



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월05일  
(11) 등록번호 10-2007548  
(24) 등록일자 2019년07월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04L 12/26 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7014851  
(22) 출원일자(국제) 2012년10월30일  
심사청구일자 2017년09월29일  
(85) 번역문제출일자 2014년05월30일  
(65) 공개번호 10-2014-0088206  
(43) 공개일자 2014년07월09일  
(86) 국제출원번호 PCT/IB2012/056029  
(87) 국제공개번호 WO 2013/064982  
국제공개일자 2013년05월10일  
(30) 우선권주장  
13/289,854 2011년11월04일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20110222412 A1\*  
US20110267952 A1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
텔레호낙티에블라게트 엘엠 에릭슨(피유비엘)  
스웨덴 스톡홀름 83 에스이-164  
(72) 발명자  
차크라바르티, 사미타  
미국 94086 캘리포니아주 서니베일 페스카데로 테  
라스 366  
다이니, 토마스  
스웨덴 175 66 자르팔라 니다로스린간 58  
(74) 대리인  
장수길, 백만기

전체 청구항 수 : 총 19 항

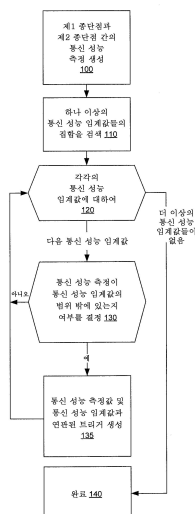
심사관 : 전용해

(54) 발명의 명칭 네트워크 측정 트리거들을 사용하는 서비스 보장

(57) 요약

통신 성능 임계값들의 범위 밖에 있는 통신 성능 측정들에 반응하기 위한 네트워크 요소에서 수행되는 방법이다. 네트워크 요소는, 각 종단점(endpoint)이 네트워크에 있는 통신의 포인트이고 적어도 제1 종단점은 네트워크 요소에 속하는, 제1 종단점과 제2 종단점 간의 통신 성능 측정을 생성한다. 네트워크 요소는 통신 성능 임계값을 검색하고 통신 성능 측정이 통신 성능 임계값 범위 밖에 있는지 여부를 결정한다. 통신 성능 측정이 통신 성능 임계값 범위 밖이라고 결정된 경우, 네트워크 요소는 통신 성능 측정 및 통신 성능 임계값과 연관된 트리거를 생성한다. 네트워크 요소는 등록된 핸들러가 생성된 트리거에 대한 반응으로 실행을 필요로 함을 나타내기 위하여 생성된 트리거와 연관된 등록된 핸들러를 검색하고, 등록된 핸들러를 실행한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**마이어, 크리스토프**

독일 52134 헤어초겐라트 마르크트 41디

**프레이저, 로버트 씨., 2세**

미국 94568 캘리포니아주 더블린 세레토 스트리트  
5079

**맨스필드, 스코트 앤드류**

미국 16033 펜실베이니아주 에반스 시티 엘긴 레인  
136

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는 통신 성능 측정들에 대해 반응하기 위한 네트워크에서 동작하는 네트워크 요소에서 수행되는 방법으로서,

제1 종단점과 제2 종단점 간의 통신 성능 측정을 생성하는 단계 - 각 종단점(endpoint)은 상기 네트워크에 있는 통신의 포인트이고 적어도 상기 제1 종단점은 상기 네트워크 요소에 속함 -;

상기 제2 종단점으로의 링크와 연관된 하나 이상의 통신 성능 임계값들의 세트를 검색하는 단계;

각각의 통신 성능 임계값에 대해 상기 통신 성능 측정이 상기 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는지 여부를 결정하는 것을 반복하는 단계;

상기 통신 성능 측정이 상기 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있다고 결정된 경우 상기 통신 성능 측정 및 상기 통신 성능 임계값과 연관된 트리거를 생성하는 단계;

생성된 상기 트리거와 연관된 복수의 등록된 핸들러들을 검색하는 단계 - 상기 검색하는 단계는 생성된 상기 트리거에 대한 응답으로 상기 등록된 핸들러들이 실행이 필요하다는 것을 나타내기 위한 것이고, 각각의 핸들러는 생성된 트리거에 응답하기 위한 기능을 포함함 -; 및

상기 트리거의 생성을 불러일으키는 네트워크 상태들에 상기 등록된 핸들러들이 반응하는 것을 허용하는 정보를 상기 등록된 핸들러들에게 전달함으로써 상기 등록된 핸들러들을 실행하는 단계

를 포함하는, 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 통신 성능 측정을 생성하는 것은,

상기 제1 종단점으로부터의 테스트 패킷의 유출(egress)을 근사하는 제1 타임스탬프를 포함하는 테스트 패킷을 생성하는 단계;

상기 테스트 패킷을 상기 제2 종단점으로 통신하는 단계;

상기 제1 타임스탬프, 상기 제2 종단점에서의 상기 테스트 패킷의 유입(ingress)을 근사하는 제2 타임 스탬프와 상기 제2 종단점으로부터의 테스트 패킷 응답의 유출을 근사하는 제3 타임스탬프를 포함하는 테스트 패킷 응답을 수신하는 단계; 및

상기 제1 타임스탬프, 상기 제2 타임스탬프, 또는 상기 제3 타임스탬프 중 적어도 어느 하나로부터 상기 통신 성능 측정을 결정하는 단계

를 포함하는, 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

각각의 등록된 핸들러는 하나 이상의 네트워크 어플리케이션들과 연관되는, 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 네트워크 어플리케이션은, 어플리케이션을 라우팅 또는 스위칭하는 제2 계층 또는 제3 계층인, 방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 등록된 핸들러는 라우팅 프로토콜과 연관되고 상기 등록된 핸들러를 실행하는 것은,

루트 업데이트(route update)를 결정하는 단계; 및

상기 루트 업데이트로 라우팅 정보 베이스(routing information base)를 업데이트하는 단계

를 포함하는, 방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 통신 성능 측정은 상기 종단점의 제1 링크의 불충분 이용을 나타내고, 상기 등록된 핸들러를 실행하는 것은 제1 트래픽 흐름과 제2 트래픽 흐름을 취합하는 단계 - 상기 제1 트래픽 흐름은 상기 종단점으로서의 상기 제1 링크와 연관되고 상기 제2 트래픽 흐름은 상기 종단점으로서의 제2 링크와 연관됨 - 를 포함하는, 방법.

