



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0039841
(43) 공개일자 2020년04월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/26 (2006.01) H04L 12/723 (2013.01)
H04L 12/733 (2013.01)
- (52) CPC특허분류
H04L 43/0811 (2013.01)
H04L 43/50 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7010218(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2015년12월21일
심사청구일자 2020년04월08일
- (62) 원출원 특허 10-2019-7023901
원출원일자(국제) 2015년12월21일
심사청구일자 2019년08월14일
- (85) 번역문제출일자 2020년04월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/CN2015/098113
- (87) 국제공개번호 WO 2016/107444
국제공개일자 2016년07월07일
- (30) 우선권주장
201410850766.9 2014년12월30일 중국(CN)

- (71) 출원인
후아웨이 테크놀로지 컴퍼니 리미티드
중국 518129 광둥성 셴젠 롱강 디스트릭트 반티안 후아웨이 어드미니스트레이션 빌딩
- (72) 발명자
정 리엔수
중국 518129 광둥 셴젠 롱강 디스트릭트 반티안 후아웨이 어드미니스트레이션 빌딩
천 궈이
중국 518129 광둥 셴젠 롱강 디스트릭트 반티안 후아웨이 어드미니스트레이션 빌딩
- (74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 비트 포워딩 입구 라우터, 비트 포워딩 라우터, 그리고 운용, 관리 및 유지보수 테스트 방법

(57) 요약

본 출원은 실시예는 멀티캐스트 네트워크 분야에 관한 것으로, 비트 포워딩 입구 라우터, 비트 포워딩 라우터 및 OAM 테스트 방법을 제공한다. 제1 BRF를 BFIR로부터 OAM 요청 패킷을 수신하고; 상기 제1 BRF는 상기 OAM 요청 패킷에 따라 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 결정하고; 상기 제1 BRF는 상기 BFIR의 ID에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득하고, 상기 제1 OAM 응답 패킷을 상기 BFIR에 전송한다. 본 출원의 실시예에서 제공된 방법 및 장치에 따르면, 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생한 경우, BFIR이 송신 장애를 진단 또는 처리할 수 없다는 문제점을 해결할 수 있으며, OAM 패킷을 사용함으로써 연결성 테스트에 도움이 되고 복수의 BFER의 테스트를 가능하게 한다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

H04L 45/20 (2013.01)

H04L 45/50 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

비트 포워딩 입구 라우터(bit-forwarding ingress router, BFIR)로서,
 컴퓨터 판독 가능 프로그램을 저장하도록 구성되는 메모리; 및
 상기 프로그램을 실행하여:
 적어도 하나의 비트 포워딩 출구 라우터(bit-forwarding egress router, BFER)의 식별자(identifier, ID)를 획득하고;
 상기 적어도 하나의 비트 포워딩 출구 라우터(BFER)의 식별자(ID)에 따라 운용, 관리 및 유지보수(operation, administration and maintenance, OAM) 요청 패킷을 획득하고 - 상기 OAM 요청 패킷은, 상기 BFIR의 ID, 세트 식별자, 및 상기 세트 식별자에 대응하는 제1 비트 인덱싱된 명시적 복제 멀티프로토콜 라벨 스위칭 라벨(first bit indexed explicit replication multiprotocol label switching label, BIER-MPLS Label)을 포함함 -; 및
 상기 OAM 요청 패킷을 상기 적어도 하나의 BFER에 송신
 하도록 구성되는 프로세서
 를 포함하는 비트 포워딩 입구 라우터(BFIR).

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 OAM 요청 패킷은, 상기 적어도 하나의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하는, 비트 포워딩 입구 라우터(BFIR).

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 상기 적어도 하나의 BFER의 ID에 따라 상기 세트 식별자 및 상기 비트 스트링을 획득하도록 구성되는,
 비트 포워딩 입구 라우터(BFIR).

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 BFER은 두 개의 BFER을 포함하는,
 비트 포워딩 입구 라우터(BFIR).

청구항 5

운용, 관리 및 유지보수(OAM) 테스트 방법으로서,
 비트 포워딩 입구 라우터(bit-forwarding ingress router, BFIR)가, 적어도 하나의 비트 포워딩 출구 라우터(bit-forwarding egress router, BFER)의 식별자(identifier, ID)를 획득하는 단계;
 상기 BFIR이, 적어도 하나의 비트 포워딩 출구 라우터(BFER)의 식별자(ID)에 따라 운용, 관리 및 유지보수(operation, administration and maintenance, OAM) 요청 패킷을 획득하는 단계 - 상기 OAM 요청 패킷은, 상기 BFIR의 ID, 세트 식별자, 및 상기 세트 식별자에 대응하는 제1 비트 인덱싱된 명시적 복제 멀티프로토콜 라벨 스위칭 라벨(first bit indexed explicit replication multiprotocol label switching label, BIER-MPLS

Label)을 포함함 -; 및

상기 BFIR이, 상기 OAM 요청 패킷을 상기 적어도 하나의 BFER에 송신하는 단계를 포함하는 운용, 관리 및 유지보수(OAM) 테스트 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 OAM 요청 패킷은, 상기 적어도 하나의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하는, 운용, 관리 및 유지보수(OAM) 테스트 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 세트 식별자 및 상기 비트 스트링은, 상기 적어도 하나의 BFER의 ID에 따라 획득되는, 운용, 관리 및 유지보수(OAM) 테스트 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 적어도 하나의 BFER은 두 개의 BFER을 포함하는, 운용, 관리 및 유지보수(OAM) 테스트 방법.

청구항 9

비트 포워딩 입구 라우터(bit-forwarding ingress router, BFIR)와 적어도 하나의 비트 포워딩 출구 라우터(bit-forwarding egress router, BFER)를 포함하는 비트 포워딩 시스템으로서,

상기 BFIR은,

적어도 하나의 비트 포워딩 출구 라우터(BFER)의 식별자(identifier, ID)를 획득하고;

상기 적어도 하나의 비트 포워딩 출구 라우터(BFER)의 식별자(ID)에 따라 운용, 관리 및 유지보수(operation, administration and maintenance, OAM) 요청 패킷을 획득하고 - 상기 OAM 요청 패킷은, 상기 BFIR의 ID, 세트 식별자, 및 상기 세트 식별자에 대응하는 제1 비트 인덱싱된 명시적 복제 멀티프로토콜 라벨 스위칭 라벨(first bit indexed explicit replication multiprotocol label switching label, BIER-MPLS Label)을 포함함 -; 및

상기 OAM 요청 패킷을 상기 적어도 하나의 BFER에 송신

하도록 구성되고,

상기 적어도 하나의 BFER은,

상기 OAM 요청 패킷에 응답하여 OAM 응답 패킷을 송신

하도록 구성되는, 비트 포워딩 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 OAM 요청 패킷은, 상기 적어도 하나의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하는, 비트 포워딩 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 BFIR은,

상기 적어도 하나의 BFER의 ID에 따라 상기 세트 식별자 및 상기 비트 스트링을 획득하도록 구성되는,

비트 포워딩 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 BFER은 두 개의 BFER을 포함하는,
 비트 포워딩 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은, 2014년 12월 30일에 "BIT-FORWARDING INGRESS ROUTER, BIT-FORWARDING ROUTER, AND OPERATION, ADMINISTRATION AND MAINTENANCE TEST METHOD"라는 명칭으로 중국 특허청에 제출된 중국 특허출원번호 CN201410850766.9에 대해 우선권을 주장한 한국특허출원번호 KR10-2017-7021320의 분할 출원인 한국특허출원번호 KR10-2019-7023901의 분할출원이며, 그 각각의 내용 전부는 인용에 의해 본 출원에 통합된다.

[0002] 본 발명은 멀티캐스트 네트워크 분야에 관한 것으로, 특히, 비트 포워딩(bit-forwarding) 입구 라우터, 비트 포워딩 라우터, 그리고 운용, 관리 및 유지보수(operation, administration and maintenance, 약칭하여 OAM) 테스트 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 비트 인덱스된 명시적 복제(Bit Indexed Explicit Replication, 약칭하여 BIER)는 멀티캐스트 패킷의 송신을 BIER 도메인에서 제공되는 복수의 비트 포워딩 라우터(Bit-Forwarding Router, 약칭하여 BFR)에 사용하여 구현하는 새로운 멀티캐스트 기술이다.

[0004] BIER 도메인에서 비트 포워딩 입구 라우터(Bit Forwarding Ingress Router, 약칭하여 BFIR)가 멀티캐스트 패킷을 하나 이상의 비트 포워딩 출구 라우터(Bit-Forwarding Egress Router, 약칭하여 BFER)에 전송할 때, 멀티캐스트 패킷은 각각의 BFER에 대응하는 식별 정보를 멀티캐스트 패킷으로 인코딩하고 식별 정보에 따라 대응하는 BFER에 멀티캐스트 패킷을 전송함으로써 송신된다. BFIR은 하나 이상의 BFER의 식별 정보로서 세트 식별자(Set identifier, 약칭하여 SI)와 비트 스트링(BitString)의 조합을 사용한다.

[0005] 종래 기술에서, 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 송신 장애가 발생하는 경우, BFIR은 장애를 진단하거나 처리할 수 없다.

발명의 내용

[0006] 배경기술에서의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 실시예는 BFIR이 멀티 캐스트의 송신 중에 발생하는 장애를 진단하는 것을 돕기 위해 비트 포워딩 입구 라우터, 비트 포워딩 라우터 및 OAM 테스트 방법을 제공한다. 본 발명의 실시예에서 제공되는 기술적 방안은 다음과 같다:

[0007] 제1 측면에 따르면, BIER 기반 네트워크 내에 있는 BFIR이 제공되며, 상기 BFIR은,

[0008] 하나 이상의 BFER의 식별자(identifier, 약칭하여 ID)에 따라 제1 OAM 요청 패킷을 취득하도록 구성된 제1 취득 유닛 - 상기 제1 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR의 ID, 세트 식별자 및 상기 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 상기 세트 식별자는 상기 하나 이상의 BFER에 대응하며, 상기 제1 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용됨 -; 및

[0009] 상기 제1 OAM 요청 패킷을 상기 하나 이상의 BFER에 전송하도록 구성된 제1 전송 유닛을 포함한다.

[0010] 제1 측면의 제1 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 OAM 요청 패킷은 유형 길이 값(type length value, 약칭하여 TLV)을 더 포함하며, 상기 TLV는 상기 세트 식별자, 상기 비트 스트링 및 상기 비트 스트링의 길이를 실어 전달하는(carry) 데 사용된다.

[0011] 제1 측면 또는 제1 측면의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 가능한 구현 방식에서,

[0012] 상기 제1 취득 유닛은 구체적으로,

- [0013] 상기 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 상기 세트 식별자 및 상기 비트 스트링을 취득하고;
- [0014] 상기 비트 스트링에 따라 제2 OAM 요청 패킷을 취득하고 - 상기 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 상기 비트 스트링 및 상기 BFIR의 ID를 포함하고, 상기 제2 OAM 요청 패킷의 페이로드는 OAM 패킷을 포함함 -;
- [0015] 상기 세트 식별자에 따라 상기 제2 OAM 요청 패킷에, 상기 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함하는 제1 비트 인덱싱된 명시적 복제 멀티프로토콜 라벨 스위칭 라벨(Indexed Explicit Replication Multiprotocol Label Switching Label, 약칭하여 BIER-MPLS Label)을 삽입하여 상기 제1 OAM 요청 패킷을 취득하도록 구성된다.
- [0016] 제1 측면 또는 제1 측면의 제1 가능한 구현 방식 또는 제1 측면의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제1 측면의 제3 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR과 제1 BFR 사이의 링크를 테스트하는 데 사용되며, 상기 제1 BFR은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 기기이고;
- [0017] 상기 제1 취득 유닛은 추가로, 제1 생존 시간(time-to-live, 약칭하여 TTL)을 결정하고 - 상기 제1 TTL의 값은 M이고, M은 상기 제1 OAM 요청 패킷이 상기 BFIR로부터 상기 제1 BFR에 도달하기 전의 홉 카운트(hop count)를 식별하는 데 사용됨 -;
- [0018] 상기 제1 TTL을 상기 제1 BIER-MPLS Label에 추가하도록 구성된다.
- [0019] 제1 측면의 제3 가능한 구현 방식을 참조하여, 제1 측면의 제4 가능한 구현 방식에서, 상기 BFIR은,
- [0020] 상기 제1 BFR로부터 제1 OAM 응답 패킷을 수신하도록 구성된 제1 수신 유닛 - 상기 제1 OAM 응답 패킷은 상기 제3 BFR의 ID, 상기 제1 BFR의 ID, 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 상기 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 상기 제3 BFR은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 상기 제1 BFR의 이전 홉(previous hop)임 -;
- [0021] 상기 제1 OAM 응답 패킷 및 상기 제1 TTL에 따라 제2 TTL을 취득하도록 구성된 제2 취득 유닛 - 상기 제2 TTL의 값은 상기 제1 TTL의 값에 미리 설정된 값을 가산한 결과임 -;
- [0022] 상기 제2 TTL 및 상기 세트 식별자에 따라 상기 제2 OAM 요청 패킷에 제2 BIER-MPLS Label을 삽입하여 제3 OAM 요청 패킷을 취득하도록 구성된 제3 취득 유닛 - 상기 제2 BIER-MPLS Label은 상기 세트 식별자 및 상기 제2 TTL에 대응하는 라벨을 포함하고, 상기 제3 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR과 제2 BFR 사이의 링크를 테스트하는 데 사용되며, 상기 제2 BFR은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 상기 제1 BFR의 다음 홉임 -; 및
- [0023] 상기 제3 OAM 요청 패킷을 상기 제1 BFER에 전송하도록 구성된 제2 전송 유닛을 더 포함한다.
- [0024] 제1 측면의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제1 측면의 제4 가능한 구현 방식에서, 상기 제2 BFR은 BFER이다.
- [0025] 제1 측면, 또는 제1 측면의 제1, 제2, 제3, 제4 또는 제5 가능한 구현 방식을 참조하여, 제6 가능한 구현 방식에서, 상기 하나 이상의 BFER은 상기 제1 BFER를 포함하고; 상기 장치는,
- [0026] 상기 제1 BFER로부터 상기 OAM 응답 패킷을 수신하도록 구성된 제2 수신 유닛을 더 포함하며, 상기 OAM 응답 패킷은 상기 제1 BFER의 ID, 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 상기 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함한다.
- [0027] 제1 측면, 또는 제1 측면의 제1, 제2, 제3, 제4, 제5 또는 제6 가능한 구현 방식을 참조하여, 제1 측면의 제7 가능한 구현 방식에서, 상기 제2 OAM 요청 패킷은 제1 비트와 제2 비트를 포함하며, 상기 제1 비트는 상기 제2 OAM 요청 패킷을 OAM 패킷으로서 식별하는 데 사용되고, 상기 제2 비트는 상기 제2 OAM 요청 패킷의 유형을 요청으로서 식별하는 데 사용된다.
- [0028] 제2 측면에 따르면, 비트 인덱싱된 명시적 복제(bit indexed explicit replication, BIER) 기반 네트워크 내에 있는 제1 비트 포워딩 라우터(bit-forwarding ingress router, BFR)이 제공되며, 상기 제1 BFR은,
- [0029] BFIR로부터 OAM 요청 패킷을 수신하도록 구성된 수신 유닛 - 상기 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR의 식별자(ID), 하나 이상의 BFER에 대응하는 세트 식별자 및 상기 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 상기 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용됨 -;
- [0030] 상기 OAM 요청 패킷에 따라, 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 결정하도록

구성된 목적지 결정 유닛;

- [0031] 상기 BFIR의 ID에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득하도록 구성된 제2 취득 유닛 - 상기 제1 OAM 응답 패킷은 상기 제1 BFR의 ID, 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 포함함 -; 및
- [0032] 상기 제1 OAM 응답 패킷을 상기 BFIR에 전송하도록 구성된 제2 전송 유닛을 포함한다.
- [0033] 제2 측면의 제1 가능한 구현 방식에서,
- [0034] 상기 제1 BFR은 상기 하나 이상의 BFER 중의 BFER이고;
- [0035] 상기 목적지 결정 유닛은 구체적으로, 상기 OAM 요청 패킷에 포함되어 있는 상기 세트 식별자 및 상기 비트 스트링에 따라, 상기 하나 이상의 BFER가 상기 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하고;
- [0036] 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 결정하도록 구성된다.
- [0037] 제2 측면의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 측면의 제2 가능한 구현 방식에서, 상기 OAM 요청 패킷은 TLV를 더 포함하며, 상기 TLV는 상기 세트 식별자, 상기 비트 스트링 및 상기 비트 스트링의 길이를 실어 전달하는 데 사용되고; 상기 제1 BFR은,
- [0038] 상기 OAM 요청 패킷에 포함된 TLV에 따라, 상기 하나 이상의 BFER이 상기 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하도록 구성된 검증 유닛을 더 포함하며;
- [0039] 상기 검증 유닛은 상기 OAM 요청 패킷의 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 검증하도록 구성된다.
- [0040] 제2 측면의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 측면의 제3 가능한 구현 방식에서, 상기 검증 유닛은 추가로,
- [0041] 상기 TLV에 실려 전달되는 상기 세트 식별자, 상기 비트 스트링 및 상기 비트 스트링의 길이에 따라 상기 하나 이상의 BFER의 ID를 취득하고;
- [0042] 상기 제1 BFR의 ID가 상기 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있는지를 확인하고;
- [0043] 상기 제1 BFR의 ID가 상기 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있으면, 상기 하나 이상의 BFER이 상기 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하도록 구성된다.
- [0044] 제2 측면의 제4 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 BFR은 상기 BFIR과 상기 BFER 사이의 링크상의 BFR이고, 상기 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 TTL을 포함하며;
- [0045] 상기 목적지 결정 유닛은,
- [0046] 상기 TTL의 값을 미리 설정된 값만큼 감소시키고;
- [0047] 상기 미리 설정된 값을 감한 후에 취득되는 TTL의 값이 0에 도달한 것으로 결정하고, 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 결정하도록 구성된다.
- [0048] 제2 측면의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 측면의 제5 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 BFR은 제2 전송 유닛을 더 포함하고,
- [0049] 상기 목적지 결정 유닛은 추가로, 상기 미리 설정된 값을 감한 후에 취득되는 TTL의 값이 0에 도달하지 않은 것으로 결정하고, 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR이 아닌 것으로 결정하도록 구성되고;
- [0050] 상기 제2 전송 유닛은 상기 OAM 요청 패킷을 상기 하나 이상의 BFER에 전송하도록 구성된다.
- [0051] 제2 측면 또는 제2 측면의 제1, 제2, 제3, 제4 또는 제5 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 측면의 제6 가능한 구현 방식에서,
- [0052] 상기 제1 취득 유닛은 구체적으로,
- [0053] 상기 BFIR의 ID에 따라, 상기 BFIR에 대응하는 상기 세트 식별자 및 상기 비트 스트링을 취득하고;
- [0054] 상기 BFIR에 대응하는 비트 스트링에 따라 제2 OAM 응답 패킷을 취득하고 - 상기 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더는 상기 BFIR에 대응하는 비트 스트링 및 상기 제1 BFR의 ID를 포함하고, 상기 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드

