(기본 경로), 트래픽은 MPLS LSP를 통해 23이라는 레이블로 전달됩니다(기본 경로를 통해 10.6.6.6에 도달할 수 있는 레이블). 그러나 R1-R5 링크가 다운되면 MPLS-Remote-Lfa3을 통한 복구 경로를 통해 트래픽이 전환됩니다. 이 실패 시 R1의 IP 패킷은 추가 레이블로 지정됩니다. 내부 레이블은 대상 LDP 세션을 통해 학습된 이름이며, 외부 레이블은 이미지에 표시된 대로 PQ 노드(이 경우 R3)에 연결하기 위한 것입니다.

- 내부 레이블 - R1을 통해 R3에서 제공하는 10.6.6.6의 레이블입니다.
- Outer Label(외부 레이블) - R1이 R3의 루프백에 대해 가지고 있는 레이블입니다.



외부 레이블 내부 레이블 내부 IP 패킷

따라서 트래픽은 PQ 노드 R3에 도달하기 위해 외부 레이블 21로 스위칭됩니다. 트래픽이 R3에 도달하면 외부 레이블이 제거되거나, 최대 홉이 팝업으로 인해 R2에서 제거될 수 있습니다. R3는 내부 레이블 값 18을 찾은 다음 MPLS 포워딩 테이블을 확인하고 이미지에 표시된 대로 전달합니다.

1	R2 is unable to provide direct alternate to 10.6.6.6
2	Remote LFA is computed and R3 is selected as release/PQ node
3	Targeted LDP session is built between R1 and R3
4	MPLS label for protected (10.6.6.6) prefix is advertised by R3 to R1
5	R1 installs this label as a backup in CEF.

다음을 확인합니다.

이 섹션을 사용하여 컨피그레이션이 제대로 작동하는지 확인합니다.

기능 확인

앞서 설명한 것처럼 보호되는 접두사의 예로는 10.6.6.6/32, 즉 R6의 루프백0이 있습니다. R1이 R6의 루프백에 도달하는 기본 경로는 출력에 표시된 대로 R1 > R5 > R6을 통합합니다. 이러한 출력에서는 기본 포워딩 경로와 함께 R1과 R5 간의 기본 링크가 다운될 경우 사용되는 다른 복구 경로가 나열됩니다.


```
R1#show ip int brief | in up
Ethernet0/0          10.0.12.1          YES NVRAM  up          up
Ethernet0/2          10.0.15.1          YES NVRAM  up          up
Loopback0            10.1.1.1           YES NVRAM  up          up
MPLS-Remote-Lfa3  10.0.12.1          YES unset  up          up
MPLS-Remote-Lfa4  10.0.15.1          YES unset  up          up
```

```
R1#show ip route 10.6.6.6
Routing entry for 10.6.6.6/32
  Known via "ospf 100", distance 110, metric 21, type intra area
  Last update from 10.0.15.5 on Ethernet0/2, 01:45:54 ago
  Routing Descriptor Blocks:
  * 10.0.15.5, from 10.6.6.6, 01:45:54 ago, via Ethernet0/2
    Route metric is 21, traffic share count is 1
    Repair Path: 10.3.3.3, via MPLS-Remote-Lfa3
```

```
R1#show ip ospf rib 10.6.6.6

        OSPF Router with ID (10.1.1.1) (Process ID 100)
```

Base Topology (MTID 0)

```
OSPF local RIB
Codes: * - Best, > - Installed in global RIB
LSA: type/LSID/originator
```

```
*> 10.6.6.6/32, Intra, cost 21, area 0
  SPF Instance 10, age 01:48:22
  Flags: RIB, HiPrio
  via 10.0.15.5, Ethernet0/2
  Flags: RIB
  LSA: 1/10.6.6.6/10.6.6.6
  repair path via 10.3.3.3, MPLS-Remote-Lfa3, cost 40 // MPLS LFA tunnel chosen as
  Flags: RIB, Repair, IntfDj, BcastDj, CostWon backup
  LSA: 1/10.6.6.6/10.6.6.6
```

따라서 기본 링크 장애(R1-R5) 이후 OSPF의 통합 기간 동안 MPLS 복구 터널 사용을 통해 트래픽이 전환됩니다. 이 터널은 R1에서 시작하여 R3(PQ 노드) 10.3.3.3에서 종료됩니다. 또한 R1에서 10.6.6.6 트래픽의 기본 경로인 링크 10.0.15.5, 이더넷 0/2에 대한 보호 기능을 제공한다고 언급합니다.

```
R1#show ip ospf fast-reroute remote-lfa tunnels

        OSPF Router with ID (10.1.1.1) (Process ID 100)
```

Area with ID (0)

Base Topology (MTID 0)

```
Interface MPLS-Remote-Lfa3 // Remote lfa tunnel
  Tunnel type: MPLS-LDP
  Tailend router ID: 10.3.3.3
  Termination IP address: 10.3.3.3
  Outgoing interface: Ethernet0/0
  First hop gateway: 10.0.12.2
  Tunnel metric: 20
```

Protects:

10.0.15.5 Ethernet0/2, total metric 40

문제 해결

현재 이 컨피그레이션에 사용할 수 있는 특정 문제 해결 정보가 없습니다.