**청구항 7**

제5항에 있어서,

상기 통신 성능 측정은 상기 네트워크 요소와 대상 네트워크 요소 간의 현재 루트를 통한 측정이고 하나 이상의 상기 루트 업데이트들을 결정하는 단계는,

상기 네트워크 요소와 상기 대상 네트워크 요소 간의 대체 루트를 결정하는 단계; 및

상기 네트워크 요소로부터 상기 대상 네트워크 요소로 이동하는 통신을 위한 상기 대체 루트에 변화를 가하기 위해 루트 업데이트를 생성하는 단계

를 포함하는, 방법.

**청구항 8**

통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는 통신 성능 측정에 반응하기 위하여 네트워크에서 동작하는 네트워크 요소(network element)로서,

하나 이상의 프로세서들의 집합; 및

통신 성능 임계값들에 미치지 못하는 통신 성능 측정들에 반응하는 컴퓨터 프로그램용 명령어들을 저장하는 비일시적(non-transitory) 컴퓨터-판독가능 매체(computer-readable medium)를 포함하고, 상기 컴퓨터 프로그램은, "IPPM"("IP"(internet protocol) 성능 메트릭) 모니터 모듈과 IPPM 트리거 모듈을 포함하며,

상기 IPPM 모니터 모듈은,

제1 종단점과 제2 종단점 간의 통신 성능 측정을 생성하고 - 각 종단점(endpoint)은 상기 네트워크에 있는 통신의 포인트이고 적어도 상기 제1 종단점은 상기 네트워크 요소에 속함 -,

상기 제2 종단점으로서의 링크와 연관된 하나 이상의 통신 성능 임계값들의 세트를 검색하며,

각각의 통신 성능 임계값에 대해 통신 성능 측정이 상기 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는지 여부를 결정하는 것을 반복하고,

상기 통신 성능 측정이 상기 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있다고 결정된 경우 트리거를 생성하는 것을 수행하도록 설정되고,

상기 IPPM 트리거 모듈은,

상기 IPPM 모니터 모듈로부터 생성된 상기 트리거를 수신하고,

생성된 상기 트리거와 연관된 복수의 등록된 핸들러들을 검색하고 - 상기 검색은 생성된 상기 트리거에 대한 응답으로 상기 등록된 핸들러들이 실행이 필요하다는 것을 나타내기 위한 것이고, 각각의 핸들러는 생성된 트리거

에 응답하는 기능을 포함함 -,

상기 트리거의 생성을 불러일으키는 네트워크 상태들에 상기 등록된 핸들러들이 반응하는 것을 허용하는 정보를 상기 등록된 핸들러들에게 전달함으로써 상기 등록된 핸들러들의 실행을 개시하는 것을 수행하도록 설정되는, 네트워크 요소.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 IPPM 모니터 모듈은 통신 성능 측정을 생성할 때,

테스트 패킷을 생성하는 단계로서, 상기 제1 종단점으로부터의 상기 테스트 패킷의 유출을 근사하기 위하여 제1 타임스탬프를 포함하고자 상기 테스트 패킷을 생성하는 단계;

상기 제2 종단점으로 상기 테스트 패킷을 통신하는 단계;

테스트 패킷 응답을 수신하는 단계로서, 상기 제1 타임스탬프, 상기 제2 종단점에서의 테스트 패킷의 유입을 근사하기 위한 제2 타임 스탬프, 및 상기 제2 종단점으로부터의 상기 테스트 패킷 응답의 유출을 근사하기 위한 제3 타임스탬프를 포함하고자 상기 테스트 패킷 응답을 수신하는 단계; 및

상기 제1 타임스탬프, 상기 제2 타임스탬프, 또는 상기 제3 타임스탬프 중 적어도 어느 하나로부터 상기 통신 성능 측정을 결정하는 단계

를 수행하도록 설정되는, 네트워크 요소.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

각각의 등록된 핸들러는, 어플리케이션을 라우팅 또는 스위칭하는 제2 계층 또는 제3 계층과 연관되기 위한 것인, 네트워크 요소.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 어플리케이션은 다중프로토콜 라벨 스위칭 네트워크 프로토콜(multiprotocol label switching network protocol) 어플리케이션, 개방형 최단 경로 우선 라우팅(open shortest path first routing) 어플리케이션, 경계 게이트웨이 프로토콜(border gateway protocol) 어플리케이션, 내부 게이트웨이 프로토콜(interior gateway protocol) 어플리케이션, 외부 게이트웨이 프로토콜(exterior gateway protocol) 어플리케이션, 최단 경로 브릿징(shortest path bridging) 어플리케이션, 또는 자원 예약 프로토콜(resource reservation protocol) 어플리케이션인, 네트워크 요소.

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 등록된 핸들러는 라우팅 프로토콜과 연관되기 위한 것이며 상기 등록된 핸들러는 루트 업데이트를 결정하고 상기 루트 업데이트로 라우팅 정보 베이스를 업데이트 하도록 설정되는, 네트워크 요소.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 통신 성능 측정은 상기 제2 종단점에서의 제1 링크의 불충분 이용을 나타내기 위한 것이고, 상기 등록된 핸들러는 제1 트래픽 흐름과 제2 트래픽 흐름을 취합하도록 설정되며, 상기 제1 트래픽 흐름은 상기 제1 링크와 연관되기 위한 것이고 상기 제2 트래픽 흐름은 상기 제2 종단점에서의 제2 링크와 연관되기 위한 것인, 네트워크 요소.

#### 청구항 14

제12항에 있어서,

상기 통신 성능 측정은 상기 네트워크 요소와 대상 네트워크 요소 간의 현재 루트를 통한 측정이 되기 위한 것이고 상기 등록된 핸들러는,

상기 제1 종단점과 상기 제2 종단점 간의 대체 루트를 결정; 및

상기 제1 종단점과 상기 제2 종단점으로부터 이동하는 통신을 위한 상기 대체 루트에 변화를 가하기 위해 루트 업데이트를 생성

하도록 설정된, 네트워크 요소.