는 OAM 패킷을 포함함 -;

- [0055] 상기 BFIR에 대응하는 상기 세트 식별자에 따라 상기 제2 OAM 응답 패킷에, 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함하는 BIER-MPLS Label을 삽입하여, 상기 제1 OAM 응답 패킷을 취득하도록 구성된다.
- [0056] 제2 측면의 제6 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 측면의 제7 가능한 구현 방식에서,
- [0057] 상기 제1 취득 유닛은 추가로,
- [0058] 제2 BFR의 ID를 취득하고 - 상기 제2 BFR은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 상기 제1 BFR의 이전 홉임 -;
- [0059] 상기 제2 BFR의 ID를 상기 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드에 추가하도록 구성된다.
- [0060] 제2 측면 또는 제2 측면의 제1, 제2, 제3, 제4, 제5, 제6 또는 제7 가능한 구현 방식을 참조하여, 제2 측면의 제8 가능한 구현 방식에서, 상기 OAM 응답 패킷은 제1 비트와 제2 비트를 포함하고, 상기 제1 비트는 상기 OAM 응답 패킷을 OAM 패킷으로서 식별하는 데 사용되고, 상기 제2 비트는 상기 OAM 응답 패킷의 유형을 응답으로서 식별하는 데 사용된다.
- [0061] 제3 측면에 따르면, 비트 인덱싱된 명시적 복제(BIER) 기반 네트워크에서 사용되는 OAM 테스트 방법이 제공되며, 상기 OAM 테스트 방법은,
- [0062] BFIR이, 하나 이상의 BFER의 식별자(ID)에 따라 제1 OAM 요청 패킷을 취득하는 단계 - 상기 제1 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR의 ID, 세트 식별자 및 상기 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 상기 세트 식별자는 상기 하나 이상의 BFER에 대응하며, 상기 제1 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용됨 -; 및
- [0063] 상기 BFIR이 상기 제1 OAM 요청 패킷을 상기 하나 이상의 BFER에 전송하는 단계를 포함한다.
- [0064] 제3 측면의 제1 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 OAM 요청 패킷은 TLV를 더 포함하며, 상기 TLV는 상기 세트 식별자, 상기 비트 스트링 및 상기 비트 스트링의 길이를 실어 전달하는 데 사용된다.
- [0065] 제3 측면 또는 제3 측면의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 측면의 제2 가능한 구현 방식에서, 상기 BFIR이 상기 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 제1 OAM 요청 패킷을 생성하는 단계는,
- [0066] 상기 BFIR이 상기 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 상기 세트 식별자 및 상기 비트 스트링을 취득하는 단계;
- [0067] 상기 BFIR이 상기 비트 스트링에 따라 제2 OAM 요청 패킷을 취득하는 단계 - 상기 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 상기 비트 스트링 및 상기 BFIR의 ID를 포함하고, 상기 제2 OAM 요청 패킷의 페이로드는 OAM 패킷을 포함함 -; 및
- [0068] 상기 BFIR이 상기 세트 식별자에 따라 상기 제2 OAM 요청 패킷에, 상기 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함하는 제1 BIER-MPLS Label을 삽입하여, 상기 제1 OAM 요청 패킷을 취득하는 단계를 포함한다.
- [0069] 제3 측면 또는 제3 측면의 제1 또는 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 측면의 제3 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR과 제1 BFR 사이의 링크를 테스트하는 데 사용되며, 상기 제1 BFR은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 기기이고;
- [0070] 상기 BFIR이 하나 이상의 BFER의 식별자(ID)에 따라 제1 OAM 요청 패킷을 취득하는 단계는,
- [0071] 상기 BFIR이 TTL을 결정하는 단계 - 상기 제1 TTL의 값은 M이고, M은 상기 제1 OAM 요청 패킷이 상기 BFIR로부터 상기 제1 BFR에 도달하기 전의 홉 카운트를 식별하는 데 사용됨 -; 및
- [0072] 상기 BFIR이 상기 제1 TTL을 상기 제1 OAM 요청 패킷에 추가하는 단계를 한다.
- [0073] 제3 측면의 제3 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 측면의 제4 가능한 구현 방식에서, 상기 OAM 테스트 방법은,
- [0074] 상기 BFIR이 상기 제1 BFR로부터 제1 OAM 응답 패킷을 수신하는 단계 - 상기 제1 OAM 응답 패킷은 제3 BFR의 ID, 상기 제1 BFR의 ID, 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 상기 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 상기 제3 BFR은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 제1 BFR의 이전 홉임 -;
- [0075] 상기 BFIR이 상기 제1 OAM 응답 패킷 및 상기 제1 TTL에 따라 제2 TTL을 취득하는 단계 - 상기 제2 TTL의 값은 상기 제1 TTL의 값에 미리 설정된 값을 가산한 결과임 -;

- [0076] 상기 BFIR이 상기 제2 TTL 및 상기 세트 식별자에 따라 상기 제2 OAM 요청 패킷에 제2 BIER-MPLS Label을 삽입하여 제3 OAM 요청 패킷을 취득하는 단계 - 상기 제2 BIER-MPLS Label은 상기 제2 TTL 및 상기 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함하고, 상기 제3 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR과 제2 BFR 사이의 링크를 테스트하는 데 사용되며, 상기 제2 BFR은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 상기 제1 BFR의 다음 홉임 -; 및
- [0077] 상기 BFIR이 상기 제3 OAM 요청 패킷을 상기 제2 BFR에 전송하는 단계를 더 포함한다.
- [0078] 제3 측면의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 측면의 제5 가능한 구현 방식에서, 상기 제2 BFR은 BFER이다.
- [0079] 제3 측면, 또는 제3 측면의 제1 또는 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제3 측면의 제5 가능한 구현 방식에서, 상기 하나 이상의 BFER은 상기 제1 BFER를 포함하고, 상기 OAM 테스트 방법은,
- [0080] 상기 BFIR이 상기 제1 BFER로부터 상기 OAM 응답 패킷을 수신하는 단계를 더 포함하며, 상기 OAM 응답 패킷은 상기 제1 BFER의 ID, 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 상기 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함한다.
- [0081] 제3 측면의 제5 가능한 구현 방식을 참조하여, 제6 가능한 구현 방식에서, 상기 제2 OAM 요청 패킷은 제1 비트와 제2 비트를 포함하며, 상기 제1 비트는 상기 제2 OAM 요청 패킷을 OAM 패킷으로서 식별하는 데 사용되고, 상기 제2 비트는 상기 제2 OAM 요청 패킷의 유형을 요청으로서 식별하는 데 사용된다.
- [0082] 제4 측면에 따르면, 비트 인덱싱된 명시적 복제(BIER) 기반 네트워크에서 사용되는 OAM 테스트 방법이 제공되며,
- [0083] 제1 BFR가 BFIR로부터 OAM 요청 패킷을 수신하는 단계 - 상기 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR의 식별자(ID), 세트 식별자 및 상기 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 상기 세트 식별자는 상기 하나 이상의 BFER에 대응하고, 상기 OAM 요청 패킷은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용됨 -;
- [0084] 상기 제1 BFR이 상기 OAM 요청 패킷에 따라, 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 결정하는 단계;
- [0085] 상기 제1 BFR이 상기 BFIR의 ID에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득하는 단계 - 상기 OAM 응답 패킷은 상기 제1 BFR의 ID, 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 상기 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함함 -; 및
- [0086] 상기 제1 BFR이 상기 제1 OAM 응답 패킷을 상기 BFIR에 전송하는 단계를 포함한다.
- [0087] 제4 측면의 제1 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 BFR은 상기 하나 이상의 BFER 중의 BFER이고; 상기 제1 BFR이 상기 OAM 요청 패킷에 따라, 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 결정하는 단계는,
- [0088] 상기 제1 BFR이 상기 OAM 요청 패킷에 포함되어 있는 상기 세트 식별자 및 상기 비트 스트링에 따라, 상기 하나 이상의 BFER가 상기 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하는 단계; 및
- [0089] 상기 제1 BFR이 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 결정하는 단계를 포함한다.
- [0090] 제4 측면의 제1 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 측면의 제2 가능한 구현 방식에서, 상기 OAM 요청 패킷은 TLV를 더 포함하며, 상기 TLV는 상기 세트 식별자, 상기 비트 스트링 및 상기 비트 스트링의 길이를 실어 전달하는 데 사용되고;
- [0091] 상기 제1 BFR이 상기 BFIR의 ID에 따라 OAM 요청 패킷을 취득하는 단계 전에,
- [0092] 상기 제1 BFR이 상기 OAM 요청 패킷에 포함된 TLV에 따라, 상기 하나 이상의 BFER가 상기 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하는 단계; 및
- [0093] 상기 제1 BFR이 상기 OAM 요청 패킷의 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 검증하는 단계를 더 포함한다.
- [0094] 제4 측면의 제2 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 측면의 제3 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 BFR이 상기 OAM 요청 패킷에 포함된 TLV에 따라, 상기 하나 이상의 BFER가 상기 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하는 단계는,
- [0095] 상기 제1 BFR이, 상기 TLV에 실려 전달되는 상기 세트 식별자, 상기 비트 스트링 및 상기 비트 스트링의 길이에

따라 상기 하나 이상의 BFER의 ID를 취득하는 단계;

- [0096] 상기 제1 BFR이 상기 제1 BFR의 ID가 상기 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있는지를 확인하는 단계; 및
- [0097] 상기 제1 BFR의 ID가 상기 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있으면, 상기 제1 BFR이 상기 하나 이상의 BFER가 상기 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하는 단계를 포함한다.
- [0098] 제4 측면을 참조하여, 제4 측면의 제4 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 BFR은 상기 BFIR과 상기 BFER 사이의 링크상의 BFR이고, 상기 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 TTL을 포함하며;
- [0099] 상기 제1 BFR이 상기 OAM 요청 패킷에 따라, 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 결정하는 단계는,
- [0100] 상기 제1 BFR이 상기 TTL의 값을 미리 설정된 값만큼 감소시키는 단계; 및
- [0101] 상기 제1 BFR이, 상기 미리 설정된 값을 감한 후에 취득되는 TTL의 값이 0에 도달한 것으로 결정하고, 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR인 것으로 결정하는 단계를 포함한다.
- [0102] 제4 측면의 제4 가능한 구현 방식을 참조하여, 제5 가능한 구현 방식에서, 상기 OAM 테스트 방법은,
- [0103] 상기 제1 BFR이 상기 미리 설정된 값을 감한 후에 취득되는 TTL의 값이 0에 도달하지 않은 것으로 결정하고, 상기 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 상기 제1 BFR이 아닌 것으로 결정하는 단계; 및
- [0104] 상기 제1 BFR이 상기 OAM 요청 패킷을 상기 하나 이상의 BFER에 전송하는 단계를 더 포함한다.
- [0105] 제4 측면, 또는 제4 측면의 제1, 제2, 제3, 제4, 또는 제5 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 측면의 제6 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 BFR이 상기 BFIR의 ID에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득하는 단계는,
- [0106] 상기 제1 BFR이 상기 BFIR의 ID에 따라, 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득하는 단계;
- [0107] 상기 제1 BFR이 상기 BFIR에 대응하는 비트 스트링에 따라 제2 OAM 응답 패킷을 취득하는 단계 - 상기 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더는 상기 BFIR에 대응하는 비트 스트링 및 상기 제1 BFR의 ID를 포함하고, 상기 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드는 OAM 패킷을 포함함 -; 및
- [0108] 상기 제1 BFR이 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자에 따라 상기 제2 OAM 응답 패킷에, 상기 BFIR에 대응하는 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함하는 BIER-MPLS Label을 삽입하여, 상기 제1 OAM 응답 패킷을 취득하는 단계를 더 포함한다.
- [0109] 제4 측면의 제6 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 측면의 제7 가능한 구현 방식에서, 상기 제1 BFR이 상기 BFIR의 ID에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득하는 단계는,
- [0110] 상기 제1 BFR이 제2 BFR의 ID를 취득하는 단계 - 상기 제2 BFR은 상기 BFIR과 상기 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 상기 제1 BFR의 이전 홉임 -; 및
- [0111] 상기 제1 BFR이 상기 제2 BFR의 ID를 상기 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드에 추가하는 단계를 더 포함한다.
- [0112] 제4 측면, 또는 제4 측면의 제1, 제2, 제3, 제4, 제5, 제6 또는 제7 가능한 구현 방식을 참조하여, 제4 측면의 제8 가능한 구현 방식에서, 상기 OAM 응답 패킷은 제1 비트와 제2 비트를 포함하고, 상기 제1 비트는 상기 OAM 응답 패킷을 OAM 패킷으로서 식별하는 데 사용되고, 상기 제2 비트는 OAM 응답 패킷의 유형을 응답으로서 식별하는 데 사용된다.
- [0113] 본 발명의 실시예에서 제공되는 방법 및 장치에 따르면, BFIR은 BIER 네트워크 내의 하나 이상의 BFER에 OAM 요청 패킷을 전송할 수 있으며, OAM 요청 패킷은 상기 하나 이상의 BFER에 대응하는 하나 이상의 비트 스트링 및 세트 식별자를 포함하고; 상기 BIER 내의 BFR은 비트 스트링 및 세트 식별자에 따라 대응하는 BFER에 OAM 요청 패킷을 포워딩할 수 있다. 이는 BFIR이 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생하는 경우 송신 오류를 진단하거나 처리할 수 없는 문제를 해결하는 데 도움이 된다. BFIR은 OAM 요청 패킷을 사용하여 하나 이상의 BFER에 대해 연결성 테스트 및/또는 장애의 위치결정(fault locating)을 수행할 수 있어, 자원 소비를 줄이고 테스트 효율성을 향상시키는 데 도움이 된다.

도면의 간단한 설명

- [0114] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 BIER 네트워크의 개략도이다.

- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 BFIR의 구성 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 BFIR의 구성 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 BFR의 구성 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 BFR의 구성 블록도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 BFIR의 구성 블록도이다.
- 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 BFR의 구성 블록도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 OAM 테스트 방법의 방법 흐름도이다.
- 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 OAM 테스트 방법의 방법 흐름도이다.
- 도 10a~도 10c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 OAM 테스트 방법의 방법 흐름도이다.
- 도 11a~도 11c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 OAM 테스트 방법의 방법 흐름도이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 OAM 패킷 헤더의 개략도이다.
- 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 OAM 패킷의 페이로드 영역의 개략도이다.
- 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 TLV의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0115] 당업자가 본 발명의 방안을 더 잘 이해할 수 있도록 하기 위해, 이하에서는 첨부도면 및 구현 방식을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세하게 설명한다.
- [0116] BIER 네트워크는 복수의 BFR을 포함할 수 있다. 복수의 비트 포워딩 라우터는 멀티캐스트 패킷의 송신 링크상의 BFR의 위치에 따라 BFIR, 중간 BFR 및 BFER로 분류될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에서 제공되는 BIER 네트워크는 BFIR, 중간 BFR1, 제1 BFER, 중간 BFR2 및 제2 BFER를 포함한다. BFIR은 중간 BFR1에 연결될 수 있고, 중간 BFR1은 첫 번째 BFER에 연결될 수 있으며; 중간 BFR1은 BFIR과 제1 BFER 사이의 링크상의 BFR일 수 있다. BFIR은 중간 BFR2에 연결될 수 있고, 중간 BFR2는 제2 BFER에 연결될 수 있으며; 중간 BFR2는 BFIR과 제2 BFER 사이의 링크상의 BFR일 수 있다.
- [0117] BIER 네트워크 내의 각각의 BFR은 ID를 갖는다. BFR의 ID는 BFR에 할당되는, BIER 네트워크 내의 BFR의 신원(identity)을 식별하는 데 사용되는 정보일 수 있다. BFR의 ID와 BFR의 인터넷 프로토콜(Internet Protocol, 약칭하여 IP) 주소 사이에는 대응관계(correspondence)가 있을 수 있다. BFR의 ID는, 계산에 의해, BFR에 대응하는 세트 식별자 및 BFR에 대응하는 비트 스트링을 취득하기 위해 사용될 수 있다. 즉 BFR의 식별자는 세트 식별자 및 비트에 대응할 수 있다. 예를 들어, BFR에 대응하는 세트 식별자 및 BFR에 대응하는 비트 스트링은 BFR의 ID에 따라 취득될 수 있으며, BFR의 ID는 BFR에 대응하는 세트 식별자 및 대응하는 비트 스트링에 따라 취득될 수 있다.
- [0118] BFR에 대응하는 식별자는 BFR의 ID 및 복수의 미리 설정된 값에 따라 결정되는 값일 수 있으며, 식별자에 따라 정해지는 값일 수 있으며, 여기서 미리 설정된 값은 256일 수 있다. BFR에 대응하는 비트 스트링은 256비트를 포함하고, BFR에 대응하는 비트 스트링 내에 있는, BFR에 대응하는 비트는 1로 설정된다. 이 비트는 BFR을 나타내는 데 사용될 수 있다.
- [0119] 예를 들어, BFR의 ID가 2이면 $0 < 2 < 255$ 이므로, BFR에 대응하는 세트 식별자는 0으로 설정될 수 있고, BFR에 대응하는 비트 스트링의 두 번째(제2) 비트는 1로 설정될 수 있다. 제2 비트는 BFR에 대응하는 비트 스트링의 최상위 비트(most significant bit, 약칭하여 MSB)보다 1비트 낮은 비트일 수 있다. 즉 제2 비트는 MSB에서 시작하여 MSB에서 LSB 방향으로, 두 번째 비트이다. 또는, 제2 비트는 BFR에 대응하는 비트 스트링의 최하위 비트(least significant bit, 약칭하여 LSB)보다 1비트 높은 비트일 수 있다. 즉, 제2 비트는 LSB에서 시작하여, LSB에서 MSB 방향으로 두 번째 비트이다. 제2 비트는 BIER 네트워크의 비트 스트링 내의 비트 정의와 일치할 수 있다. BFR에 대응하는 세트 식별자와 BFR에 대응하는 비트 스트링의 조합은 BIER 네트워크에서 BFR을 식별하는 데 사용될 수 있다.
- [0120] 예를 들어, BFR의 ID가 258이면 $255 < 258 < 511$ 이므로, BFR에 대응하는 세트 식별자는 1일 수 있고, BFR에 대응하

는 비트 스트링의 세 번째(제3 비트)는 1로 설정될 수 있다. 제3 비트는 BFR에 대응하는 비트 스트링의 최상위 비트(most significant bit, 약칭하여 MSB)보다 2비트 낮은 비트일 수 있다. 즉 제2 비트는 MSB에서 시작하여 MSB에서 LSB 방향으로, 두 번째 비트이다. 또는, 제2 비트는 BFR에 대응하는 비트 스트링의 최하위 비트(least significant bit, 약칭하여 LSB)보다 2비트 높은 비트일 수 있다. 즉, 제2 비트는 LSB에서 시작하여, LSB에서 MSB 방향으로 두 번째 비트이다. 제2 비트는 BIER 네트워크의 비트 스트링 내의 비트 정의와 일치할 수 있다.

- [0121] 예를 들어, 복수의 BFR이 동일한 세트 식별자에 대응하고, 비트 스트링에 포함된 복수 비트가 1로 설정되면, 비트 스트링은 복수의 BFR에 대응할 수 있고, 복수 비트는 BFR을 일대일 방식으로 복수의 BFR에 대응한다.
- [0122] 이하의 설명을 용이하게 하기 위해, 제1 BFER과 제2 BFER 모두에 대응하는 세트 식별자는 0이고; 제1 BFER에 대응하는 비트 스트링의 제2 비트는 1로 설정되고; 제2 BFER에 대응하는 비트 스트링의 제3 비트는 1로 설정되고, 제1 BFER에 대응하는 비트 스트링과 제2 BFER에 대응하는 비트 스트링은 동일한 비트 스트링이다.
- [0123] 도 1에서는, 설명을 위해 단지 두 개의 중간 BFR 및 두 개의 BFER을 설명을 위한 예로 사용한다. 그러나 실제 네트워크에서 라우터의 수량에는 특별히 제한은 없다.
- [0124] 도 2를 참조하면, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 BFIR의 구성 블록도를 나타낸다. BFIR은 도 1에 도시된 BFIR일 수 있고, 이 BFIR은 또한 OAM 테스트 장치라고도 할 수 있다. BFIR은 제1 취득 유닛(202) 및 제1 전송 유닛(204)을 포함한다.
- [0125] 제1 취득 유닛(202)은 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 제1 OAM 요청 패킷을 취득하도록 구성되며, 여기서 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR의 ID, 세트 식별자 및 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 세트 식별자는 하나 이상의 BFER에 대응하며, 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는데 사용된다.
- [0126] 도 1은 일례로 사용된다. BFIR이 제1 OAM 요청 패킷을 제1 BFER 및 제2 BFER에 전송해야 하면, 제1 OAM 요청 패킷 내의 세트 식별자가 제1 BFER에 대응하는 세트 식별자, 즉 제2 BFER에 대응하는 세트 식별자이고, 제1 OAM 요청 패킷 내의 세트 식별자는 1이다. 제2 비트 및 제3 비트는 제1 OAM 요청 패킷 내의 비트 스트링에 포함되는 제2 비트 및 제3 비트는 1로 세트된다.
- [0127] 제1 전송 유닛(204)은 제1 OAM 요청 패킷을 하나 이상의 BFER에 전송하도록 구성된다.
- [0128] 도 1은 일례로 사용된다. BFIR이 제1 OAM 요청 패킷을 제1 BFER 및 제2 BFER에 전송하면, 중간 BFR1은, 제1 OAM 요청 패킷을 수신한 후, 제1 OAM 요청 패킷 내의 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라 제1 OAM 요청 패킷을 제1 BFER에 전송할 수 있다. 중간 BFR2는, 제1 OAM 요청 패킷을 수신한 후, 제1 OAM 요청 패킷 내의 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라 제1 OAM 요청 패킷을 제2 BFER에 전송할 수 있다.
- [0129] 결론적으로, 본 실시예에 제공된 BFIR에 따르면, 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 제1 OAM 요청 패킷이 취득되고, 제1 OAM 요청 패킷은 하나 이상의 BFER에 전송된다. 이는 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생한 때 BFIR이 송신 장애를 진단 또는 처리할 수 없는 문제를 해결하므로, BFIR과 BFER 간의 연결성 테스트를 구현하고, 복수의 BFER이 동시에 테스트할 수 있도록 한다.
- [0130] 도 3을 참조하면, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 BFIR의 구성 블록도를 나타낸다. BFIR은 BIER 네트워크 내에 있다. BFIR은 도 1에 도시된 BFIR일 수 있으며, BFIR은 또한 패킷 전송 장치일 수 있다. BFIR은 제1 취득 유닛(202), 제1 전송 유닛(204) 및 제1 수신 유닛(206)을 포함한다.
- [0131] 제1 취득 유닛(202)은 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 제1 OAM 요청 패킷을 취득하도록 구성되며, 여기서 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR의 ID, 세트 식별자 및 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 세트 식별자는 하나 이상의 BFER에 대응하며, 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는데 사용된다.
- [0132] 제1 전송 유닛(204)은 제1 OAM 요청 패킷을 하나 이상의 BFER에 전송하도록 구성된다.
- [0133] 선택적으로, 제1 OAM 요청 패킷은 TLV를 더 포함하며, TLV는 세트 식별자, 비트 스트링 및 비트 스트링의 길이를 실어 전달하는(carry) 데 사용된다.
- [0134] 선택적으로, 제1 취득 유닛(202)은 구체적으로, 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득하도록 구성되고;

- [0135] 비트 스트링에 따라 제2 OAM 요청 패킷을 취득하도록 구성되며, 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 비트 스트링 및 BFIR의 ID를 포함하고, 제2 OAM 요청 패킷의 페이로드는 OAM 패킷을 포함하고;
- [0136] 세트 식별자에 따라 제2 OAM 요청 패킷에, 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함하는 제1 BIER-MPLS Label을 삽입하여 제1 OAM 요청 패킷을 취득하도록 구성된다.
- [0137] 선택적으로, 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR과 제1 BFR 사이의 링크에 대해 연결성 테스트하는 데 사용되고;
- [0138] 제1 취득 유닛(202)은 추가로, 미리 설정된 생존 시간(Time-To-Live, 약칭하여 TTL)을 제1 BIER-MPLS Label에 추가하도록 구성되며, TTL의 값은 N과 미리 설정된 값의 곱(product)보다 크고, N은 제1 OAM 요청 패킷의 비트 포워딩 라우터(BFR)의 수량이고, BFR은 BFIR과 BFER 사이의 링크상의 기기이며, TTL의 값은 255이다.
- [0139] 선택적으로, 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR과 제 BFR 사이의 링크에 대해 연결성 테스트하는 데 사용되며, 제1 BFR은 BFIR과 제1 BRER 사이의 링크 상의 기기이고;
- [0140] 제1 취득 유닛(202)은 추가로, 제1 TTL을 결정하고 - 제1 TTL의 값은 M이고, M은 제1 OAM 요청 패킷이 BFIR로부터 제1 BFR에 도달하기 전의 홉 카운트(hop count)를 식별하는 데 사용됨 -; 제1 TTL을 제1 OAM 요청 패킷에 추가하도록 구성된다.
- [0141] 선택적으로, 제1 수신 유닛(206)은 제1 BFR로부터 제1 OAM 응답 패킷을 수신하도록 구성되며, 여기서 제1 OAM 응답 패킷은 제3 BFR의 ID, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 제3 BFR은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 제1 BFR의 이전 홉(previous hop)이고;
- [0142] 제2 취득 유닛은 추가로, 제1 OAM 응답 패킷 및 제1 TTL에 따라 제2 TTL을 취득하도록 구성되며, 여기서 제2 TTL의 값은 제1 TTL의 값에 미리 설정된 값을 가산한 결과이고;
- [0143] 제3 취득 유닛은 추가로, 제2 TTL 및 세트 식별자에 따라 제2 OAM 요청 패킷에, 제2 BIER-MPLS Label을 삽입하여 제3 OAM 요청 패킷을 취득하도록 구성되며, 여기서 제2 BIER-MPLS Label은 세트 식별자 및 제2 TTL에 대응하는 라벨을 포함하고, 제3 OAM 요청 패킷은 BFIR과 제2 BFR 사이의 링크를 테스트하는 데 사용되며, 제2 BFR은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 제1 BFR의 다음 홉이다.
- [0144] 상기 제2 취득 유닛, 상기 제3 취득 유닛 및 상기 제1 취득 유닛(202)은 동일 유닛 또는 상이한 유닛일 수 있다. 도 3에서는 세 개의 유닛이 동일한 유닛인 것, 즉, 제1 취득 유닛(202)이 설명을 위해 예로 사용된다.
- [0145] 제2 전송 유닛은 추가로, 제3 OAM 요청 패킷을 제1 BFER에 전송하도록 구성된다.
- [0146] 제2 전송 유닛과 제1 전송 유닛(204)은 동일 유닛 또는 상이한 유닛일 수 있다. 도 3에서, 두 개의 유닛이 동일 유닛인 것, 즉, 제1 전송 유닛(204)이 설명을 위해 예로 사용된다.
- [0147] 또한, 제2 BFR은 BFER이다.
- [0148] 선택적으로, 하나 이상의 BFER은 제1 BFER를 포함하고; BFIR은,
- [0149] 제1 BFER로부터 OAM 응답 패킷을 수신하도록 구성된 제2 수신 유닛을 더 포함하며, 여기서 OAM 응답 패킷은 제1 BFER의 ID, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함한다.
- [0150] 제2 수신 유닛과 제1 수신 유닛(206)은 동일 유닛, 또는 상이한 유닛일 수 있다. 도 3에서, 두 개의 유닛이 동일 유닛인 것, 즉, 제1 수신 유닛(206)이 설명을 위해 예로 사용된다.
- [0151] 선택적으로, 제2 OAM 요청 패킷은 제1 비트와 제2 비트를 포함하며, 제1 비트는 제2 OAM 요청 패킷을 OAM 패킷으로서 식별하는 데 사용되고, 제2 비트는 제2 OAM 요청 패킷의 유형을 요청으로서 식별하는 데 사용된다.
- [0152] 결론적으로, 본 실시예에 제공된 BFIR에 따르면, 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 제1 OAM 요청 패킷이 취득되고, 제1 OAM 요청 패킷은 하나 이상의 BFE에 전송된다. 이는 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생한 때 BFIR이 송신 장애를 진단 또는 처리할 수 없다는 문제를 해결하므로, BFIR은 OAM 패킷을 사용하여 BFER에 대한 연결성을 테스트할 수 있고 동시에 복수의 BFER을 진단할 수 있다.
- [0153] 본 실시예에서, 패킷의 패킷 헤더에 제1 비트가 더 설정되고, 그 패킷을 수신한 때, BFR은 제1 비트를 사용하여 그 패킷을 OAM 패킷으로서 식별할 수 있으므로, BFR은 신속하게 OAM 패킷과 BIER 멀티캐스트 패킷 사이를 신속하게 구별할 수 있어, BFR의 포워딩 효율을 향상시킨다.
- [0154] 본 실시예에서, BFR은, OAM 요청 패킷을 수신한 후, 또한 OAM 요청 패킷에 따라 OAM 요청 패킷을 생성하고, 타

임스탬프, 응답 코드 및 일련 번호와 같은 정보를 OAM 응답 패킷에 추가하여, 제1 OAM 요청 패킷을 수신한 때, BFIR은

- [0155] OAM 응답 패킷 내의 정보에 따라 네트워크 지연과 같은 상황을 알 수 있게 되므로, OAM 패킷의 사용 시나리오가 증가한다.
- [0156] 도 4를 참조하면, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 BFR의 구성 블록도를 나타낸다. 제1 BFR은 BIER 네트워크에서 사용된다. 제1 BFR은 도 1에 도시된 BFR1, 중간 BFR2, 또는 제2 BFER일 수 있다. 제1 BFR은 또한 OAM 테스트 장치라고도 할 수 있다. BFR은 다음의 구성요소를 포함한다:
- [0157] 비트 포워딩 입구 라우터(BFIR)로부터 운용, 관리 및 유지보수(OAM) 요청 패킷을 수신하도록 구성된 수신 유닛(402) - 여기서 OAM 요청 패킷은 BFIR의 식별자(ID), 하나 이상의 비트 포워딩 출구 라우터(BFER)에 대응하는 세트 식별자 및 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, OAM 요청 패킷은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용됨 -;
- [0158] OAM 요청 패킷에 따라, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정하도록 구성된 목적지 결정 유닛(404);
- [0159] BFIR의 ID에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득하도록 구성된 제1 취득 유닛(406)- 여기서 제1 OAM 응답 패킷은 제1 BFR의 ID, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 포함함 -; 및
- [0160] 제1 OAM 응답 패킷을 BFIR에 전송하도록 구성된 제1 전송 유닛(408).
- [0161] 결론적으로, 본 실시예에 제공된 제1 BFR에 따르면, 제1 BFR을 사용하여 BFIR로부터 OAM 요청 패킷을 수신하고; OAM 요청 패킷에 따라, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정하고; OAM 응답 패킷은 BFIR의 ID에 따라 취득되고; OAM 응답 패킷은 BFIR에 전송된다. 이것은 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생한 때 BFIR이 송신 장애를 진단 또는 처리할 수 없다는 문제를 해결하므로, BFIR은 OAM 패킷을 사용하여 BFER에 대한 연결성을 테스트할 수 있고 동시에 복수의 BFER을 진단할 수 있다.
- [0162] 도 5를 참조하면, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 BFR의 구성 블록도를 나타낸다. 제1 BFR은 BIER 네트워크에 사용된다. 제1 BFR은 도 1에 도시된 중간 BFR1, 중간 BFR2, 제1 BFER, 또는 제2 BFER일 수 있다. 제1 BFR은 또한 OAM 테스트 장치라고도 할 수 있다. 상기 BFR은 다음 구성요소를 포함한다:
- [0163] 비트 포워딩 입구 라우터(BFIR)로부터 운용, 관리 및 유지보수(OAM) 요청 패킷을 수신하도록 구성된 수신 유닛(402) - 여기서 OAM 요청 패킷은 BFIR의 식별자(ID), 하나 이상의 비트 포워딩 출구 라우터(BFER)에 대응하는 세트 식별자 및 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, OAM 요청 패킷은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용됨 -;
- [0164] OAM 요청 패킷에 따라, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정하도록 구성된 목적지 결정 유닛(404);
- [0165] BFIR의 ID에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득하도록 구성된 제1 취득 유닛(406) - 여기서 제1 OAM 응답 패킷은 제1 BFR의 ID, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 포함함 -; 및
- [0166] 제1 OAM 응답 패킷을 BFIR에 전송하도록 구성된 제1 전송 유닛(408).
- [0167] 선택적인 실시예에서, 제1 BFR은 하나 이상의 BFER 중의 BFER, 예를 들어 도 1의 제1 BFER이다.
- [0168] 목적지 결정 유닛(404)은 구체적으로, OAM 요청 패킷에 포함되어 있는 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라, 하나 이상의 BFER가 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하고;
- [0169] OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정하도록 구성된다.
- [0170] 또한, OAM 요청 패킷은 유형 길이 값(TLV)을 더 포함하며, TLV는 세트 식별자, 비트 스트링 및 비트 스트링의 길이를 실어 전달하는 데 사용되고; 제1 BFR은,
- [0171] OAM 요청 패킷에 포함된 TLV에 따라, 하나 이상의 BFER이 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하도록 구성된 검증 유닛(405)을 더 포함하며;
- [0172] 검증 유닛(405)은 OAM 요청 패킷의 목적지 BFR이 제1 BFR인 것을 검증하도록 구성된다.
- [0173] 또한, 검증 유닛(405)은 추가로, TLV에 실려 전달되는 세트 식별자, 비트 스트링 및 비트 스트링의 길이에 따라

하나 이상의 BFER의 ID를 취득하고;

- [0174] 제1 BFR의 ID가 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있는지를 확인하고;
- [0175] 제1 BFR의 ID가 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있으면, 하나 이상의 BFER이 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하도록 구성된다.
- [0176] 다른 선택적인 실시예에서, 제1 BFR은 BFIR과 BFER 사이의 링크상의 BFR, 예를 들어 도 1의 중간 BFR1이다. OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 TTL을 포함하며;
- [0177] 목적지 결정 유닛(404)은, TTL의 값을 미리 설정된 값만큼 감소시키고;
- [0178] 미리 설정된 값을 감한 후에 취득되는 TTL의 값이 0에 도달한 것으로 결정하고, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정하도록 구성된다.
- [0179] 선택적으로, 제1 BFR은 제2 전송 유닛을 더 포함하고,
- [0180] 목적지 결정 유닛(404)은 추가로, 미리 설정된 값을 감한 후에 취득되는 TTL의 값이 0에 도달하지 않은 것으로 결정하고, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR이 아닌 것으로 결정하도록 구성되고;
- [0181] 제2 전송 유닛은 추가로 OAM 요청 패킷을 하나 이상의 BFER에 전송하도록 구성된다.
- [0182] 제2 전송 유닛과 제1 전송 유닛(408)은 동일 유닛일 수 있거나 상이한 유닛일 수 있다. 도 5에서는, 그 두 개의 유닛이 동일 유닛이다, 즉, 제1 전송 유닛(408)이 설명을 위해 예로 사용된다.
- [0183] 추가적인 실시예에서, 제1 취득 유닛(406)은 구체적으로, BFIR의 ID에 따라, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득하고;
- [0184] BFIR에 대응하는 비트 스트링에 따라 제2 OAM 응답 패킷을 취득하고 - 여기서 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더는 BFIR에 대응하는 비트 스트링 및 제1 BFR의 ID를 포함하고, 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드는 OAM 패킷을 포함함 -;
- [0185] BFIR에 대응하는 세트 식별자에 따라 제2 OAM 응답 패킷에, BFIR에 대응하는 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함하는 비트 인덱싱된 명시적 복제 멀티프로토콜 라벨 스위칭 라벨(BIER-MPLS Label)을 삽입하여, 제1 OAM 응답 패킷을 취득하도록 구성된다.
- [0186] 선택적으로, 제1 취득 유닛은 추가로, 제2 BFR의 ID를 취득하고 - 여기서 제2 BFR은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 제1 BFR의 이전 홉임 -;
- [0187] 제2 BFR의 ID를 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드에 추가하도록 구성된다.
- [0188] 추가적인 실시예에서, 제2 취득 유닛(408)은 추가로 구성된다:
- [0189] OAM 응답 패킷은 제1 비트와 제2 비트를 포함하고, 제1 비트는 OAM 응답 패킷을 OAM 패킷으로서 식별하는 데 사용되고, 제2 비트는 OAM 응답 패킷의 유형을 응답으로서 식별하는 데 사용된다.
- [0190] 결론적으로, 본 실시예에 따르면, OAM 요청 패킷은 BFIR로부터 수신되고; OAM 요청 패킷에 따라, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정되고; OAM 응답 패킷은 BFIR의 ID에 따라 취득되고; OAM 응답 패킷은 BFIR에 전송된다. 이는 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생한 때 BFIR이 송신 장애를 진단 또는 처리할 수 없는 문제를 해결하므로, OAM 패킷을 사용하여 연결성 테스트를 구현할 수 있고, 복수의 BFER을 동시에 진단할 수 있다.
- [0191] 본 실시예에서, OAM 요청 패킷의 BIER-MPLS 라벨의 TTL은 또한 다른 값으로 설정되어, BFIR이 포워딩 경로상의 각 BFR을 테스트할 수 있고, 포워딩 장애의 위치를 신속하게 결정할 수 있다.
- [0192] 본 실시예에서, BFR은 또한 OAM 요청 패킷을 수신한 후, OAM 요청 패킷에 따라 OAM 응답 패킷을 생성하고, OAM 응답 패킷에 타임스탬프, 응답 코드 및 일련번호와 같은 정보를 추가하므로, OAM 응답 패킷을 수신한 때, BFIR은 OAM 응답 패킷 내의 정보를 분석하여, OAM 패킷의 사용 시나리오를 증가시킬 수 있다.
- [0193] 도 6을 참조하면, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 BFIR의 구성 블록도를 나타낸다. BFR은 도 1의 BFIR일 수 있으며, BFIR은 프로세서(610), 하나 이상의 네트워크 인터페이스(620) 및 메모리(630)를 포함한다. 프로세서(610)는 개별적으로 하나 이상의 네트워크 인터페이스(620) 및 메모리(630)와 전기적으로 연결된다. 메모리

(630)는 하나 이상의 명령을 저장하며, 프로세서(610)는 하나 이상의 명령어를 수행하도록 구성된다.