#### 청구항 15

통신 성능 임계값들의 범위 밖에 있는 통신 성능 측정들에 대해 반응하기 위한 네트워크에서 동작하는 네트워크 요소로서, 라인 카드와 제어 카드를 포함하고,

상기 라인 카드는,

하나 이상의 종단점들과 결합된 하나 이상의 포트들의 집합,

상기 하나 이상의 포트들의 집합과 결합된 "IPPM"("IP"(internet protocol) 성능 메트릭) 송신 모듈로서, 상기 하나 이상의 종단점들의 처음 하나로 제1 테스트 패킷을 전송하도록 설정되는 IPPM 송신 모듈,

상기 IPPM 송신 모듈과 결합된 IPPM 타임-스탬핑 모듈로서, 상기 테스트 패킷이 상기 라인 카드를 떠나는 시간을 근사하기 위해서 상기 테스트 패킷에 타임-스탬프를 포함하도록 설정되는 IPPM 타임-스탬핑 모듈을 포함하고,

상기 제어 카드는 상기 라인 카드와 결합되고, 상기 제어 카드는 IPPM 모니터 모듈, IPPM 트리거 모듈과 라우팅 프로토콜 모듈을 포함하고,

상기 IPPM 모니터 모듈은,

제1 종단점으로부터 비롯된(originated) 제2 테스트 패킷을 수신,

상기 제2 테스트 패킷으로부터 통신 성능 측정을 생성,

제2 종단점으로서의 링크와 연관된 하나 이상의 통신 성능 임계값들의 세트를 검색,

각각의 통신 성능 임계값에 대해 상기 통신 성능 측정이 상기 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는지 여부를 결정하는 것을 반복, 및

상기 통신 성능 측정이 상기 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있을 때 트리거를 생성하도록 설정되고,

상기 IPPM 트리거 모듈은,

상기 IPPM 모니터 모듈로부터 생성된 상기 트리거를 수신하고,

생성된 상기 트리거와 연관된 복수의 등록된 핸들러들을 검색하고 - 상기 검색은 생성된 상기 트리거에 대한 응답으로 상기 등록된 핸들러들이 실행이 필요로 함을 나타내기 위한 것이고, 각각의 핸들러는 생성된 트리거에 응답하는 기능을 포함함 -, 및

상기 트리거의 생성을 불러일으키는 네트워크 상태들에 상기 등록된 핸들러들이 반응하는 것을 허용하는 정보를 상기 등록된 핸들러들에게 전달함으로써 상기 등록된 핸들러들의 실행을 개시하도록 설정되고,

상기 라우팅 프로토콜 모듈은,

상기 등록된 핸들러를 상기 IPPM 트리거 모듈에 등록하고, 상기 등록된 핸들러를 실행하도록 설정된, 네트워크 요소.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

각각의 등록된 핸들러는 루트 업데이트를 결정하고, 상기 루트 업데이트로 라우팅 정보 베이스를 업데이트 하도록 설정된, 네트워크 요소.

#### 청구항 17

제15항에 있어서,

상기 라인 카드는 제1 트래픽 흐름을 상기 제1 중단점으로 옮기고(servicing), 상기 통신 성능 측정은 상기 제1 중단점으로서의 제1 링크의 불충분 이용을 나타내기 위한 것이며, 상기 등록된 핸들러는 제1 트래픽 흐름을 제2 트래픽 흐름과 함께 취합하도록 설정되며, 상기 제1 트래픽 흐름은 상기 제1 링크와 연관되기 위한 것이고 상기 제2 트래픽 흐름은 상기 제1 중단점으로서의 제2 링크와 연관되기 위한 것인, 네트워크 요소.

#### 청구항 18

제15항에 있어서,

상기 통신 성능 측정은 상기 라인 카드와 상기 제1 중단점 간의 현재 루트를 통한 측정이 되기 위한 것이고, 상기 등록된 핸들러는 상기 라인 카드와 상기 제1 중단점 간의 대체 루트를 결정하고 상기 라인 카드와 상기 제1 중단점으로부터 이동하는 통신을 위한 상기 대체 루트에 변화를 가하기 위한 루트 업데이트를 생성하도록 설정된, 네트워크 요소.

#### 청구항 19

제15항에 있어서,

상기 라우팅 프로토콜 모듈은 어플리케이션을 라우팅 또는 스위칭하는 제2 계층 또는 제3 계층을 실행하는, 네트워크 요소.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예는 컴퓨터 네트워킹의 분야에 관한 것이고 더 구체적으로는, 네트워크 성능 측정들에 기초하여 액션을 트리거하는 것에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 컴퓨터 네트워크는 컴퓨터들과 같은 노드들 간의 데이터 전송(transport)을 위한 상호연결된 통신 링크들 및 서브네트워크들의 지리적으로 분포된 집단이다. LANs(local area networks)부터 WANs(wide area networks)까지의 영역에 걸친 유형들로서 컴퓨터 네트워크들의 많은 유형들이 이용가능하다. LAN은 상호연결된 스테이션들 간의 상대적으로 단거리 통신을 제공하는 서브네트워크의 예시인 반면, 광역통신망들(wide area networks)은 공적이거나 사적인 전기통신 시설들에 의해 제공되는 링크들을 사용하여 더 넓은 지리적 영역에 걸쳐 장거리 통신을 가능하게 한다. 노드들은 전형적으로 미리 정의된 프로토콜들에 따라 데이터의 개별 프레임이나 패킷들을 교환함으로써 통신한다. 이러한 맥락에서, 프로토콜은 노드들이 서로 어떻게 상호작용할 것인지를 정의하는 규칙들의 집합으로 이루어져 있다.

[0003] 컴퓨터 네트워크들은 각 네트워크의 실질적인 "사이즈"(effective "size")를 확장하기 위해서 라우터라고 불리는 중간 노드(intermediate node)에 의해 부가적으로 상호연결될 수 있다. 상호연결된 컴퓨터 네트워크들의 큰 시스템의 관리는 과중할 것이므로, 컴퓨터 네트워크들의 더 작은 그룹들이 라우팅 도메인들이나 자율 시스템들(autonomous systems)로서 유지될 수 있다. 자율적인 시스템 내의 네트워크들은 전형적으로 통상적인 인트라도메인 라우터들에 의해 함께 결합된다. 이러한 라우터들은 로컬 네트워크 간의 통신을 그들의 도메인들 내에서 관리하고 인트라도메인 라우팅 (또는 내부 게이트웨이) 프로토콜을 사용하여 서로 통신한다. 더 나아가, 전형적인 인터-도메인 네트워크들이 두 개의 중단점들(end points) 간에 다수의 경로들을 제공하기 때문에, 라우터들은 네트워크 중단들(network outages) 주위의 정보를 전형적으로 재라우팅한다. 예를 들어, D. Katz 등에 의한 2010년도 Request for comments(5880)에 서술된 BFD(Bidirectional Forwarding Detection)는 근접한 라우터와의 통신 실패를 감지하기 위해 라우터에 메커니즘을 제공한다.