- [0194] 프로세서(610)는, 하나 이상의 비트 포워딩 출구 라우터(BFER)의 ID에 따라 제1 운용, 관리 및 유지보수(OAM) 요청 패킷을 취득하고 - 여기서 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR의 ID, 세트 식별자 및 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 세트 식별자는 하나 이상의 BFER에 대응하며, 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용됨 -;
- [0195] 네트워크 인터페이스(620)를 사용하여 제1 OAM 요청 패킷을 하나 이상의 BFER에 전송하도록 구성된다.
- [0196] 선택적으로, 제1 OAM 요청 패킷은 유형 길이 값(TLV)을 더 포함하며, TLV는 세트 식별자, 비트 스트링 및 비트 스트링의 길이를 실어 전달하는 데 사용된다.
- [0197] 선택적으로, 프로세서(610)는, 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득하고; 비트 스트링에 따라 제2 OAM 요청 패킷을 취득하고 - 여기서 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 비트 스트링 및 BFIR의 ID를 포함하고, 제2 OAM 요청 패킷의 페이로드는 OAM 패킷을 포함함 -; 세트 식별자에 따라 제2 OAM 요청 패킷에, 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함하는 제1 비트 인덱싱된 명시적 복제 멀티프로토콜 라벨 스위칭 라벨(BIER-MPLS Label)을 삽입하여 제1 OAM 요청 패킷을 취득하도록 구성된다.
- [0198] 선택적으로, 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR과 제1 BFR 사이의 링크에 대해 연결성 테스트하는 데 사용되며, 제1 BFR은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 기기이고;
- [0199] 프로세서(610)는 BFIR을 위해 제1 TTL을 결정하고 - 여기서 제1 TTL의 값은 M이고, M은 제1 OAM 요청 패킷이 BFIR로부터 제1 BFR에 도달하기 전의 홉 카운트를 식별하는 데 사용됨 -; 제1 TTL을 제1 OAM 요청 패킷에 추가하도록 구성된다.
- [0200] 선택적으로, 프로세서(610)는 추가로, 네트워크 인터페이스(620)를 사용하여 제1 BFR로부터 제1 OAM 응답 패킷을 수신하고 - 여기서 제1 OAM 응답 패킷은 제3 BFR의 ID, 제1 BFR의 ID, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 제3 BFR은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 제1 BFR의 이전 홉임 -;
- [0201] 제1 OAM 응답 패킷 및 제1 TTL에 따라 제2 TTL을 취득하고 - 여기서 제2 TTL의 값은 제1 TTL의 값에 미리 설정된 값을 가산한 결과임 -;
- [0202] 제2 TTL 및 세트 식별자에 따라 제2 OAM 요청 패킷에, 제2 BIER-MPLS Label을 삽입하여 제3 OAM 요청 패킷을 취득하고 - 여기서 제2 BIER-MPLS Label은 세트 식별자 및 제2 TTL에 대응하는 라벨을 포함하고, 제3 OAM 요청 패킷은 BFIR과 제2 BFR 사이의 링크를 테스트하는 데 사용되며, 제2 BFR은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 제1 BFR의 다음 홉임 -;
- [0203] 네트워크 인터페이스(620)를 사용하여 제3 OAM 요청 패킷을 제2 BFR에 전송하도록 구성된다.
- [0204] 선택적으로, 제2 BFR은 BFER이다.
- [0205] 선택적으로, 프로세서(610)는 추가로, 네트워크 인터페이스(620)를 사용하여 제1 BFER로부터 OAM 응답 패킷을 수신하도록 구성되며, 여기서 OAM 응답 패킷은 제1 BFER의 ID, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함한다.
- [0206] 선택적으로, 제2 OAM 요청 패킷은 제1 비트와 제2 비트를 포함하며, 제1 비트는 제2 OAM 요청 패킷을 OAM 패킷으로서 식별하는 데 사용되고, 제2 비트는 제2 OAM 요청 패킷의 유형을 요청으로서 식별하는 데 사용된다.
- [0207] 도 7을 참조하면, 도 7는 본 발명의 일 실시예에 따른 BFR의 블록도를 나타낸다. BFR은 BIER 네트워크에서 사용된다. BFR은 도 1에 도시된 중간 BFR1, 중간 BFR2, 제1 BFER 또는 제2 BFER일 수 있다.
- [0208] BFR은 프로세서(710), 하나 이상의 네트워크 인터페이스(720) 및 메모리(730)를 포함할 수 있다. 프로세서(710)는 개별적으로 하나 이상의 네트워크 인터페이스(720) 및 메모리(730)와 전기적으로 연결된다. 메모리(730)는 하나 이상의 명령을 저장하며, 프로세서(710)는 하나 이상의 명령어를 수행하도록 구성된다.
- [0209] 프로세서(710)는 네트워크 인터페이스(720)를 사용하여 비트 포워딩 입구 라우터(BFIR)로부터 운용, 관리 및 유지보수(OAM) 요청 패킷을 수신하도록 구성되며, 여기서 OAM 요청 패킷은 BFIR의 식별자(ID), 하나 이상의 BFER에 대응하는 세트 식별자 및 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, OAM 요청 패킷은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용되고;

- [0210] 프로세서(710)는 OAM 요청 패킷에 따라, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정하도록 구성되고;
- [0211] 프로세서(710)는 BFIR의 ID에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득하도록 구성되며, 여기서 제1 OAM 응답 패킷은 BFR의 ID, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함하고;
- [0212] 프로세서(710)는 네트워크 인터페이스(720)를 사용하여 제1 OAM 응답 패킷을 BFIR에 전송하도록 구성된다.
- [0213] 선택적인 실시예에서, 제1 BFR은 하나 이상의 BFER 중의 BFER, 예를 들어 도 1의 제1 BFER이다.
- [0214] 프로세서(710)는, OAM 요청 패킷에 포함되어 있는 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라, 하나 이상의 BFER가 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하고;
- [0215] OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정하도록 구성된다.
- [0216] 선택적으로, OAM 요청 패킷은 TLV를 더 포함하며, TLV는
- [0217] 하나 이상의 BFER에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링, 그리고 비트 스트링의 길이를 실어 전달하는 데 사용된다.
- [0218] 프로세서(710)는 구체적으로, OAM 요청 패킷에 포함된 TLV에 따라, 하나 이상의 BFER가 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하도록 구성되고; 제1 BFR은 OAM 요청 패킷의 목적지 BFR이 제1 BFR인 것을 검증한다.
- [0219] 또한, 프로세서(710)는 구체적으로, TLV에 실려 전달되는 세트 식별자, 비트 스트링 및 비트 스트링의 길이에 따라 하나 이상의 BFER의 ID를 취득하고; 제1 BFR의 ID가 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있는지를 확인하고; 제1 BFR의 ID가 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있으면, 하나 이상의 BFER가 제1 BFR을 포함하는 것으로 결정하도록 구성된다.
- [0220] 선택적으로, 제1 BFR은 BFIR과 BFER 사이의 링크상의 BFR, 예를 들어 도 1의 중간 BFR1이다. OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 TTL을 포함하며;
- [0221] 프로세서(710)는, TTL의 값을 미리 설정된 값만큼 감소시키고; 미리 설정된 값을 감한 후에 취득되는 TTL의 값이 미리 설정된 임계치에 도달한 것으로 결정하면, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정하도록 구성된다.
- [0222] 프로세서(710)는 미리 설정된 값을 감한 후에 취득되는 TTL의 값이 미리 설정된 임계치에 도달하지 않은 것으로 결정하면, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR이 아닌 것으로 결정하도록 구성되고;
- [0223] 프로세서(710)는 네트워크 인터페이스(720)를 사용하여 OAM 요청 패킷을 하나 이상의 BFER에 전송하도록 구성된다.
- [0224] 프로세서(710)는 구체적으로, BFIR의 ID에 따라, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득하고;
- [0225] BFIR에 대응하는 비트 스트링에 따라 제2 OAM 응답 패킷을 취득하고 - 여기서 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더는 BFIR에 대응하는 비트 스트링 및 제1 BFR의 ID를 포함하고, 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드는 OAM 패킷을 포함함 -;
- [0226] BFIR에 대응하는 세트 식별자에 따라 제2 OAM 응답 패킷에, BFIR에 대응하는 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함하는 비트 인덱싱된 명시적 복제 멀티프로토콜 라벨 스위칭 라벨(BIER-MPLS Label)을 삽입하여, 제1 OAM 응답 패킷을 취득하도록 구성된다.
- [0227] 프로세서(710)는 구체적으로, 제2 BFR의 ID를 취득하고 - 여기서 제2 BFR은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크상의 제1 BFR의 이전 홉임 -;
- [0228] 제2 BFR의 ID를 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드에 추가하도록 구성된다.
- [0229] 선택적으로, OAM 응답 패킷은 제1 비트와 제2 비트를 포함하고, 제1 비트는 OAM 응답 패킷을 OAM 패킷으로서 식별하는 데 사용되고, 제2 비트는 OAM 응답 패킷의 유형을 응답으로서 식별하는 데 사용된다.
- [0230] OAM 패킷 헤더는 버전 정보, 프로토콜 유형, 길이, 엔트로피, 비트 스트링, 예비 영역(reserved area) 및 비트 포워딩 입구 라우터 식별자를 포함할 수 있다. OAM 패킷 헤더의 구조는 도 8에 도시된 것일 수 있다.
- [0231] 버전 정보: 버전 정보는 일반적으로 IP 패킷 헤더와의 혼동을 피하기 위해 0으로 설정된다.

- [0232] 프로토콜 유형: 프로토콜 유형 필드는 패킷 내의 페이로드의 유형을 식별하는 데 사용된다.
- [0233] 길이: 길이는 비트 스트링의 길이를 식별하는 데 사용된다. 예를 들어, 길이가 1이면 비트 스트링의 길이가 64 비트임을 나타내고; 길이가 2인 경우 비트 스트링의 길이가 128비트임을 나타낸다.
- [0234] 엔트로피(Entropy): 이 필드는 부하 균형(load balancing)을 구현하는 데 사용된다.
- [0235] 비트 스트링: 비트 스트링은 OAM 패킷의 BIER-MPLS 라벨에 포함된 세트 식별자와 함께 OAM 패킷의 목적지 BFER 를 나타내는 데 사용된다.
- [0236] 예비 영역: 이 필드는 자발적으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 본 실시예에서, 제1 비트는 예비 영역 으로부터 분리될 수 있고, 설정될 때, 즉 0에서 1로 설정될 때, 제1 비트는 현재 패킷을 OAM 패킷으로서 식별하 는 데 사용된다.
- [0237] 비트 포워딩 입구 라우터 식별자: 이 필드는 일반적으로 OAM 요청 패킷을 전송하는 BFIR의 식별자, 즉 BFIR의 ID를 저장하는 데 사용된다.
- [0238] OAM 패킷의 페이로드 영역은 버전 번호, 패킷 유형, 예비 영역, 응답 모드, 응답 코드, 비트 포워딩 라우터 식 별자, 이전 홉(previous-hop) 비트 포워딩 라우터 식별자, 전송자 식별자, 일련번호, 전송 타임스탬프, 수신 타 임스탬프 및 유형 길이 값을 포함할 수 있다. 페이로드 영역의 구조는 도 13에 도시된 것일 수 있다.
- [0239] 버전 번호: 이 필드는 버전 번호 정보를 저장하는 데 사용된다.
- [0240] 패킷 유형: 이 필드는 제2 비트를 포함하고, 제2 비트는 OAM 패킷의 패킷 유형을 식별하는 데 사용되며, 패킷 유형은 요청 유형 및 응답 유형을 포함한다. 제2 비트가 0으로 설정되는 경우, 패킷 유형이 요청 유형, 즉 OAM 패킷이 OAM 요청 패킷임을 나타내고; 제2 비트가 1로 설정되는 경우, 패킷 유형이 응답 유형, 즉 OAM 패킷이 OAM 응답 패킷임을 나타낸다.
- [0241] 예비 영역: 이 필드는 자발적으로 설정될 수 있다.
- [0242] 응답 모드(Reply mode): 이 필드는 OAM 응답 패킷의 프로토콜을 저장하는 데 사용된다. BIER 프로토콜이 본 발 명의 실시예에서 설명을 위한 예로 사용되며, 이것은 본 발명에 대한 제한을 구성하지 않는다.
- [0243] 응답 코드(Reply code): BFR이 OAM 패킷에 대해 테스트를 수행한 후에 생성되는 코드이며, 각각의 응답 코드는 테스트 결과에 대응한다.
- [0244] 비트 포워딩 라우터 식별자: OAM 패킷이 OAM 응답 패킷인 경우, 이 필드는 OAM 응답 패킷을 전송하는 BFR의 식 별자를 저장한다.
- [0245] 이전 홉 비트 포워딩 라우터 식별자: OAM 패킷이 OAM 응답 패킷인 경우, 이 필드는 OAM 응답 패킷을 전송하는 BFR의 이전 홉 BFR의 식별자를 저장한다.
- [0246] 전송자 식별자: OAM 요청 패킷을 전송하는 비트 포워딩 입구 라우터의 식별자이다.
- [0247] 일련번호: 이 필드는 상이한 OAM 패킷들을 구별하는 데 사용되며, OAM 요청 패킷과 대응하는 OAM 응답 패킷은 일련번호가 다르다.
- [0248] 전송 타임스탬프: OAM 패킷이 전송된 시간을 기록하는 데 사용된다.
- [0249] 수신 타임스탬프: OAM 패킷이 수신된 시간을 기록하는 데 사용된다.
- [0250] 유형 길이 값: 이 필드는 세트 식별자, 비트 스트링 및 스트링 길이를 실어 전달하고, 유형 길이 값은 현재 BFR 이 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER인지 여부를 테스트하는 데 사용된다.
- [0251] 유형 길이 값은 TLV의 유형(Type), 길이 (Length), 세트 식별자, 비트 스트링의 길이(BitStringLength) 및 비 트 스트링을 포함한다. 유형 길이 값의 구조는 도 14에 도시된 것일 수 있다.
- [0252] 유형은 유형 길이 값 필드에 포함된 정보를 식별하는 데 사용된다. 유형이 1로 설정되는 경우, 유형 길이 값 필 드가 세트 식별자 및 비트 스트링을 포함한다는 것을 나타낸다.
- [0253] 유의해야 할 것은, 다른 구현 방식에서, 유형 길이 값은 또한 지시를 위한 두 개의 유형 길이 값으로 분류될 수 있다는 것이다: 하나는 세트 식별자를 실어 전달하는 유형 길이 값이고, 다른 하나는 비트 스트링을 실어 전달 하는 유형 길이 값이다. 본 발명의 본 실시예는 이를 제한하지 않으며, 도 14는 예로서만 사용하여 예시적인 설

명을 제공한다.

- [0254] 유의해야 할 것은 또한, 전술한 OAM 패킷에 대해서는 MPLS 캡슐화를 추가로 수행할 필요가 있고, 최종 OAM 요청 패킷 또는 최종 OAM 응답 패킷을 취득하기 위해, 대응하는 BIER-MPLS Label을 OAM 패킷에 삽입할 필요가 있다는 것이다.
- [0255] BIER-MPLS 라벨은 주로 라벨 및 생존 주기(Time-To-Live, TTL)를 포함한다. 라벨은 OAM 패킷의 목적지 BFR의 세트 식별자에 대응하는 라벨이다. TTL은 OAM 패킷이 하나의 BFR을 통과할 때마다 미리 설정된 값만큼 감소되는 값이다. 예를 들어, TTL은 OAM 패킷이 하나의 BFR을 통과할 때마다 1씩 감소한다. TTL의 값이 0까지 감소되는 경우, OAM 패킷이 현재 위치하는 BFR은 OAM 패킷 내의 패킷 콘텐츠를 처리해야 한다. OAM 패킷이 OAM 요청 패킷이면, 현재 BFR은 OAM 요청 패킷에 정보를 기록하고; 또는 OAM 패킷이 OAM 응답 패킷이면, 현재 BFR은 OAM 요청 패킷에 따라 OAM 응답 패킷을 생성한다.
- [0256] 도 8을 참조하면, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 OAM 테스트 방법의 방법 흐름도이다. 본 실시예에서, OAM 테스트 방법이 도 1에 도시된 BFIR에 적용된다는 것이, 설명을 위한 예로 사용되며, 이 방법은 다음의 단계들을 포함할 수 있다:
- [0257] 단계 802: 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 제1 OAM 요청 패킷을 취득하며, 여기서 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR의 ID, 세트 식별자 및 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 세트 식별자는 하나 이상의 BFER에 대응하며, 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용된다.
- [0258] 단계 804: OAM 요청 패킷을 하나 이상의 BFER에 전송하며, 여기서 OAM 요청 패킷은 BFIR과 BFER 사이의 연결 상태를 테스트하는 데 사용된다.
- [0259] 결론적으로, 본 실시예에서 제공되는 OAM 테스트 방법에 따르면, 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 제1 OAM 요청 패킷이 취득되고; OAM 요청 패킷은 하나 이상의 BFER에 전송되며, 여기서 OAM 요청 패킷은 BFIR과 BFER 사이의 연결 상태를 테스트하는 데 사용된다. 이는 BFIR이 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생한 때, 송신 장애를 진단 또는 처리할 수 없다는 문제를 해결하므로, OAM 패킷을 사용하여 연결성 테스트를 구현할 수 있고 복수의 BFER를 동시에 진단할 수 있다.
- [0260] 도 9를 참조하면, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 OAM 테스트 방법의 방법 흐름도를 나타낸다. 본 실시예에서, OAM 테스트 방법이 도 1에 도시된 중간 BFR 또는 BFER에 적용되는 것이 설명을 위한 예로 사용되며, 이 방법은 다음 단계를 포함할 수 있다 :
- [0261] 단계 902: BFIR로부터 OAM 요청 패킷을 수신하며, 여기서 OAM 요청 패킷은 BFIR의 ID, 세트 식별자 및 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 세트 식별자는 하나 이상의 BFER에 대응하고, OAM 요청 패킷은 BFIR과 하나 이상의 BFER 사이의 링크를 테스트하는 데 사용된다.
- [0262] 단계 904: OAM 요청 패킷에 따라, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정한다.
- [0263] 단계 906: BFIR의 ID에 따라 OAM 응답 패킷을 취득하며, 여기서 OAM 응답 패킷은 제1 BFR의 ID, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 포함한다.
- [0264] 단계 909: OAM 응답 패킷을 BFIR에 전송한다.
- [0265] 결론적으로, 본 실시예에서 제공되는 OAM 테스트 방법에 따르면, BFIR로부터의 OAM 요청 패킷이 수신되고; OAM 요청 패킷에 따라, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR은 제1 BFR이고; BFIR의 ID에 따라 OAM 응답 패킷을 취득하며; OAM 응답 패킷은 BFIR에 전송된다. 이는 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생한 때, BFIRDL 송신 장애를 진단 또는 처리할 수 없다는 문제를 해결하므로, OAM 패킷을 사용하여 연결성 테스트를 구현할 수 있고 복수의 BFER를 동시에 진단할 수 있다.
- [0266] 전술한 OAM 패킷은 연결성 테스트 및 홉 단위(hop-by-hop) 테스트에 사용될 수 있다. 연결 테스트는 인터넷의 핑 명령(ping instruction)과 유사한 테스트 기능을 구현하는 데 사용된다. 홉 단위 테스트는 인터넷의 트레이스 명령(trace instruction)과 유사한 테스트 기능을 구현하는 데 사용된다.
- [0267] 먼저, 실시예를 사용하여 OAM 패킷에 대한 연결성 테스트에 관한 예시적인 설명을 제공한다.
- [0268] 도 10a~도 10c를 참조하면, 도 10a~도 10c는 본 발명의 일 실시예에 따른 OAM 테스트 방법의 방법 흐름도이다. 본 실시예에서, OAM 테스트 방법이 도 1에 도시된 구현 환경에 적용되는 것이 설명을 위한 예로 사

용된다. 이 방법은 다음 단계를 포함할 수 있다.

[0269] 단계 1001: BFIR이 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득한다.

[0270] 가능한 구현 방식으로서, BFIR은 멀티캐스트 흐름 오버레이(Multicast Flow Overlay)로부터 하나 이상의 BFER의 IP 주소를 취득할 수 있다.

[0271] BIER 네트워크 내의 각각의 BFR은 BFR의 ID와 IP 주소 사이의 매핑 테이블을 저장한다. 따라서, BFIR은 취득된 하나의 IP 주소에 따라 각각의 IP 주소에 대응하는 BFER의 ID를 발견하고, 그 ID에 따라 각각의 BFER에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득할 수 있다. 1로 설정되는 경우, 비트 스트링 내에 있고 BFER에 대응하는 비트는 BFER를 나타내는 데 사용된다. BFR의 ID와 IP 주소 사이의 매핑 테이블의 테이블 구조는 표 1에 나타나 있다

[0272] [표 1]

BFR의 ID	IP 주소
1	IP 주소 A
2	IP 주소 B
3	IP 주소 C

[0273]

[0274] 예를 들어, BFIR은 멀티 캐스트 흐름 오버레이로부터 IP 주소 B를 취득하고, IP 주소 B에 따라, BFR의 대응하는 ID가 2, 즉 제1 BFER의 ID가 2임을 알아낸다. BIER 네트워크에서 규정된 비트 스트링의 길이는 256비트라고 가정한다. 비트 스트링의 길이 및 ID에 따른 계산에 의해, 제1 BFER에 대응하는 세트 식별자는 0이고, 대응하는 비트스트링의 앞의 252비트는 0이고, 뒤의 4비트는 0010, 즉 BFER에 대응하는 비트는 비트 스트링의 해당하는 제2 비트라는 것을 알게 된다.

[0275] BFIR이 멀티캐스트 흐름 오버레이로부터 복수의 IP 주소를 취득하는 경우, BFIR은 BFER에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 계산에 의해 별도로 취득하고, 세트 식별자들이 동일하면, 합 연산(summation operation)을 수행하여 복수의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 취득한다. 비트 스트링 내에 있고 BFER에 대응하는 비트는 1로 설정됩니다.

[0276] 예를 들어, BFIR은 멀티캐스트 흐름 오버레이로부터 IP 주소 B 및 C를 취득하고, BFR의 대응하는 ID가 2 및 3, 즉 제1 BFER의 ID가 2이고, 제2 BFER의 ID는 3이라는 것을 알아낸다. BIER 네트워크에서 규정된 비트 스트링 길이는 256비트라고 가정한다. 비트 스트링의 길이 및 ID에 따른 계산에 의해, 제1 BFER에 대응하는 세트 식별자는 0이고, 대응하는 비트 스트링의 뒤의 4비트는 0010이고, 제2 BFER에 대응하는 세트 식별자는 0이고, 대응하는 비트 스트링의 뒤의 4비트는 0100이다. 제1 BFER 및 제2 BFER의 비트 스트링에 대해 합 연산을 수행하여, 제 1 BFER 및 제2 BFER 둘 다에 대응하는 비트 스트링을 취득한다. 비트 스트링의 뒤의 4비트는 0110이다.

[0277] 단계 1002: BFIR이 비트 스트링에 따라 제2 OAM 요청 패킷을 취득한다.

[0278] 제2 OAM 요청 패킷은 전체 내용이 완전히 생성되지 않은 OAM 요청 패킷으로 간주될 수 있다. 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 최종 단계에서 취득된, 하나 이상의 BFER 및 BFIR의 식별자에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 제2 OAM 요청 패킷의 페이로드에는 OAM 패킷을 포함한다 .

[0279] OAM 요청 패킷의 근원지(source)를 식별하기 위해, BFIR은 BFER의 ID를 취득하고, 그 ID를 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더에 추가할 필요가 있다. 또한, BFIR은 제2 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER를 식별하기 위해, 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더에 추가할 필요가 있다.

[0280] BIER 네트워크 내의 BFR이 수신된 패킷을 OAM 요청 패킷으로서 식별할 수 있게 하기 위해, BFIR은 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더의 제1 비트를 설정하고, 즉 제1 비트를 0에서 1로 설정하고, 패킷 유형을 제2 OAM 요청 패킷의 제2 비트 내의 요청 유형으로서 식별해야 한다.

[0281] 선택적으로, BFIR은 또한 하나 이상의 BFER에 대응하는 세트 식별자 및 상기 비트 스트링을 실어 전달하는 유형 길이 값 TLV를 생성하고, 그 TLV를 제2 OAM 요청 패킷에 추가할 할 수 있다.

[0282] 단계 1003: BFIR이 세트 식별자에 따라 제2 OAM 요청 패킷에, 제1 BIER-MPLS Label을 삽입하여 제1 OAM 요청

패킷을 취득하며, 여기서 제1 BIER-MPLS Label은 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함한다.

[0283] BIER-MPLS Label(도 12에 도시되지 않음)은 OAM 패킷에 대해 MPLS 캡슐화가 수행되는 경우에 OAM 패킷에 삽입되는 라벨이, 이 라벨은 하나 이상의 BFER의 세트 식별자에 대응하고, BIER-MPLS Label과 BFER의 세트 식별자와의 대응관계는 표 2에 나타나 있다.

[0284] [표 2]

BIER-MPLS Label	BFER의 세트 식별자
Label 101	1
Label 102	2
Label 103	3

[0285]

[0286] BFIR은 하나 이상의 BFER의 세트 식별자에 따라 대응하는 BIER-MPLS Label을 결정하고, IER-MPLS Label을 제2 OAM 요청 패킷에 삽입하여 제1 OAM 요청 패킷을 취득한다.

[0287] 유의해야 할 것은, BFIR이 2 이상의 BFER에 대한 링크를 테스트해야 하는 경우, 둘 이상의 BFER에 대응하는 세트 식별자들이 동일하면, 즉, 본 실시예에 도시된 상황이 동일하면, 대응하는 BIER-MPLS 라벨들 또한 동일하고, BFIR은 단지 하나의 제1 OAM 요청 패킷을 생성해야 한다. 그러나 둘 이상의 BFER에 각각 대응하는 세트 식별자가 다른 경우, 대응하는 BIER-MPLS 라벨도 또한 다르고, BFIR은 동일한 세트 식별자에 따라 분류를 수행하여, 동일한 세트 식별자를 갖는 BFER에 대한 OAM 요청 패킷을 생성하여야 한다. BFER가 n개의 유형에 속하면, n개의 OAM 요청 패킷이 생성되고, 각각의 OAM 요청 패킷이 하나의 유형의 BFER를 테스트하는 데 사용된다.

[0288] 단계 1004: BFIR이 제1 BIER-MPLS Label의 TTL을 제1 OAM 요청 패킷에 추가한다.

[0289] TTL은 BIER-MPLS Label의 생존 시간이고 BIER-MPLS Label이 만료되었는지를 식별하는 데 사용된다. OAM 요청 패킷이 하나의 BFR을 통과할 때마다 TTL은 미리 설정된 값만큼 감소되어야 한다. TTL이 0으로 감소되는 경우, 이는 BIER-MPLS Label이 만료되었으며 OAM 요청 패킷이 현재 위치한 BFR이 OAM 요청 패킷에 응답해야 함을 나타낸다. 미리 설정된 값은 1보다 크거나 같은 정수이며 일반적으로 1이다.

[0290] 연결성 테스트 중에, 제1 OAM 요청 패킷이 BFIR과 BFER 사이의 BFR에 도달했을 때 TTL이 이미 0으로 감소되었기 때문에 제1 OAM 요청 패킷을 BFER로 포워딩할 수 없는 것을 피하기 위해, BFIR은 일반적으로 첫 번째 BIER-MPLS Label의 TTL을 최대 값으로 설정하며, 최대 값은 일반적으로 255이다.

[0291] 이 경우, BFIR은 제1 OAM 요청 패킷을 취득하고, 제1 OAM 요청 패킷을 사용하여 BFIR과 제1 BFER 사이의 링크를 테스트할 수 있다.

[0292] 중간 BFR1과 중간 BFR2에 의해 제1 OAM 요청 패킷을 처리하는 방식은 유사하기 때문에, 제1 BFER 및 제2 BFER에 의한 제1 OAM 요청 패킷을 처리하는 방식은 유사하다. 설명이 용이하도록, 중간 BFR1 및 제1 BFER에 의해 제1 OAM 요청 패킷을 처리하는 방식만 다음 단계에서 설명한다.

[0293] 단계 1005: BFIR이 제1 OAM 요청 패킷을 중간 BFR1에 전송한다.

[0294] 단계 1006: 중간 BFR1이 BFIR로부터 제1 OAM 요청 패킷을 수신한다.

[0295] 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷 내의 BIER-MPLS Label에 따라 대응하는 세트 식별자를 결정하고, 중간 BFR1은 또한 제1 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더로부터 비트 스트링을 취득한다.

[0296] 중간 BFR1은 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라 하나 이상의 목적지 BFER의 ID를 계산에 의해 취득하고, 그 중간 BFR1의 ID가 하나 이상의 목적지 BFER의 ID인지를 확인한다.

[0297] 제1 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER이 제1 BFER 및 제2 BFER이기 때문에, 중간 BFR1은 중간 BFR1이 제1 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER가 아닌지를 확인한다.

[0298] 또한, 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷 내의 BIER-MPLS Label로부터 TTL을 취득하고, TTL을 미리 설정된 값만큼 감소시키고, 미리 설정된 값을 감한 후에 취득되는 TTL이 0인지를 판정한다. 결과 TTL이 0이 아니면, 제1 OAM 요청 패킷 내의 BIER-MPLS Label에 대해 라벨 스위칭을 수행한 후 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷을 다음 홉

BFR, 즉 제1 BFER에 포워딩한다.

- [0299] 즉, 본 실시예에서, 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷 내의 BIER-MPLS Label로부터 TTL이 255임을 알게 되고, TTL을 1만큼 감소시키고, 1을 감한 후의 결과 결과 TTL=244가 0인지를 판정한다. 결과 TTL이 0이 아니면, 제1 OAM 요청 패킷 내의 BIER-MPLS Label에 대한 라벨 스위칭을 수행한 후, 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷을 제1 BFER로 전송한다.
- [0300] 라벨 스위칭 기술에 대해서는 MPLS 라벨 스위칭 기술을 참조한다. 본 명세성서는 상세하게 설명하지 않는다.
- [0301] 단계 1007: 중간 BFR1이 제1 OAM 요청 패킷을 제1 BFER에 전송한다.
- [0302] 단계 1008: 제1 BFER이 제1 OAM 요청 패킷을 수신한다.
- [0303] 단계 1009: 제1 BFER이 제1 OAM 요청 패킷에 따라, 제1 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFER인 것으로 결정한다.
- [0304] 이 단계는 다음 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0305] 1. 제1 BFER는 제1 OAM 요청 패킷에 포함되어 있는 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라, 하나 이상의 BFER이 제1 BFER를 포함하는 것으로 결정한다.
- [0306] 제1 BFER는 제1 OAM 요청 패킷의 비트 스트링과 BIER-MPLS Label에 대응하는 세트 식별자를 취득하고, 세트 식별자와 비트 스트링에 따라 하나 이상의 목적지 BFER의 ID를 계산에 의해 취득한다. 제1 BFER은 하나 이상의 목적지 BFER의 ID가 현재 BFER의 ID를 포함하는지를 확인한다.
- [0307] 2. 제1 BFER는 제1 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFER인 것으로 결정한다.
- [0308] 하나 이상의 목적지 BFER의 ID가 현재 BFER의 ID를 포함하는지를 확인하는 경우, 즉 제1 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFER인지를 결정하는 경우, 제1 BFER는 제1 OAM 요청 패킷에 응답해야 한다.
- [0309] 단계 1010: 제1 BFER이, BFIR의 ID에 따라, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득한다.
- [0310] 제1 OAM 요청 패킷을 수신한 후, 제1 BFER는 OAM 응답 패킷이 전송되는 BFIR을 알게 되어, BFER에 대해 링크가 연결되어 있다는 것을 BFIR에 통지해야 한다. 따라서, 제1 BFER는 제1 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더로부터 BFIR의 ID를 취득하고, 그 ID에 따라 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득해야 한다.
- [0311] 단계 1011: 제1 BFER이 BFIR에 대응하는 비트 스트링에 따라 제2 OAM 응답 패킷을 취득한다.
- [0312] 제2 OAM 응답 패킷은 전체 내용이 완전히 생성되지 않은 OAM 응답 패킷으로 간주될 수 있다. 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더는 BFIR에 대응하는 비트 스트링과 제1 BFER의 ID를 포함하고, 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드는 OAM 패킷을 포함한다.
- [0313] 제1 BFER은 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더에 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 추가하여, 제2 OAM 응답 패킷의 목적지 BFR을 BFIR로서 식별한다.
- [0314] 제2 OAM 응답 패킷의 근원지를 식별하기 위해, 제1 BFER는 제1 BFER의 ID를 취득하고, 그 ID를 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더에 추가해야 한다. 또한, 제1 BFER는 제1 BFER에 대응하는 비트 스트링을 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더에 추가하여, 제2 OAM 응답 패킷의 근원지를 제1 BFER로서 식별해야 한다.
- [0315] BIER 네트워크 내의 BFR이 수신된 패킷을 OAM 응답 패킷으로서 식별할 수 있게 하려면, 제1 BFER는 또한 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더의 제1 비트를 설정, 즉, 제1 비트를 0에서 1로 설정해야 하고, 패킷 유형을 제2 OAM 요청 패킷의 제2 비트에서의 요청 유형으로서 식별해야 한다.
- [0316] 선택적으로, 제1 BFER는 또한 중간 BFR1의 ID를 취득하고, 중간 BFR1은 BFIR과 제1 BFER 사이의 링크상에 있는, 제1 BFER의 이전 홉 BFR이다.
- [0317] 제1 BFER는 중간 BFR1의 ID를 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드 내의 이전 홉 비트- 포워딩 라우터 필드에 추가한다.
- [0318] 유의해야 할 것은, 본 실시예는 제1 BFER에 의한 중간 BFR1의 ID를 취득하는 방법에 제한을 두지 않는다는 것이다. 가능한 구현 방식으로서, 제1 OAM 요청 패킷을 제1 BFER에 전송하기 전에, 중간 BFR1은 중간 BFR1의 ID를 제1 OAM 요청 패킷에 추가할 수 있다. 따라서, 제1 BFER는 제1 OAM 요청 패킷으로부터 중간 BFR1의 ID를 취득할

수 있다. 다른 가능한 구현 방식으로서, 제1 OAM 요청 패킷은 중간 BFR1에 의해 제1 BFER에 전송되며, 제1 OAM 요청 패킷 내의 라벨은 중간 BFR1과 제1 BFER 사이에 합의된 라벨이다. 따라서 제1 BFER은 라벨을 사용하여 중간 BFR1의 ID를 알 수 있다.