[0004] 컴퓨터 네트워크의 두 개의 중단점들 간의 통신 성능을 측정하는 것이 가능하다. 능동적인 측정 프로토콜들은

이 성능을 측정하기 위한 메커니즘이다. 그러한 프로토콜의 예로 K. Hedayat 등에 의한 2008년도 RFC 5357에 서술된 TWAMP(Two-Way Active Measurement Protocol)가 있다. TWAMP는 딜레이, 지터, 패킷 손실률 및 연결성을 어떻게 측정하는지 정의한다. 용량을 측정하기 위해서 TWAMP를 확장하기 위한 그러한 프로토콜의 또 다른 예는 S. Bailargeon에 의한 2011년도 Value-Added Octets, Internet Engineering Task Force(IETF) Draft에 서술되어 있다.

### 발명의 내용

[0005] 본 발명의 실시예들은 네트워크에서 동작하는 네트워크 요소들(network elements)에서 수행되는 방법을 포함한다. 본 방법은 통신 성능 임계값들의 범위 밖에 있는 통신 성능 측정들에 반응하기 위한 것이다. 네트워크 요소는 각 종단점(endpoint)이 네트워크에 있는 통신의 포인트이고 적어도 제1 종단점은 네트워크 요소에 속하는, 제1 종단점과 제2 종단점 간의 통신 성능 측정을 생성한다. 네트워크 요소는 통신 성능 임계값을 검색하고 통신 성능 측정이 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는지 여부를 결정한다. 통신 성능 측정이 통신 성능 임계값의 범위 밖이라고 결정된 경우, 네트워크 요소는 통신 성능 측정 및 통신 성능 임계값과 연관된 트리거를 생성한다. 네트워크 요소는 등록된 핸들러가 생성된 트리거에 대한 반응으로 실행을 필요로 함을 나타내기 위하여 생성된 트리거와 연관된 등록된 핸들러를 검색하고, 등록된 핸들러를 실행한다.

### 도면의 간단한 설명

[0006] 본 발명은 다음의 서술 및 본 발명의 실시예들을 도시하기 위해서 사용되는 첨부된 도면들을 참조하여 가장 잘 이해될 수 있다.

도 1은 일 실시예에 따라 통신 성능 측정들에 대한 반응으로 트리거들을 생성하기 위한 예시적인 동작들을 도시하는 흐름도.

도 2는 일 실시예에 따라 트리거들에 대해 반응하기 위한 예시적인 동작들을 도시하는 흐름도.

도 3은 일 실시예에 따라 제2 네트워크와의 통신 성능을 측정하고 그러한 측정들에 대한 반응으로 트리거들을 생성하도록 설정된 제1 네트워크를 도시하는 블록도.

도 4는 일 실시예에 따라 통신 성능을 측정하고 그러한 측정들에 대한 반응으로 트리거들을 생성하도록 설정된 네트워크 요소를 도시하는 블록도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 다음의 서술에서, 다양한 명확한 세부사항들이 제시된다. 그러나, 본 발명의 실시예들이 이러한 명확한 세부사항들 없이도 실행될 수 있다는 점이 이해되어야 한다. 다른 경우들에서, 본 서술의 이해를 모호하게 하지 않도록 하기 위해 잘 알려진 회로들, 구조들 및 기술들을 구체적으로 나타내지 않았다. 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자들은 본 명세서에 포함된 기술들로 과도한 실험 없이 적절한 기능을 구현할 수 있을 것이다.

[0008] 본 명세서의 "일 실시예", "실시예", "예시적인 실시예" 등과 같은 언급은 서술된 실시예가 특정한 특징, 구조 또는 특성을 포함함을 나타내지만, 모든 실시예가 특정한 특징, 구조 또는 특성을 포함할 필요는 없다. 더욱이, 그러한 구절들은 반드시 동일한 실시예를 언급하는 것이 아니다. 더 나아가, 특정한 특징, 구조 또는 특성이 실시예와 연관되어 서술되어 있는 경우, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자의 상식 내에서 그러한 특징, 구조 또는 특성들을 다른 실시예들에 명시적으로 서술되었는지 여부와 관계없이 다른 실시예들과 연관하여 실행할 수 있다.

[0009] 다음의 서술과 청구항들에서, "결합된(coupled)" 및 "연결된(connected)"의 용어들은 그것들의 파생어들과 함께 사용될 수 있다. 이러한 용어들은 서로의 동의어들로 의도되지 않는다는 점이 이해되어야 한다. "결합된"은 서로 직접적으로 물리적이거나 전기적인 접촉을 하거나 하지 않을 수도 있는 두 개 이상의 요소들이 서로 협력하거나 상호작용하는 것을 나타내도록 사용된다. "연결된"은 서로 결합된 두 개 이상의 요소들 간 통신의 확립을 나타내기 위해 사용된다.

[0010] 본 명세서에 서술된 바와 같이, 명령어들(instructions)은, 특정한 동작들을 수행하도록 설정된 ASICs(application specific integrated circuits)와 같은 하드웨어를 의미하거나, 미리결정된 기능을 갖는 것, 또는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 구현되어 있는 메모리에 저장된 소프트웨어 명령어들을 의미할 수도 있다. 따라서, 도면들에 도시된 기술들은 하나 이상의 전자 디



바이스들(예를 들어, 엔드 스테이션(end station), 네트워크 요소)상에 저장되고 실행되는 코드와 데이터를 사용하여 구현될 수 있다. 그러한 전자 디바이스들은 코드 및 데이터를 저장하고 (네트워크를 통해서 다른 전자 디바이스들과 내부적으로 및/또는 함께) 통신할 수 있는데, 비일시적 컴퓨터-판독가능 매체들(예를 들어, 자기 디스크들, 광학 디스크들, 임의 추출 기억장치(random access memory), 판독 전용 기억장치(read only memory), 플래시 메모리 디바이스, 상-변화 기억장치(phase-change memory))와 같은 컴퓨터-판독가능 매체 및 일시적 컴퓨터-판독가능 통신 매체들(예를 들어, 전기적, 광학적, 음향학적 신호 또는 전파된 신호들의 다른 유형 - 예컨대 반송파(carrier waves), 적외선 신호들, 디지털 신호들 - )을 사용될 수 있다. 게다가, 그러한 전자 디바이스들은 전형적으로 하나 이상의 저장 디바이스들(비일시적 기계-판독가능 저장 매체들), 사용자 입력/출력 디바이스들(예를 들어, 키보드, 터치스크린, 및/또는 디스플레이), 및 네트워크 접속들과 같은, 하나 이상의 다른 컴포넌트들과 결합된 하나 이상의 프로세서들의 집합을 포함한다. 프로세서들의 집합과 다른 컴포넌트들의 결합은 전형적으로 하나 이상의 버스들 및 (버스 컨트롤러들이라고도 불리는) 브릿지들을 통해서 이루어진다. 따라서 주어진 전자 디바이스의 저장 디바이스는 해당 전자 디바이스의 하나 이상의 프로세서들의 집합에서의 실행을 위해 전형적으로 코드 및/또는 데이터를 저장한다. 물론, 본 발명의 실시예의 하나 이상의 부분들은 소프트웨어, 펌웨어, 및/또는 하드웨어의 상이한 조합들을 사용하여 구현될 수 있다.