- [0319] 선택적으로, 제1 BFER는 또한 OAM 요청 패킷 내의 TLV에 따라, 현재 BFER가 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER인지를 확인할 수 있으며, 이는 다음 단계를 포함할 수 있다.
- [0320] 1. 제1 BFER이 OAM 요청 패킷에 포함되어 있는 TLV에 따라, 하나 이상의 BFER가 제1 BFER를 포함하는 것으로 결정한다.
- [0321] 제1 BFER는 TLV에 실려 전달되는 식별자, 비트 스트링 및 비트 스트링의 길이에 따라 하나 이상의 BFER의 ID를 취득하고; 제1 BFER는 제1 BFER의 ID가 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있는지를 확인하고; 제1 BFER의 ID가 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있으면, 제1 BFER은 OAM 요청 패킷에 대응하는 하나 이상의 목적지 BFER가 제1 BFER를 포함하는 것으로 결정한다.
- [0322] 2. 제1 BFER이 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER이 제1 BFER임을 검증한다.
- [0323] 이 경우, 제1 BFER는 또한 검증 결과에 따라 대응하는 응답 코드를 생성할 수 있다.
- [0324] 예를 들어, 응답 코드 1은 제1 BFER가 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER임을 나타내고, 응답 코드 0은 제1 BFER가 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER이 아니고, 제1 BFER이 응답 코드 1을 생성하고, 그 응답 코드 1을 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드 내의 응답 코드 필드에 추가한다는 것을 나타낸다.
- [0325] 단계 1012: 제1 BFER이 BFIR에 대응하는 세트 식별자에 따라 제2 OAM 응답 패킷에, BIER-MPLS Label을 삽입하여 제1 OAM 응답 패킷을 취득한다.
- [0326] BIER-MPLS Label은 BFIR에 대응하는 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함한다.
- [0327] 제1 BFER는 BFIR에 대응하는 세트 식별자에 따라 대응하는 BIER-MPLS Label을 결정하고, BIER-MPLS Label을 제2 OAM 응답 패킷에 삽입함으로써, MPLS 캡슐화가 수행되는 제1 OAM 응답 패킷을 취득한다.
- [0328] 단계 1013: 제1 BFER이 제1 BIER-MPLS Label의 TTL을 제1 OAM 응답 패킷에 추가한다.
- [0329] 제1 OAM 응답 패킷이
- [0330] BFER와 BFIR 사이의 BFR에 도달한 때 TTL이 이미 0으로 감소되었기 때문에 제1 OAM 응답 패킷이 BFIR로 포워딩될 수 없는 것을 피하기 위해, 제1 BFER는 TTL을 최대 값으로 설정한다. 일반적으로 TTL은 255로 설정된다.
- [0331] 단계 1014: 제1 BFER이 제1 OAM 응답 패킷을 중간 BFR1에 전송한다.
- [0332] 단계 1015: 중간 BFR1이 제1 OAM 응답 패킷을 수신한다.
- [0333] 중간 BFR1은 제1 OAM 응답 패킷의 BIER-MPLS Label에 대응하는 세트 식별자 및 제1 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더 내의 비트 스트링을 취득하고, 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라 계산에 의해, BFIR의 ID를 취득하고, 중간 BFR1의 ID가 BFIR의 ID가 일치하는지를 확인한다. 두 ID가 불일치하면, 중간 BFR1은 제1 OAM 응답 패킷의 목적지 BFER이 중간 BFR1이 아니라고 결정한다.
- [0334] 또한, 중간 BFR1은 제1 OAM 응답 패킷 내의 BIER-MPLS Label로부터 TTL을 취득하고, TTL을 미리 설정된 값만큼 감소시키고, 미리 설정된 값을 감한 후의 취득된 TTL이 0인지를 결정한다. 결과 TTL이 0이 아니면, 제1 OAM 응답 패킷 내의 BIER-MPLS Label에 대해 라벨 스위칭을 수행한 후, 중간 BFR1은 제1 OAM 응답 패킷을 다음 홉 BFR, 즉 BFIR에 포워딩한다.
- [0335] 단계 1016: 중간 BFR1이 제1 OAM 응답 패킷을 BFIR에 전송한다.
- [0336] 단계 1017: BFIR이 제1 BFER로부터 제1 OAM 응답 패킷을 수신한다.
- [0337] 제1 OAM 응답 패킷은 제1 BFER의 ID 및 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 포함한다.
- [0338] BFIR은 제1 OAM 응답 패킷의 BIER-MPLS Label에 대응하는 세트 식별자 및 제1 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더 내의 비트 스트링을 취득하고, 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라 계산에 의해, BFIR의 ID를 취득하여, 그 BFIR의 ID가 BFIR의 ID와 일치하는지를 확인한다. 두 ID가 일치하면 BFIR은 제1 OAM 응답 패킷의 목적지 BFER이 BFIR인 것으로 결정한다.

- [0339] BFIR이 제1 OAM 응답 패킷의 목적지 BFR이 BFIR이라고 결정하는 경우, BFIR은 제1 OAM 응답 패킷의 패킷 내용을 처리한다.
- [0340] BFIR은 제1 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더 내의 제1 비트가 설정되어 있는지를 확인하고, 제1 비트가 설정되어 있는 것으로 확인한 경우, 그 패킷이 OAM 패킷이라고 결정하며; 또한, OAM 패킷의 패킷 유형이 응답 유형인 것으로 확인한 경우, BFIR은 OAM 패킷이 제1 OAM 응답 패킷이라고 결정한다.
- [0341] BFIR은, 패킷이 제1 OAM 응답 패킷인 것으로 결정한 경우, 제1 OAM 응답 패킷의 페이로드에 따라 타임스탬프 및 응답 코드와 같은 정보를 취득할 수 있다.
- [0342] 예를 들어, BFIR은 페이로드의 타임 스탬프에 따라, 제1 OAM 응답 패킷의 응답 패킷의 송신 지연을 계산에 의해 취득한다.
- [0343] 다른 예로서, BFIR은 페이로드 내의 응답 코드에 따라 제1 OAM 요청 패킷의 테스트 결과를 취득할 수 있다.
- [0344] 또 다른 예로서, BFIR은 제1 OAM 요청 패킷의 송신 경로와 같은 정보를, 제1 OAM 응답 패킷에 실려 있는 제1 BFIR의 ID, 중간 BFR1의 ID, 및 응답 코드에 따라, 알 수 있다.
- [0345] 유의해야 할 것은, 제1 OAM 요청 패킷을 전송한 후, BFIR은 타이머를 설정하고, 미리 설정된 지속기간 내에 BFER로부터 제1 OAM 응답 패킷을 수신하지 않으면, BFIR이 BFER에 연결되어 있지 않은 것으로 결정할 수 있다는 것이다.
- [0346] 유의해야 할 것은 또한, 중간 BFR2 및 제2 BFER에 의한 제1 OAM 요청 패킷을 처리하는 방식은 단계 1006~1017의 경우와 유사하다는 것이다. 따라서, 도 1에 도시된 네트워크 환경에 장애가 없다면, BFIR은 제1 OAM 요청 패킷을 전송한 후에 제1 BFER 및 제2 BFER로부터 개별적으로 제1 OAM 응답 패킷을 수신하므로, 동시에 복수의 BFER에 대한 연결성 테스트를 구현할 수 있다.
- [0347] 결론적으로, 본 실시예에 따르면, 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 제1 OAM 요청 패킷이 취득되고; OAM 요청 패킷은 하나 이상의 BFER에 전송되며, 여기서 OAM 요청 패킷은 BFIR과 BFER 사이의 연결 상태를 테스트하는 데 사용된다. 이는 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생한 때, BFIR이 송신 장애를 진단 또는 처리할 수 없다는 문제를 해결하므로, OAM 패킷을 사용하여 연결성 테스트를 구현할 수 있고 복수의 BFER를 동시에 진단할 수 있다.
- [0348] 본 실시예에서, 패킷의 패킷 헤더의 제1 비트가 더 설정되며, 패킷을 수신 한 때, BFR은 제1 비트를 사용하여 패킷을 OAM 패킷으로서 식별할 수 있어, BFR은 OAM 패킷과 BIER 멀티캐스트 패킷을 신속하게 구별할 수 있으므로, BFR의 포워딩 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0349] 본 실시예에서, BFR은 OAM 요청 패킷을 수신한 후, OAM 요청 패킷에 따라 OAM 응답 패킷을 더 생성하고, OAM 응답 패킷에 타임스탬프, 응답 코드 및 일련번호와 같은 정보를 추가하므로, BFIR은 OAM 응답 패킷을 수신한 경우, OAM 응답 패킷 내의 정보에 따라 네트워크 지연 등의 상황을 알 수 있으므로, OAM 패킷의 사용 시나리오를 증가시킬 수 있다.
- [0350] 이하에서는, OAM 패킷에 대한 홉 단위 테스트에 관한 예시적인 설명을 제공하기 위해 다른 실시예를 사용한다.
- [0351] 도 4에 도시된 바와 같이, 도 11a 내지도 11c를 참조한다. 도 11c, 도 11a 내지도 11c를 참조한다. 도 11c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 링크 테스트 방법의 방법 흐름도이다. 본 실시예에서, 링크 테스트 방법은 도 1에 도시된 구현 환경에 적용된다. 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이, 이 방법은 이하의 단계를 포함할 수 있다.
- [0352] 도 11a~ 도 11c에 도시된 바와 같이, 도 11a~ 도 11c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 링크 테스트 방법의 방법 흐름도를 나타낸다. 본 실시예에서는, 링크 테스트 방법이 도 1에 도시된 구현 환경에 적용되는 것을 설명을 위한 예로 사용하며, 이 방법은 다음의 단계를 포함할 수 있다.
- [0353] 단계 1101: BFIR이 하나 이상의 BFER의 ID에 따라 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득한다.
- [0354] 가능한 구현 방식으로서, BFIR은 멀티캐스트 흐름 오버레이(Multicast Flow Overlay)로부터 하나 이상의 BFER의 IP 주소를 취득할 수 있다.
- [0355] BIER 네트워크 내의 각각의 BFR은 BFR의 ID와 IP 주소 사이의 매핑 테이블을 저장한다. 따라서, BFIR은 취득된 하나의 IP 주소에 따라 각각의 IP 주소에 대응하는 BFER의 ID를 발견하고, 그 ID에 따라 각각의 BFER에 대응하

는 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득할 수 있다. 1로 설정되는 경우, 비트 스트링 내에 있고 BFER에 대응하는 비트는 BFER를 나타내는 데 사용된다. BFER의 ID와 IP 주소 사이의 매핑 테이블의 테이블 구조는 표 3에 나타나 있다

[0356] [표 3]

BFER의 ID	IP 주소
1	IP 주소 A
2	IP 주소 B
3	IP 주소 C

[0357]

[0358] 예를 들어, BFIR은 멀티 캐스트 흐름 오버레이로부터 IP 주소 B를 취득하고, IP 주소 B에 따라, BFER의 대응하는 ID가 2, 즉 제1 BFER의 ID가 2임을 알아낸다. BIER 네트워크에서 규정된 비트 스트링의 길이는 256비트라고 가정한다. 비트 스트링의 길이 및 ID에 따른 계산에 의해, 제1 BFER에 대응하는 세트 식별자는 0이고, 대응하는 비트스트링의 앞의 252비트는 0이고, 뒤의 4비트는 0010, 즉 BFER에 대응하는 비트는 비트 스트링의 해당하는 제2 비트라는 것을 알게 된다.

[0359] BFIR이 멀티캐스트 흐름 오버레이로부터 복수의 IP 주소를 취득하는 경우, BFIR은 BFER에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 계산에 의해 별도로 취득하고, 세트 식별자들이 동일하면, 합 연산(summation operation)을 수행하여 복수의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 취득한다. 비트 스트링 내에 있고 BFER에 대응하는 비트는 1로 설정됩니다.

[0360] 예를 들어, BFIR은 멀티캐스트 흐름 오버레이로부터 IP 주소 B 및 C를 취득하고, BFER의 대응하는 ID가 2 및 3, 즉 제1 BFER의 ID가 2이고, 제2 BFER의 ID는 3이라는 것을 알아낸다. BIER 네트워크에서 규정된 비트 스트링 길이는 256비트라고 가정한다. 비트 스트링의 길이 및 ID에 따른 계산에 의해, 제1 BFER에 대응하는 세트 식별자는 0이고, 대응하는 비트 스트링의 뒤의 4비트는 0010이고, 제2 BFER에 대응하는 세트 식별자는 0이고, 대응하는 비트 스트링의 뒤의 4비트는 0100이다. 제1 BFER 및 제2 BFER의 비트 스트링에 대해 합 연산을 수행하여, 제1 BFER 및 제2 BFER 둘 다에 대응하는 비트 스트링을 취득한다. 비트 스트링의 뒤의 4비트는 0110이다.

[0361] 단계 1102: BFIR이 비트 스트링에 따라 제2 OAM 요청 패킷을 취득한다.

[0362] 제2 OAM 요청 패킷은 전체 내용이 완전히 생성되지 않은 OAM 요청 패킷으로 간주될 수 있다. 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더는 최종 단계에서 취득된, 하나 이상의 BFER 및 BFIR의 식별자에 대응하는 비트 스트링을 포함하고, 제2 OAM 요청 패킷의 페이로드에는 OAM 패킷을 포함한다 .

[0363] OAM 요청 패킷의 근원지를 식별하기 위해, BFIR은 BFIR의 ID를 취득하고, 그 ID를 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더에 추가할 필요가 있다. 또한, BFIR은 제2 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER를 식별하기 위해, 하나 이상의 BFER에 대응하는 비트 스트링을 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더에 추가할 필요가 있다.

[0364] BIER 네트워크 내의 BFER이 수신된 패킷을 OAM 요청 패킷으로서 식별할 수 있게 하기 위해, BFIR은 제2 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더의 제1 비트를 설정하고, 즉 제1 비트를 0에서 1로 설정하고, 패킷 유형을 제2 OAM 요청 패킷의 제2 비트 내의 요청 유형으로서 식별해야 한다.

[0365] 선택적으로, BFIR은 또한 하나 이상의 BFER에 대응하는 세트 식별자 및 상기 비트 스트링을 실어 전달하는 유형 길이 값 TLV를 생성하고, 그 TLV를 제2 OAM 요청 패킷에 추가할 할 수 있다.

[0366] 단계 1103: BFIR이 세트 식별자에 따라 제2 OAM 요청 패킷에, 제1 BIER-MPLS Label을 삽입하여 제1 OAM 요청 패킷을 취득한다.

[0367] 제1 BIER-MPLS Label은 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함한다.

[0368] BIER-MPLS Label(도 12에 도시되지 않음)은 OAM 패킷에 대해 MPLS 캡슐화가 수행되는 경우에 OAM 패킷에 삽입되는 라벨이, 이 라벨은 하나 이상의 BFER의 세트 식별자에 대응하고, BIER-MPLS Label과 BFER의 세트 식별자와의 대응관계는 표 4에 나타나 있다.

[0369] [표 4]

BIER-MPLS Label	BFER의 세트 식별자
Label 101	1
Label 102	2
Label 103	3

[0370]

[0371] BFIR은 하나 이상의 BFER의 세트 식별자에 따라 대응하는 BIER-MPLS Label을 결정하고, IER-MPLS Label을 제2 OAM 요청 패킷에 삽입하여 제1 OAM 요청 패킷을 취득한다.

[0372] 유의해야 할 것은, BFIR이 2 이상의 BFER에 대한 링크를 테스트해야 하는 경우, 둘 이상의 BFER에 대응하는 세트 식별자들이 동일하면, 즉, 본 실시예에 도시된 상황이 동일하면, 대응하는 BIER-MPLS 라벨들 또한 동일하고, BFIR은 단지 하나의 제1 OAM 요청 패킷을 생성해야 한다. 그러나 둘 이상의 BFER에 각각 대응하는 세트 식별자가 다른 경우, 대응하는 BIER-MPLS 라벨도 또한 다르고, BFIR은 동일한 세트 식별자에 따라 분류를 수행하여, 동일한 세트 식별자를 갖는 BFER에 대한 OAM 요청 패킷을 생성하여야 한다. BFER가 n개의 유형에 속하면, n개의 OAM 요청 패킷이 생성되고, 각각의 OAM 요청 패킷이 하나의 유형의 BFER를 테스트하는 데 사용된다.

[0373] 단계 1104: BFIR이 제1 TTL을 결정하며, 제1 TTL의 값은 M이고, M은 제1 OAM 요청 패킷이 BFIR로부터 제1 BFR에 도달하기 전의 홉 카운트이다.

[0374] 홉 단위 테스트는 각각 홉에 대해 테스트를 필요로 한다. 따라서, 도 10a~ 도 10c에서의 실시예와 다른 단계로서, BFIR은 홉 단위 테스트를 완료하기 위해, 제1 OAM 요청 패킷에 대해 상이한 TTL을 설정할 필요가 있다. 예를 들어, n번째(제n) 홉의 테스트가 수행되는 경우, TTL이 n으로 설정된다.

[0375] 도 1에 도시된 바와 같이, BFIR이 홉 단위로 BFIR과 제1 BFER 사이의 링크를 테스트하는 경우, 제1 OAM 요청 패킷이 BFIR로부터 중간 BFR1에 도착하기 전의 홉 카운트는 1이고, BFIR은 제1 TTL의 값을 1로 결정한다.

[0376] 명백하게, BFIR과 제1 BFER 사이에 4홉이 요구되면, BFIR은 제1 홉의 테스트를 수행하는 경우, 제1 OAM 요청 패킷의 TTL을 1로 설정하고, 제2 홉의 테스트를 수행하는 제1 OAM 요청 패킷의 TTL을 2로 설정하고, 제3 홉의 테스트를 수행하는 경우, 제1 OAM 요청 패킷의 TTL을 3으로 설정하고, 제4 홉의 테스트를 수행하는 경우, 제1 OAM 요청 패킷의 TTL을 4로 설정하는 등등이다. 본 명세서에서는 세부사항을 설명하지 않는다.

[0377] 단계 1105: BFIR이 제1 TTL을 제1 OAM 요청 패킷에 추가한다.

[0378] 본 실시예에서, BFIR은 제1 OAM 요청 패킷의 BIER-MPLS Label의 TTL을 1로 설정한다.

[0379] 단계 1106: BFIR이 제1 OAM 요청 패킷을 중간 BFR1에 전송한다.

[0380] 단계 1107: 중간 BFR1이 BFIR로부터 제1 OAM 요청 패킷을 수신한다.

[0381] 단계 1108: 중간 BFR1이, 제1 OAM 요청 패킷에 따라, 제1 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 중간 BFR1인 것으로 결정한다.

[0382] 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷 내의 BIER-MPLS Label에 따라 대응하는 세트 식별자를 결정하고, 중간 BFR1은 또한 제1 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더로부터 비트 스트링을 취득한다.

[0383] 중간 BFR1은 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라 하나 이상의 목적지 BFER의 ID를 계산에 의해 취득하고, 그 중간 BFR1의 ID가 하나 이상의 목적지 BFER의 ID인지를 확인한다.

[0384] 제1 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER이 제1 BFER 및 제2 BFER이기 때문에, 중간 BFR1은, 중간 BFR1의 ID가 제1 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER가 아닌 것으로 확인하고 다음 단계를 계속한다.

[0385] 1. 중간 BFR1이 제1 TTL의 값을 미리 설정된 값만큼 감소시킨다.

[0386] 본 실시예에서, 미리 설정된 값은 1이다.

[0387] 제1 OAM 요청 패킷이 하나의 BFR에 도달할 때마다 BIER-MPLS Label의 TTL을 1씩 감소시켜야 하고, BIER-MPLS Label의 제1 TTL이 1이기 때문에, 중간 BFR1이 제1 TTL의 값을 1만큼 감소시킨 후에 제1 TTL은 0이 된다.

- [0388] 2. 미리 설정된 값을 차감한 후의 취득되는 제1 TTL의 값이 0에 도달한 것으로 판단한 경우, 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 중간 BFR1인 것으로 결정한다.
- [0389] 미리 설정된 값을 차감한 후의 제1 TTL의 값이 0이 되기 때문에, 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 중간 BFR1인 것으로 결정한다, 즉 중간 BFR1이 제1 OAM 요청 패킷의 패킷 내용에 응답할 필요가 있다고 결정하고, IOAM 응답 패킷을 BFIR에 전송한다.
- [0390] 즉, 제1 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR은 제1 OAM 요청 패킷을 수신하고 제1 OAM 요청 패킷을 계속 전달하지 않는 BFR이다, 예를 들면 본 실시예에서는 중간 BFR1이다.
- [0391] 단계 1109: 중간 BFR1이 제1 OAM 요청 패킷에 따라 BFIR에 제1 OAM 응답 패킷을 전송한다.
- [0392] 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득한다.
- [0393] 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득한 후에, 제1 OAM 응답 패킷을 BFIR에 전송한다.
- [0394] 단계 1110: BFIR이 중간 BFR1으로부터 제1 OAM 응답 패킷을 수신한다.
- [0395] BFIR이 중간 BFR1로부터 제1 OAM 응답 패킷을 수신하는 경우, BFIR이 중간 BFR1에 연결되어 있는 것으로 결정된다.
- [0396] 또한, BFIR은 중간 BFR1에 의해 전송되는 제1 OAM 응답 패킷을 처리하며, 처리 프로세스는 단계 1017의 프로세스와 유사하다.
- [0397] 유의해야 할 것은, 제1 OAM 요청 패킷을 전송한 후, BFIR은 타이머를 설정하고, 미리 설정된 지속기간 내에 제1 OAM 응답 패킷을 중간 BFR1로부터 수신하지 않으면, BFIR이 중간 BFR1에 연결되어 있지 않은 것으로 결정할 수 있다.
- [0398] 단계 1111: BFIR이 제1 OAM 응답 패킷 및 제1 TTL에 따라 제2 TTL을 취득하며, 여기서 제2 TTL의 값은 미리 설정된 값을 제1 TTL의 값에 가산한 후에 취득되는 값이다.
- [0399] 이 경우, BFIR은, BFIR은 중간 BFR1에 연결되어 있는 것으로 결정한다. 또한, BFIR은 제1 TTL의 값에 미리 설정된 값을 가산함으로써 제2 TTL을 취득하고, 본 실시예에서는 제2 TTL이 2로 설정된다. 즉, BFIR은 중간 BFR1의 다음 홉을 테스트한다. 즉, 제2 TTL은 BFIR과 제1 BFER 사이의 링크상에 있는, 중간 BFR1인 다음 홉 BFR을 식별하는 데 사용된다.
- [0400] 단계 1112: BFIR이 제2 TTL 및 그룹 식별자에 따라 제2 OAM 요청 패킷에, 제2 BIER-MPLS Label을 삽입하여 제3 OAM 요청 패킷을 취득한다.
- [0401] 제2 BIER-MPLS Label은 라벨과 제 2TTL을 포함하고, 라벨은 하나 이상의 BFER에 대응하는 세트 식별자에 대응한다. 제3 OAM 요청 패킷은 BFIR과 제2 BFR 사이의 링크를 테스트하는 데 사용되고, 제2 BFR은 BFIR과 제1 BFER 사이의 링크 상에 있는, 중간 BFR1인 다음 홉 BFR이다.
- [0402] 유의해야 할 것은, BFIR은 제3 OAM 요청 패킷을 생성하기 위해, 제2 OAM 요청 패킷의 BIER-MPLS Label의 TTL만 설정할 필요가 있고, 제2 OAM 요청 패킷의 페이로드 내용은 변경되지 않은 그대로라는 것이다. 제1 OAM 요청 패킷은 BIER-MPLS Label의 라벨 및 TTL만 제3 OAM 요청 패킷과 다르다.
- [0403] BFIR 대신에 BFIR 측은 어느 BFR이 중간 BFR1의 다음 홉인지를 알고, 중간 BFR1의 다음 홉인 제2 BFR은 BFIR과 제1 BFER 사이의 링크상에 있으며, 제2 BFR 및 중간 BFR1은 동일한 링크상에 있다. 따라서, BFIR은 OAM 요청 패킷을 제2 BFR로 전송하기 위해 제3 OAM 요청 패킷을 제1 BFER에 전송할 수 있다.
- [0404] 단계 1113: BFIR이 제3 OAM 요청 패킷을 중간 BFR1에 전송한다.
- [0405] 단계 1114: 중간 BFR1이 BFIR로부터 제3 OAM 요청 패킷을 수신한다.
- [0406] 중간 BFR1은 제3 OAM 요청 패킷 내의 BIER-MPLS Label에 따라 대응하는 세트 식별자를 결정하고, 중간 BFR1은 또한 제3 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더로부터 비트 스트링을 취득한다.
- [0407] 중간 BFR1은 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라 계산에 의해, 하나 이상의 목적지 BFER의 ID를 취득하고, 그 중간 BFR1의 ID가 하나 이상의 목적지 BFER의 ID인지를 확인한다.

- [0408] 제3 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER이 제1 BFER 및 제2 BFER이기 때문에, 중간 BFR1은, 중간 BFR1의 ID가 제1 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER가 아닌 것으로 확인하고 다음 단계를 계속 실행한다.
- [0409] 1. 중간 BFR1이 제2 TTL의 값을 미리 설정된 값만큼 감소시킨다.
- [0410] 본 실시예에서, 미리 설정된 값은 1이다. 제3 OAM 요청 패킷이 하나의 BFR에 도달할 때마다 BIER-MPLS Label의 TTL을 1씩 감소시켜야 하고, 제3 OAM 요청 패킷의 BIER-MPLS Label의 제2 TTL이 2이기 때문에, 중간 BFR1이 제2 TTL의 값을 1만큼 감소시킨 후에 제2 TTL은 1이 된다.
- [0411] 2. 미리 설정된 값을 차감한 후의 취득되는 제1 TTL의 값이 0에 도달하지 않은 것으로 판단한 경우, 중간 BFR1은 제3 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 중간 BFR1이 아닌 것으로 결정한다.
- [0412] 미리 설정된 값을 차감한 후의 제1 TTL의 값이 0이 도달하지 않기 때문에, 중간 BFR1은, 제3 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 중간 BFR1이 아닌 것으로 결정한다.
- [0413] 이 경우에, 제3 OAM 요청 패킷 내의 BIER-MPLS Label에 대해 라벨 스위칭을 수행한 후, 중간 BFR1은 제3 OAM 요청을 다음 홉 BFR, 즉, 제1 BFER에 포워딩한다.
- [0414] 단계 1115: 중간 BFR1이 제3 OAM 요청 패킷을 제1 BFER에 전송한다.
- [0415] 단계 1116: 제1 BFER이 제1 BFR1로부터 제3 OAM 요청 패킷을 수신한다.
- [0416] 단계 1117. 제1 BFER이 제3 OAM 요청 패킷에 따라, 제3 OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFER인 것으로 결정한다.
- [0417] 제1 BFER는, 제3 OAM 요청 패킷에 포함되는 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라, 하나 이상의 BFER이 제1 BFER를 포함하는 것으로 결정한다. 제1 BFER은 제3 OAM 요청 패킷의 비트 스트링과 BIER-MPLS Label에 대응하는 세트 식별자를 취득하고, 세트 식별자 및 비트 스트링에 따라 하나 이상의 목적지 BFER의 ID를 계산에 의해 취득한다. 제1 BFER은 제1 BFER의 ID가 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있는지를 확인하고; 제1 BFER의 식별자가 하나 이상의 BFER의 식별자에 포함되어 있으면, 제1 BFER은 제3 OAM 요청 패킷에 대응하는 하나 이상의 목적지 BFER이 제1 BFER를 포함하는 것으로 결정한다. 즉, 제1 BFER은 제3 OAM 요청 패킷에 응답해야 한다.
- [0418] 단계 1118: 제1 BFER이 제3 OAM 응답 패킷을 중간 BFR1에 전송한다.
- [0419] 제1 BFER은 제3 OAM 응답 패킷을 취득하며, 취득 프로세스는 단계 1010 ~ 단계 1013에 도시된 프로세스와 유사하다. 본 명세서에서는 세부사항을 다시 설명하지 않는다.
- [0420] 그 후, 제1 BFER은 제3 OAM 응답 패킷을 중간 BFR1에 전송한다.
- [0421] 단계 1119: 중간 BFR1이 제1 BFER로부터 제4 OAM 응답 패킷을 수신한다.
- [0422] 제4 OAM 응답 패킷의 BIER-MPLS Label의 TTL이 최대 값으로 설정되고, 중간 BFR1은 제4 OAM 응답 패킷의 목적지 BFIR이 아니다. 따라서, 중간 BFR1은 제4 응답 패킷에 응답할 필요가 없고, 제4 응답 패킷을 다음 홉, 즉 BFIR에 직접 포워딩한다.
- [0423] 단계 1120: 중간 BFR1이 제4 OAM 응답 패킷을 BFIR에 전송한다.
- [0424] 단계 1121: BFIR이 제1 BFER로부터 제4 OAM 응답 패킷을 수신한다.
- [0425] BFIR은 제4 OAM 응답 패킷을 처리하며, 처리 프로세스는 단계 1017의 프로세스와 유사하다.
- [0426] BFIR이 제1 BFER로부터 제4 OAM 응답 패킷을 수신하는 경우, BFIR이 제1 BFER에 연결되는 것으로 결정한다.
- [0427] 물론, BFIR이 중간 BFR1로부터 제1 OAM 응답 패킷만을 수신하지만, 제1 BFER로부터 제4 OAM 응답 패킷을 수신하지 않으면, 중간 BFR1과 중간 BFR1의 다음 홉 BFR 사이의 링크가 장애인 것으로 결정한다.
- [0428] 결론적으로, 본 실시예에 따르면, OAM 요청 패킷은 BFIR로부터 수신되고; OAM 요청 패킷에 따라, OAM 요청 패킷에 대응하는 목적지 BFR이 제1 BFR인 것으로 결정되고; OAM 응답 패킷은 BFIR의 ID에 따라 취득되고; OAM 응답 패킷은 BFIR에 전송된다. 이는 멀티캐스트 패킷의 송신 중에 장애가 발생한 때 BFIR이 송신 장애를 진단 또는 처리할 수 없는 문제를 해결하므로, OAM 패킷을 사용하여 연결성 테스트를 구현할 수 있고, 복수의 BFER을 동시에 진단할 수 있다.
- [0429] 본 실시예에서, OAM 요청 패킷의 BIER-MPLS 라벨의 TTL은 또한 다른 값으로 설정되어, BFIR이 포워딩 경로상의

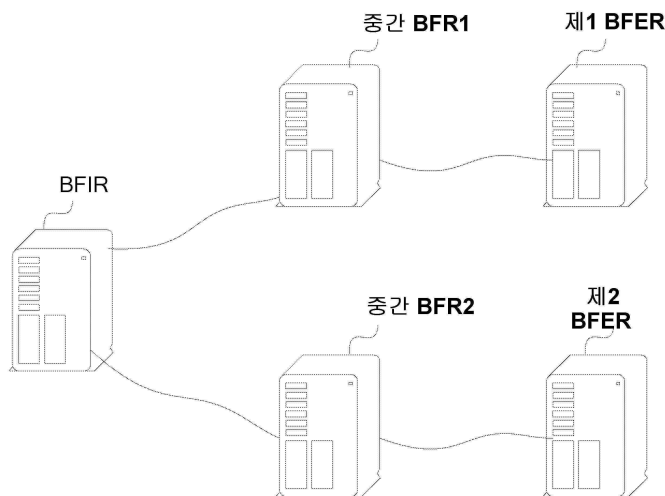
각각의 BFR을 테스트할 수 있고, 포워딩 장애의 위치를 신속하게 결정할 수 있다.

- [0430] 본 실시예에서, BFR은 또한, OAM 요청 패킷을 수신한 후, OAM 요청 패킷에 따라 OAM 응답 패킷을 생성하고, OAM 응답 패킷에 타임스탬프, 응답 코드 및 일련번호와 같은 정보를 추가하므로, OAM 응답 패킷을 수신한 때, BFR은 OAM 응답 패킷 내의 정보를 분석하여, OAM 패킷의 사용 시나리오를 증가시킬 수 있다.
- [0431] 본 실시예에서, OAM 패킷의 멀티 홉 테스트 메카니즘은 또한 OAM 요청 패킷에 TTL을 설정함으로써 구현된다. 이러한 방식으로, BFR과 BFER 사이의 각 홉의 경로를 테스트할 수 있으며, 장애를 정확하게 찾을 수 있다.
- [0432] 추가로 유의해야 할 것은, 단계 1109에서, 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷에 따라 제1 OAM 응답 패킷을 취득하는 것은 다음 단계를 포함할 수 있다는 것이다.
- [0433] 첫째, 중간 BFR1은 BFIR의 ID에 따라, BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링을 취득한다.
- [0434] 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷의 패킷 헤더로부터 BFIR의 ID를 취득하고, 그 ID에 따라 BFIR에 대응하는 세트 식별자 및 비트 스트링 취득한다.
- [0435] 둘째, 중간 BFR1은 BFIR에 대응하는 비트 스트링에 따라 제2 OAM 응답 패킷을 취득한다.
- [0436] 제2 OAM 응답 패킷은 전체 내용이 완전히 생성되지 않은 OAM 응답 패킷으로 간주될 수 있다. 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더는 BFIR에 대응하는 비트 스트링과 중간 BFR1의 ID를 포함하고, 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드는 OAM 패킷을 포함한다.
- [0437] 중간 BFR1은 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더에 BFIR에 대응하는 비트 스트링을 추가하여, 제2 OAM 응답 패킷의 목적지 BFR을 BFIR로서 식별한다.
- [0438] 제2 OAM 응답 패킷의 근원지를 식별하기 위해, 중간 BFR1은 중간 BFR1의 ID를 취득하고, 그 ID를 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더에 추가할 필요가 있다. 또한, 중간 BFR1은, 중간 BFR1에 대응하는 비트 스트링을 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더에 추가하여, 제2 OAM 응답 패킷의 근원지를 중간 BFR1로서 식별할 필요가 있다.
- [0439] 중간 BFR1은 또한 제2 OAM 응답 패킷의 패킷 헤더의 제1 비트를 설정, 즉 제 1 비트를 0에서 1로 설정하고, 제2 OAM의 제2 비트 내의 패킷 유형을 요청 유형으로서 식별해야 한다.
- [0440] 선택적으로, 중간 BFR1은 BFIR의 ID를 더 취득하고, BFR은 BFIR과 제1 BFER 사이의 링크상에 있는, 중간 BFR1인 이전 홉 BFR이다.
- [0441] 중간 BFR1은 BFIR의 ID를 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드의 이전 홉 비트 포워딩 라우터 필드에 추가한다.
- [0442] 유의해야 할 것은, 본 실시예는 중간 BFR1에 의해 BFIR의 ID를 취득하는 방법에 제한을 두지 않는다는 것이다. 가능한 구현 방식으로서, 제1 OAM 요청 패킷을 중간 BFR1에 전송하기 전에, BFIR은 제1 OAM 요청 패킷에 BFIR의 ID를 추가할 수 있다. 따라서, 중간 BFR1은 제1 OAM 요청 패킷으로부터 BFIR의 ID를 획득할 수 있다. 다른 가능한 구현 방식으로서, 제1 OAM 요청 패킷은 BFIR에 의해 중간 BFR1에 전송되고, 제1 OAM 요청 패킷 내의 라벨은 BFIR과 중간 BFR1 사이에 합의된 라벨이다. 따라서 중간 BFR1은 라벨을 사용하여 BFIR의 ID를 알 수 있다.
- [0443] 선택적으로, 중간 BFR1은 OAM 요청 패킷의 TLV에 따라, 중간 BFR1이 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER인지를 추가로 확인할 수 있으며, 이는 다음의 단계를 포함할 수 있다.
- [0444] 1. 중간 BFR1은 OAM 요청 패킷에 포함된 TLV에 따라 하나 이상의 BFER를 결정한다.
- [0445] 중간 BFR1은 TLV에 실려 전달되는 세트 식별자, 비트 스트링 및 비트 스트링의 길이에 따라, 하나 이상의 BFER의 ID를 취득하고; 중간 BFR1은 중간 BFR1의 ID가 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있는지를 확인하며; 중간 BFR1의 ID가 하나 이상의 BFER의 ID에 포함되어 있지 않으면, 중간 BFR1은 OAM 요청 패킷에 대응하는 하나 이상의 목적지 BFER가 중간 BFR1을 포함하지 않는 것으로 결정한다.
- [0446] 2. 중간 BFR1은 OAM 요청 패킷의 목적지 BFR이 중간 BFR1이 아닌 것으로 검증한다.
- [0447] 이 경우, 중간 BFR1은 또한 검증 결과에 따라 대응하는 응답 코드를 생성할 수 있다.
- [0448] 예를 들어, 응답 코드 1은 중간 BFR1이 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER임을 나타내고, 응답 코드 0은 중간 BFR1이 OAM 요청 패킷의 목적지 BFER가 아님을 나타내며, 중간 BFR1은 응답 코드 0을 생성하고, 제2 OAM 응답 패킷의 페이로드 내의 응답 코드 필드에 응답 코드 0을 추가한다.