[0011] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 네트워크 요소(예를 들어, 라우터, 스위치, 브릿지)는 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하고, 네트워크에서 통신에 관련해서 다른 장비를 상호연결하는 네트워킹 장비다. 몇몇 네트워크 요소들은 다수의 네트워킹 기능들(예를 들어, 라우팅, 브릿징, 스위칭, 제2 계층 취합, 세션 경계 제어(session border control), 서비스의 품질(Quality of Service), 및/또는 구독자 매니지먼트(subscriber management)) 및/또는 다수의 어플리케이션 서비스들(예를 들어, 데이터, 음성, 및 비디오)을 위한 지원을 제공하는 "다수의 서비스 네트워크 요소들"이다. 구독자 엔드 스테이션들(예를 들어, 서버들, 워크스테이션들, 휴대용 컴퓨터들, 넷북들, 팜탑들, 휴대폰들, 스마트폰들, 멀티미디어 폰들, VOIP(Voice Over Internet Protocol)폰들, 사용자 장비, 터미널들, 휴대용 미디어 플레이어들, GPS 유닛들, 게이밍 시스템들, 셋-톱 박스들)은 인터넷상에서 제공된 콘텐츠/서비스들 및/또는 인터넷에 오버레이된 가상 사설 네트워크들(VPNs; virtual private networks)에 제공된 콘텐츠/서비스들에 액세스한다. 콘텐츠 및/또는 서비스들은 전형적으로 서비스나 콘텐츠 제공자에 속하는 하나 이상의 엔드 스테이션들 또는 피어 투 피어 서비스에 참여하는 엔드 스테이션들에 의해 제공되고, 예를 들면 공공 웹페이지들(예를 들어, 무료 콘텐츠, 상점들(store fronts), 검색 서비스들), 사설 웹페이지들(예를 들어, 이메일 서비스들을 제공하는 사용자이름/암호로 액세스되는 웹페이지들), 및/또는 VPN들을 통한 회사 네트워크들을 포함할 수 있다. 전형적으로, 구독자 엔드 스테이션들은 다른 에지 네트워크 요소들 - 다른 엔드 스테이션(예를 들어, 서버 엔드 스테이션)에 결합됨 - 에 (예를 들어, 하나 이상의 코어 네트워크 요소들을 통하여) 결합된 에지 네트워크 요소들에 (예를 들어, 액세스 네트워크에 (유선 또는 무선으로) 결합되는 고객 구내 장비(customer premise equipment)를 통해) 결합된다.

[0012] 네트워크 요소들은 흔히 제어 평면(control plane)과 (가끔 포워딩 평면 또는 미디어 평면으로 언급되는) 데이터 평면(data plane)으로 분리된다. 이 경우, 네트워크 요소는 라우터이고(또는 라우팅 기능을 구현하고), 제어 평면은 전형적으로 어떻게 데이터(예를 들어, 패킷들)가 라우팅 될 것인지 결정하며(예를 들어, 데이터에 대하여 다음 홉(hop) 및 그 데이터에 대하여 출력(outgoing) 포트), 데이터 평면은 그 데이터를 전송하는 역할을 한다. 예를 들어, 제어 평면은 전형적으로 하나 이상의 라우팅 메트릭들에 기초하여 루트들을 교환하고 선택하기 위해 다른 네트워크 요소들과 통신하는 하나 이상의 라우팅 프로토콜들(예를 들어, BGP(Border Gateway Protocol), IGP(Interior Gateway Protocol(s); 예를 들어, OSPF(Open shortest Path First), 외부 게이트웨이 프로토콜(들)(Exterior Gateway Protocol(s)), 최단 경로 브릿징 프로토콜(Shortest Path Bridging Protocol), RIP(Routing Information Protocol), IS-IS(Intermediate System to Intermediate System)), LDP(Label distribution Protocol), RSVP(Resource Reservation Protocol))를 포함한다. 각 라우팅 프로토콜 또는 스위칭 프로토콜에 대하여, 어플리케이션을 라우팅하거나 스위칭하는, 제2 계층 또는 제3 계층은 해당 라우팅 또는 스위칭 프로토콜을 다루기 위해서 실행하고, 다른 라우팅 또는 스위칭 프로토콜들을 구현하기 위해서 어플리케이션들을 라우팅하거나 스위칭하는, 다른 제2 계층 또는 제3 계층이 사용될 수 있다. 나아가, 데이터 평면은 전형적으로 네트워크 요소로부터 다른 네트워크 요소들로 링크들을 제공하는 물리적 포트들을 제공하는 하나 이상의 라인 카드들을 포함한다. 몇몇 구성들에서, 다수의 라인 카드들 상의 다수의 포트들은 그 자체와 다른 라인 카드들 사이 및/또는 네트워크 요소 및 또 다른 대상 네트워크 요소, 즉 중단점 사이에 다수의 링크들을 제공한다. 다수의 중계 네트워크 요소들(intermediary network elements)이 네트워크 요소와 대상 네트워크 요소(destination network element) 간의 패킷들에 대하여 루트, 또는 경로를 제공하고, 두 링크들은 그 중 몇몇이 오버랩될 수 있는 루트들을 분리하기 위해서 대상 네트워크 요소에 제공하는 것이 흔히 있는 일이다.

- [0013] 도 1은 일 실시예에 따라 통신 성능 측정들에 반응하여 트리거들을 생성하기 위한 예시적인 동작들을 도시하는 흐름도이다. 동작들의 사이클러에서, 흐름은 동작(100)에서 시작되고, 그 자신과 종단점 간의 통신 성능 측정을 생성하는 네트워크 요소에 있는 성능 모니터에 의한다. 따라서, 네트워크 요소는 제1 종단점(예를 들어, 소스 라인 카드 또는 네트워크 요소)과 제2 종단점(예를 들어, 대상 라인 카드 또는 제2 네트워크 요소) 간의 통신 성능 측정을 생성한다. 통신 성능 측정은 TWAMP 또는 TWAMP 부가-가치 옥텟 표준들(Value-Added Octets standards)에 따라 이루어진다. 상응하는 표준들에 서술된 바와 같이, 네트워크 요소는 통신 성능이 측정될 수 있도록 허용하는 메트릭들(metrics)을 제공하는 데이터를 포함하는 소스 테스트 패킷을 생성한다. 종단점이 소스 테스트 패킷을 받으면, 종단점은 네트워크 요소로 되돌려 통신하는 응답 테스트 패킷을 생성한다. 소스 테스트 패킷 내에 포함된 데이터 및 응답 테스트 패킷으로부터의 데이터의 내용을 사용하여, 성능 모니터는 통신 성능 측정을 생성할 수 있다. 흐름은 동작(110)에서 성능 모니터가 종단점으로서의 링크와 연관된 하나 이상의 통신 성능 임계값들의 집합을 검색하며 계속된다.
- [0014] 흐름은 동작(120)에서 성능 모니터가 하나 이상의 통신 성능 임계값의 집합에 있는 각 통신 성능 임계값에 대해 반복하며 계속된다. 일단 집합에 있는 모든 통신 성능 임계값들이 처리되면, 동작은 140에서 종료한다. 통신 성능 임계값들이 더 처리될 필요가 있으면, 해당 흐름은 동작(130)에서 성능 모니터가 통신 성능 측정이 처리되는 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는지 여부를 결정하며 계속된다. 통신 성능 측정이 통신 성능 임계값 범위 내에 있으면, 프로세싱은 동작(120)에서 다음 통신 성능 임계값에 대해 반복하는 것을 계속한다. 통신 성능 측정이 통신 성능 임계값 범위 밖에 있으면, 프로세싱은 통신 성능 측정 및 통신 성능 임계값과 연관된 트리거를 동작(135)에서 생성하며 계속된다.
- [0015] 일 실시예에서, 네트워크 요소들은 트리거 유형 및 관련된 정보에 기초하여 적절한 액션들을 유도하는 트리거를 도입(introduce)하기 위해서 성능 측정들을 이용한다. 예를 들어, 네트워크 요소는 성능 측정들을 사용하여 네트워크 이슈들을 결정하고 또 다른 종단점으로서의 대체 경로(alternative path)를 선택하는 트리거를 도입한다. 구체적으로, 네트워크 요소는 TWAMP 또는 TWAMP 부가-가치 옥텟들을 이용하여 현재 경로 또는 종단점으로서의 링크가 지정된 통신 성능 임계값들을 충족하지 않고 있는지 결정할 수 있다. 네트워크 요소는 TWAMP로부터의 기술들을 이용하여 딜레이, 지터(jitter), 패킷-손실률, 및 연결성(connectivity)과 같은 종단점으로서의 다양한 메트릭들을 측정할 수 있고 더 나아가 TWAMP 부가-가치 옥텟들로부터의 기술들을 이용하여 용량을 측정할 수 있다. 네트워크 요소의 오퍼레이터는 네트워크 요소와 종단점 간의 통신 성능 임계값들을 명확히 승인할 수 있다. 이러한 임계값들은 측정된 성능이 임계값의 범위 밖이면 다루어져야 하는 최소 및 최대 성능 임계값들을 정의할 수 있다. 오퍼레이터는 오퍼레이터들의 네트워크에서의 경험, 해당 종단점에 따라 지정된 SLA(service level agreement), 10Mbps, 100Mbps, 또는 1000Mbps와 같은 링크의 속도, 또는 통신 성능 임계값들을 정의하는 몇몇 다른 방법에 기초하여 통신 성능 임계값들을 정의할 수 있다.
- [0016] 측정이 임계값의 범위 밖에 있는 것에 반응하여, 네트워크 요소는 그러한 대체 경로가 존재하는 경우 해당 종단점으로서의 대체 경로 또는 링크를 선택한다. 대체 경로 또는 링크는 그러한 임계값들 내의 범위에 있어야 한다. 대체 경로는 IP(internet protocol) 네트워크에서 해당 종단점으로서의 트래픽에 대해 이전에 사용되었던 것과는 상이한 다음 홉을 이용하여 지정되거나, 해당 종단점으로서의 트래픽에 대한 규칙 테이블(rule table)로부터의 새로운 규칙과 연관지음으로써 지정될 수 있고, 그렇게 함으로써 MPLS(Multiprotocol label Switching) 네트워크에서 해당 트래픽으로서의 새로운 MPLS LSP(Label Switched path)를 이용한다.
- [0017] 일 실시예에서, 통신 성능 임계값들이 범위라고 가정하는 것은 최소 임계값 B1이 최대 임계값 B2보다 작아야 하는 통신 성능 측정 Bm보다 작아야 한다는 것으로 정의되고, 따라서 이 관계는  $B1 < Bm < B2$ 로 표현될 수 있다. Bm이 더 낮은 값 B1에 접근함에 따라, 이것은 네트워크 요소와 종단점 간의 링크가 정체되었거나 수용될 수 없는 임계값 포인트에 도달했음을, 즉 네트워크 성능이 그 경로에 따라 저하되고 있음을 나타낸다. Bm이 더 높은 값 B2에 접근함에 따라, 이것은 네트워크 요소와 종단점 간의 링크가 불충분 이용됨을 나타낸다. 불충분 이용의 표시는 네트워크 요소와 종단점이 동일한 물리적 또는 논리적 링크를 공유하고 있기 때문에 발생할 수 있다.  $Bm < B1$  이면, 네트워크 요소는 트리거 Tb1을 생성할 것이고, 그렇지 않고  $Bm > B2$  이면, 트리거 Tb2를 생성할 것이다.
- [0018] Tb1은 이용가능하고 B1 및 더 높은 대역폭을 제공하도록 설정된, 네트워크 요소와 종단점 간의 대체 경로들을, 프로세싱 모듈이 찾아야 한다는 것을 나타낸다. 만약 그러한 대체 경로가 이용가능하면 프로세싱 모듈(MPLS 또는 라우팅 시스템)은 선택된 새로운 경로로 그 경로를 바꿀 것이다. 만약 Tb2가 생성되면 라우팅 프로토콜의 로컬 정책(local policy)은 그 상황을 어떻게 다룰 것인지 결정할 것이다. 예를 들어, 라우팅 시스템은 연결된 링크의 정확한 이용을 위해 소스 주소, 대상 주소, 포트 및 서술에 의해 지정된 두 개의 흐름을 동일한 경로로

취합하도록 판단할 수 있다.