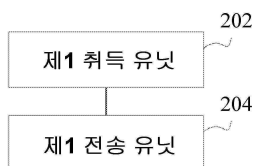
- [0449] 셋째, 중간 BFR1은 BFIR에 대응하는 세트 식별자에 따라 제2 OAM 응답 패킷에, BIER-MPLS Label을 삽입하여 제1 OAM 응답 패킷을 취득한다.
- [0450] BIER-MPLS Label은 BFIR에 대응하는 세트 식별자에 대응하는 라벨을 포함한다.
- [0451] 중간 BFR1은 BFIR에 대응하는 세트 식별자에 따라 대응하는 BIER-MPLS Label을 결정하고, 제2 OAM 응답 패킷에 BIER-MPLS Label을 삽입함으로써, MPLS 캡슐화가 수행되는 제1 OAM 응답 패킷을 취득한다.
- [0452] 넷째, 중간 BFR1은 BIER-MPLS Label의 TTL을 제1 OAM 응답 패킷에 추가한다.
- [0453] 제1 OAM 응답 패킷이 BFER와 BFIR 사이의 BFR에 도달했을 때 이미 TTL이 0으로 감소되었기 때문에 제1 OAM 응답 패킷이 BFIR에 포워딩될 수 없는 것을 피하기 위해, 중간 BFR1은 TTL을 최대값으로 설정한다. 일반적으로 TTL은 255로 설정된다.
- [0454] 본 발명의 기술한 실시예의 시퀀스 번호는 단지 설명을 위한 것이며, 실시 예의 우선순위를 나타내는 것은 아니다.
- [0455] 당업자는 실시예의 단계의 전부 또는 일부를 관련 하드웨어, 또는 관련 하드웨어에 명령하는 프로그램으로 구현할 수 있음을 이해할 수 있다. 프로그램은 컴퓨터 판독할 수 있는 저장 매체에 저장될 수 있다. 저장 매체로는 판독 전용 메모리, 자기 디스크 또는 광 디스크를 포함할 수 있다.
- [0456] 이상의 설명은 본 발명의 실시예에 불과하고, 본 발명을 한정하려는 아니다. 본 발명의 사상 및 원리를 벗어나지 않는 임의의 수정, 동등한 대체 및 개선은 본 발명의 보호 범위 내에 속한다.

도면

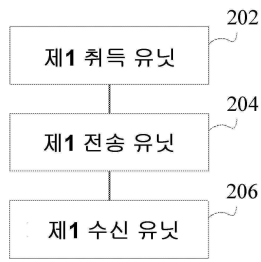
도면1



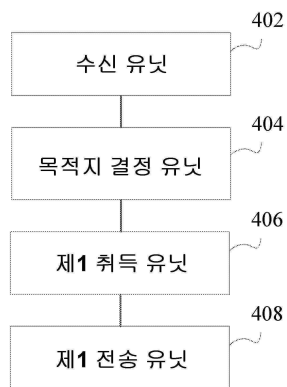
도면2



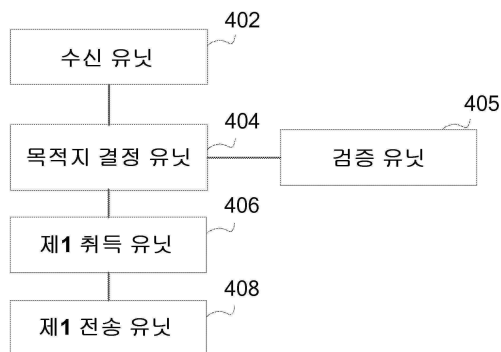
도면3



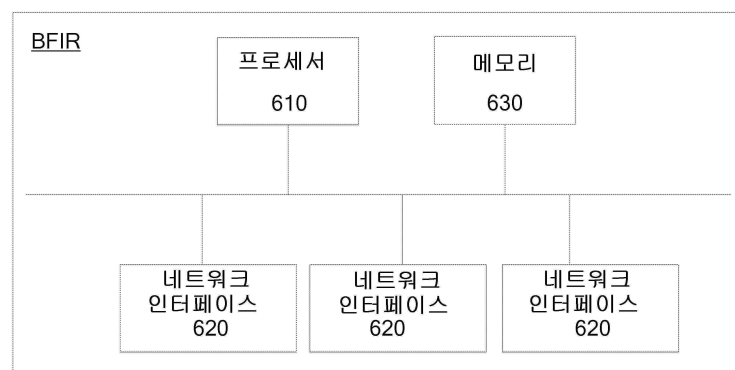
도면4



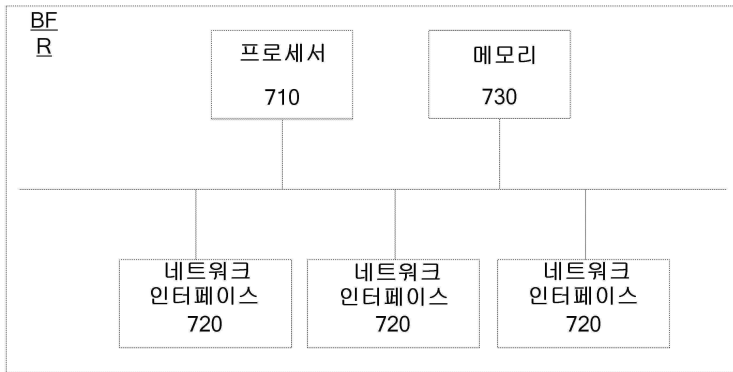
도면5



도면6



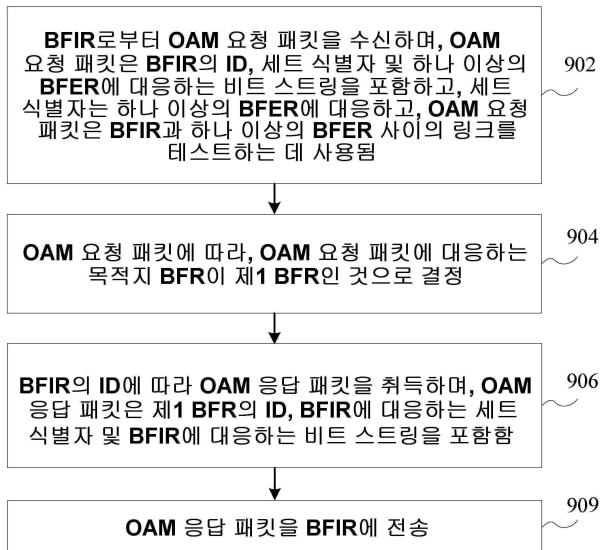
도면7



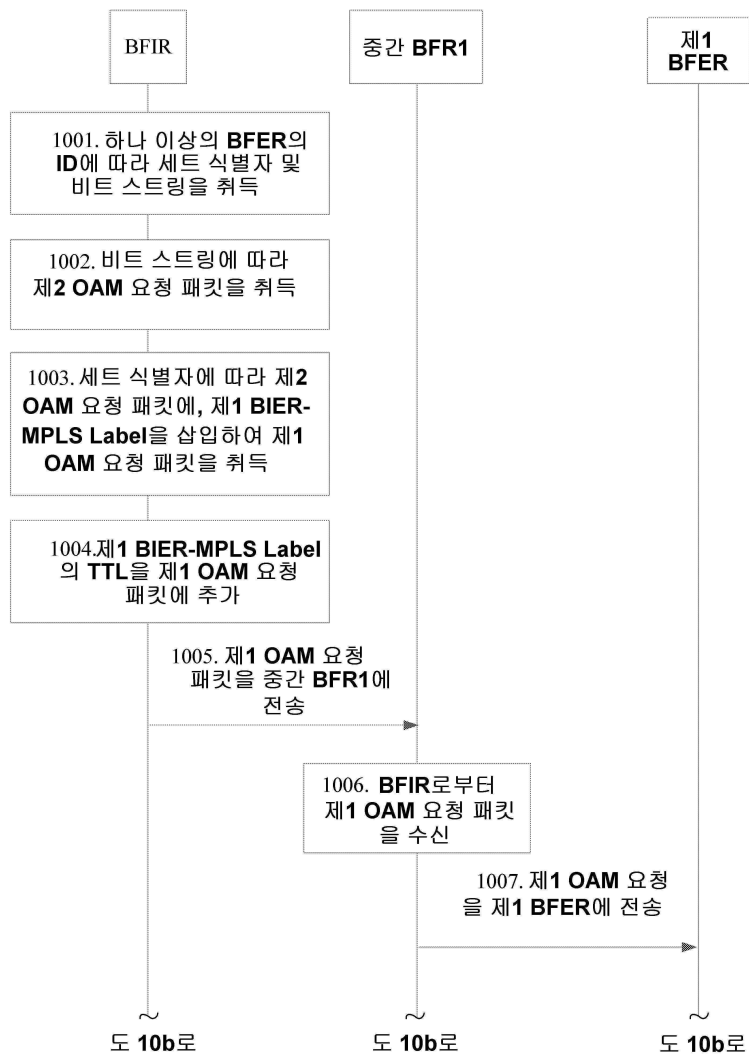
도면8



도면9



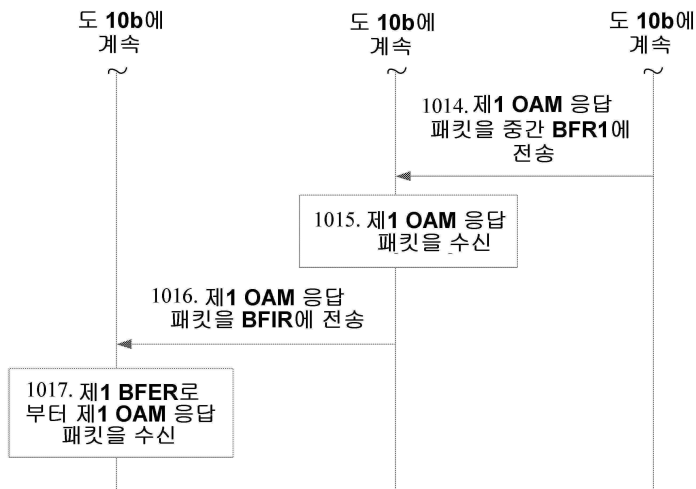
도면10a



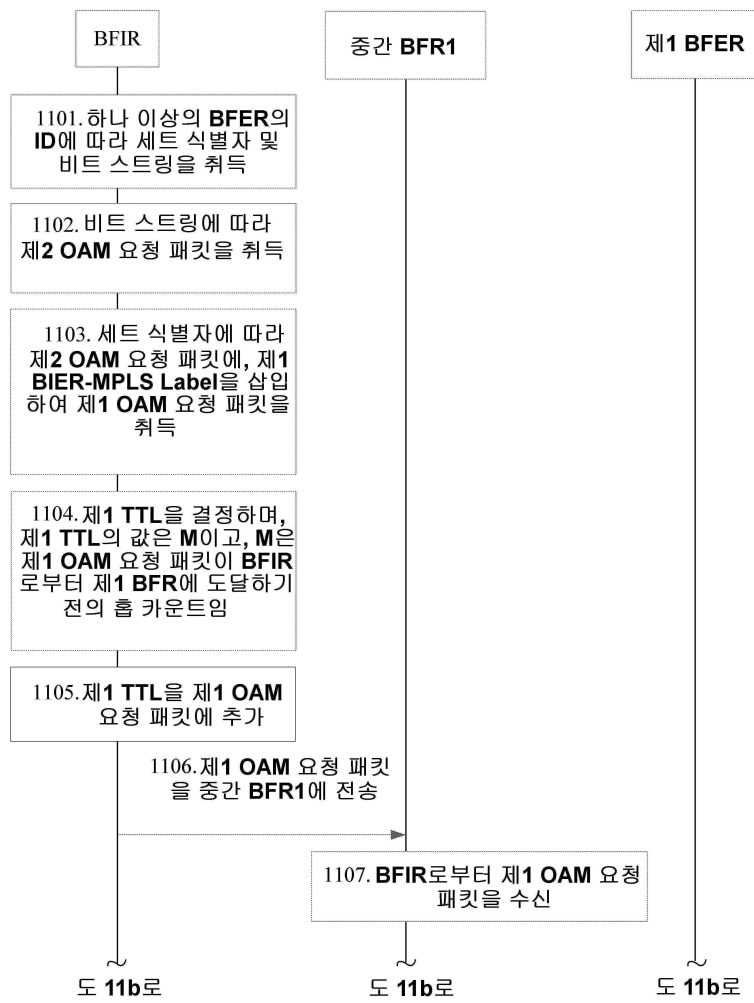
도면10b



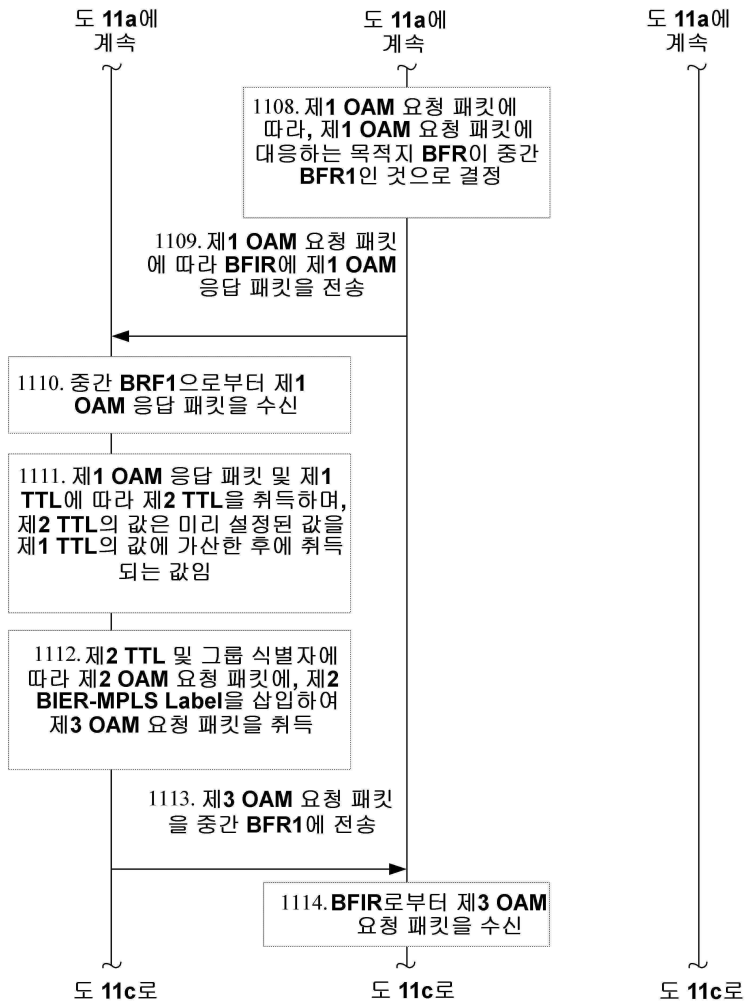
도면10c



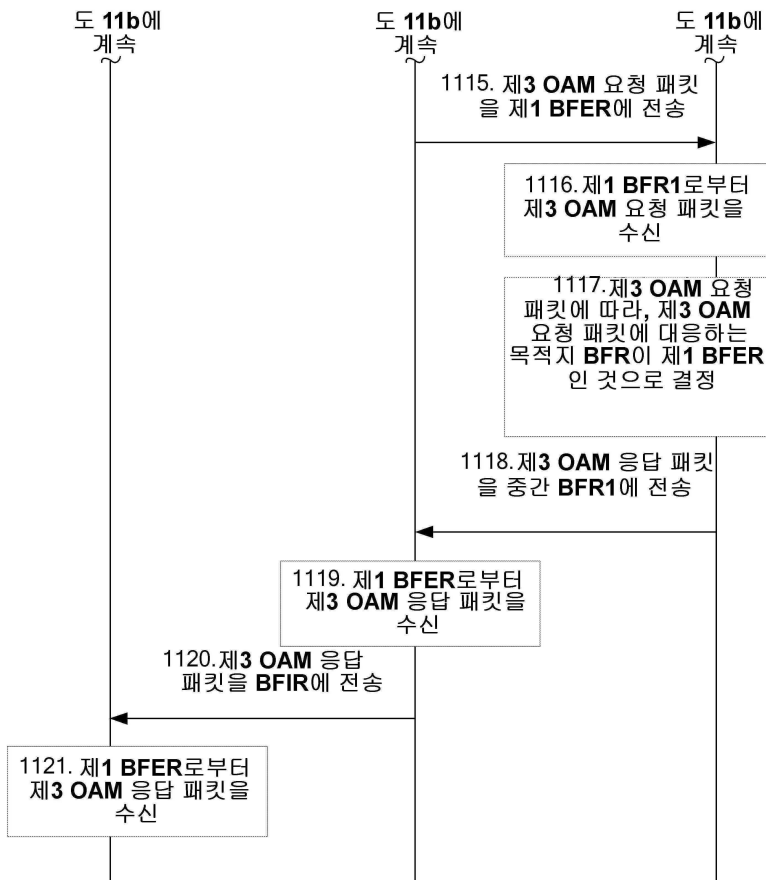
도면11a



도면11b



도면11c



도면12

버전 정보(4비트)	프로토콜 유형(4비트)	길이(4비트)	엔트로피(20비트)
비트 스트링(앞의 32비트)			
비트 스트링(중간 부분)			
비트 스트링(뒤의 32비트)			
예비 영역(16비트)		비트 포워딩 입구 라우터 식별자(16비트)	

도면13

버전 번호	패킷 유형	예비 영역	응답 모드	응답 코드
비트 포워딩 라우터 식별자				
이전 홉 비트 포워딩 라우터 식별자				
전송자 식별자				
일련 번호				
전송 타임스탬프				
수신 타임스탬프				
유형 길이 값				

도면14

유형(16비트)	TLV의 길이(16비트)
세트 식별자(16비트)	비트 스트링의 길이(16비트)
비트 스트링(앞의 32비트)	
비트 스트링(중간 부분)	
비트 스트링(뒤의 32비트)	