- [0019] 또 다른 실시예에서, 통신 성능 임계값은 딜레이, 지터, 패킷-손실률, 처리량(throughput), 또는 연결성(connectivity)일 수 있다. 이는 TWAMP 측정들을 사용하여 IP 성능 구현을 참작한다. 구현은 연관된 통신 성능 임계값들과 상이한 측정 파라미터들(딜레이, 지터, 패킷-손실률, 처리량 또는 연결성)에 대한 통신 성능 측정을 읽는다. 측정이 임계값들의 범위를 벗어나면, 적절한 트리거가 생성되고 성능 모니터링 모듈에 등록된 적절한 모듈이 그 트리거에 기초하여 정보를 제공받는다. 등록된 모듈은, 로컬 정책들을 사용하여 트리거에 대한 반응으로 식별된 임계값 내로 통신 성능 측정을 가져오기 위한 적절한 대안 루트를 선택하는 것과 같은 액션들을 개시할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시예들을 참조로 서술된 기술들은 설정 모듈들을 트리거의 통지(notification)에 등록하도록 설정함에 의해 변화하는 네트워크 상태들에 따라 네트워크 요소가 반응하도록 오퍼레이터가 설정할 수 있게 허용한다. 예를 들어, MPLS-TP OAM(MPLS Transport Profile Operations, Administration, and Maintenance) 어플리케이션들; MPLS-TE(MPLS Traffic Engineering) 어플리케이션들; BGP-TE(Border Gateway Protocol Traffic Engineering) 어플리케이션들; 및 OSPF-TE(Open Shortest Path First Traffic Engineering) 어플리케이션들이 변화하는 네트워크 상태들에 반응하도록 할 수 있다. 나아가, 이러한 기술들은 라이브 네트워크 또는 사전-배치된 네트워크(pre-deployment network) 테스트에 있는 문제 상황들의 빠른 감지를 허용하여 네트워크 설계가 딜레이, 지터를 핸들링 할 수 있고, 또는 구현 프로토콜들과 설계들으로써 패킷 손실을 핸들링할 수 있음을 보장한다. 본 발명의 실시예들에 의해 서술된 기술들은 다른 라우팅 어플리케이션들 및 다른 네트워크 어플리케이션들과 함께 사용될 수 있다는 것이 당해 기술 분야에서 통상의 지식의 가진 자에게 자명할 것이다.
- [0021] 도 2는 일 실시예에 따라 트리거들에 대해 반응하기 위한 예시적인 동작들을 도시하는 흐름도이다. 동작들의 사이클러에서, 해당 흐름은 동작(200)에서 도 1에 따라 생성된 트리거와 같은 생성된 트리거를 수신하며 네트워크 요소에 있는 트리거 핸들링 모듈로 시작한다. 해당 흐름은 동작(210)에서 계속되는데, 생성된 핸들러에 등록된 하나 이상의 핸들러의 집합을 트리거 핸들링 모듈로 검색하며 시작한다. 다양한 라우팅 어플리케이션들, 트래픽 엔지니어링 어플리케이션들, 또는 관리(administration) 어플리케이션들은 트리거와 연관되어 등록될 것이다. 예를 들어, 라우팅 어플리케이션은 최소 임계값 상황 아래의 대역폭에서 생성된 트리거와 연관되어 등록될 것이다. 또 다른 실시예에서, 트리거는 상응하는 트리거에 등록된 어플리케이션들로 직접적으로 보내진다.
- [0022] 동작(220)에서, 해당 흐름은 하나 이상의 등록된 핸들러들의 각 집합에 대해서 반복한다. 집합에 있는 모든 등록된 핸들러들이 처리되면, 해당 흐름은 동작(280)에서 종료한다. 처리될 필요가 있는 등록된 핸들러들이 더 있는 동안, 해당 흐름은 등록된 핸들러가 실행되는 동작(230)으로 가서 계속된다. 등록된 핸들러의 실행의 일부로서, 트리거들에 관한 다양한 세부사항들이 등록된 핸들러로 넘어가거나, 대안적으로 트리거 자체가 등록된 핸들러로 넘어간다. 이러한 세부사항들은 등록된 핸들러가 트리거의 생성을 야기하는 네트워크 상태들에 반응하는 것을 허용하도록 그것에 정보를 제공한다. 동작(230)부터, 해당 흐름은 하나 이상의 등록된 핸들러들의 집합을 반복하며 동작(220)으로 되돌아가 계속된다.
- [0023] 도 2는 등록된 핸들러에 의해 실행될 수 있는 동작들의 예시적인 집합들을 도시한다. 이러한 단계들은 선택적이며 동작(230)에 잇달아 점선들 안에 도시된다. 또 다른 예시적인 동작들의 집합이 동작(250-251)인 반면, 예시적인 동작들의 하나의 집합은 동작(240-242)이다.
- [0024] 하나의 등록된 핸들러에서, 트리거가 네트워크 요소와 종단점 간의 링크가 불충분 이용됨을 나타내며 생성되었다. 도 1을 서술하는 데 사용된 표기를 참조하면, 예상되는 통신 성능 임계값  $B_2$ 보다 더 큰 대역폭이 이용가능(more bandwidth available)한 것으로, 통신 성능 측정  $B_m$ 이 나타났기 때문에, 즉  $B_m > B_2$  이므로 트리거  $Tb_2$ 가 생성되었다. 동작(240)에서, 등록된 핸들러는 해당 종단점으로서의 불충분 이용되는 링크와 연관된 제1 트래픽 흐름을 해당 종단점으로서의 또 다른 링크와 연관된 제2 트래픽 흐름과 취합한다. 이는 불충분 이용되는 링크가 다른 트래픽 흐름들을 위해 용도가 변경되는 것을 허용한다. 이는 라우팅 어플리케이션과 같은 등록된 핸들러가 이용가능한 대역폭과 같은 현재의 네트워크 성능을 알도록 허용할 수 있다.
- [0025] 또 다른 등록된 핸들러에서, 네트워크 요소와 종단점 간의 링크가 정체되었음(congested)을 나타내는 트리거가 생성되었다. 도 1을 서술하는데 사용된 표기를 참조하면, 예상된 통신 성능 임계값  $B_1$ 보다 더 작은 대역폭이 이용가능하다는 것으로 통신 성능 측정  $B_m$ 이 나타났기 때문에, 즉  $B_m < B_1$  이므로 트리거  $Tb_1$ 이 생성된다. 동작(250)에서, 등록된 핸들러는 정체된 링크와 연관된 트래픽 흐름을 재라우팅하도록 야기되어야 하는 하나 이상의 루트 업데이트들을 결정한다. 해당 흐름은 동작(251)에서 라우팅 정보 베이스(routing information base)로 업데이트된 루트를 적용하며 계속된다. 예를 들어, 해당 종단점으로 예정된 트래픽과 연관된 루트는 해당 종단



점으로의 대체 경로와 연관된 다음 홉에 맞게 변경될 수 있다.

- [0026] 또 다른 실시예에서, 상이한 MPLS LSP가 그 종단점으로 예정된 트래픽을 위해 지정될 수 있다. 이러한 기술들은 MPLS-TP OAM이 설정된 통신 성능 임계값과 근접한 용량 레벨을 가진 MPLS LSP로 전환(switch)될 수 있는 능력을 가졌을 때, 또는 MPLS-TE가 실행되었을 때 MPLS LSP의 서비스 보장(Service Assurance)을 제공할 수 있다. 대체 MPLS LSP는 트리거의 세부사항들, 통신 성능 측정, 및 정해진 링크의 링크-아이디를 사용하여 결정될 수 있다.
- [0027] 도 3은 일 실시예에 따라 제2 네트워크 요소와 함께 통신 성능을 측정하고 그러한 측정들에 반응하여 트리거들을 생성하도록 설정된 제1 네트워크 요소를 도시하는 블록도이다. 도 3에서 제1 네트워크 요소(300)는 종단점인 제2 네트워크 요소(330)와 네트워크(320)를 통해 결합된다. 네트워크(320)는 인트라-도메인 네트워크 또는 인터-도메인 네트워크, 예를 들면 인터넷과 같은 임의의 통신 네트워크일 수 있다. 더 나아가, 제1 네트워크 요소와 제2 네트워크 요소가 IPPM(IP Performance Metric) 테스트 패킷들과 같은 통신 성능 테스트 패킷들을 교환할 수 있다면 네트워크(320) 내에 있는, 도시되지 않은 다양한 노드들에 의해 사용되는 통신 프로토콜들은 관련 있지 않다.
- [0028] 제1 네트워크 요소(300)는 통신 성능 테스트 패킷들을 발송하도록 설정된 IPPM 송신 모듈(302)을 포함한다. 제1 네트워크 요소는 통신 성능 테스트 패킷들에 반응하도록 설정된 점선으로 표시된 선택적(optional) IPPM 응답 모듈(304)과 함께 부가적으로 도시되어 있다. 제2 네트워크 요소(330)는 적어도 제1 네트워크 요소(300)로부터의 IPPM 테스트 패킷들에 반응하도록 설정된, 유사한 IPPM 응답 모듈(334)을 포함한다. IPPM 응답 모듈(334)은 전형적으로 도 3에 도시되지 않은 다른 네트워크 요소들로부터의 다른 IPPM 테스트 패킷들에 반응하도록 설정된다. 제1 네트워크 요소(300)는 IPPM 테스트 매니저 모듈(305)과 IPPM 트리거 핸들러 모듈(308)을 더 포함한다.
- [0029] IPPM 테스트 매니저 모듈(305)이 제2 네트워크 요소(330)와의 통신 성능 측정을 결정해야 하기 때문에, 그것은 IPPM 송신 모듈(302)에게 IPPM 테스트 패킷을 제2 네트워크 요소(330)로 송신하라는 명령을 내린다. 예를 들어, 도 3은 네트워크(320)를 통해 제1 네트워크 요소(300)로부터 제2 네트워크 요소(330)로 이동하는 IPPM 테스트 패킷(310A)을 도시한다. IPPM 테스트 매니저 모듈(305)이 그것이 송신한 IPPM 테스트 패킷들에 대한 반응으로 IPPM 테스트 패킷(310B)과 같은 IPPM 테스트 패킷을 수신하는 대로, IPPM 테스트 매니저 모듈(305)은 통신 성능 측정들을 생성하고 그것을 해당 통신 성능 측정에 대하여 IPPM 테스트 매니저 모듈(305)에서 정의된 하나 이상의 통신 성능 임계값들과 비교한다. 일 실시예에서, IPPM 테스트 매니저 모듈(305)은 네트워크 요소(330)와 같은 하나 이상의 종단점들과 제1 네트워크 요소(300) 간의 하나 이상의 링크들에 상응하는 통신 성능 임계값들을 포함하는, 점선으로 표시된 IPPM 모니터 모듈(306)을 포함한다.
- [0030] 위에서 서술된 바와 같이, 통신 성능 측정이 대응하는 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있으면, IPPM 테스트 매니저 모듈(305)은 통신 성능 측정과 연관된 링크와 연관되어 있는 트리거를 생성한다. 생성된 트리거는 통신 성능 임계값과 통신 성능 측정에 더 연관된다. 일 실시예에서, IPPM 테스트 매니저 모듈(305)은 상응하는 통신 성능 임계값들의 범위 밖인 통신 성능 측정에 대한 반응으로 적절한 트리거를 생성하는, 점선으로 표시된 IPPM 트리거 모듈(307)을 포함한다.
- [0031] 네트워크 요소(300)의 설정 동안, 라우팅 어플리케이션들, 트래픽 엔지니어링 어플리케이션들, 및 관리 어플리케이션(administration application)과 같은 다양한 어플리케이션들은 생성된 트리거들에 등록한다. 일 실시예에서, IPPM 테스트 매니저 모듈(305)은 생성된 트리거들을 그 트리거들에 등록한 어플리케이션들로 보낸다. 도 3에 도시된 실시예에서, 네트워크 요소(300)는 생성된 트리거들에 반응하기 위한 다양한 어플리케이션들에 의해 등록된 기능들을 호출하는 IPPM 트리거 핸들러 모듈(308)을 포함한다. 어느 경우든, IPPM 테스트 매니저 모듈(305)에 의해 트리거가 생성됨에 따라 하나 이상의 액션이 그 트리거에 반응하기 위해 호출된다.
- [0032] 도 4는 하나의 실시예에 따라 통신 성능을 측정하고 그러한 측정들에 대한 반응으로 트리거들을 생성하도록 설정된 네트워크 요소를 도시하는 블록도이다. 네트워크 요소(400)은 복수의 라인 카드들(440A-440N)과 결합된 제어 카드(420)와 결합되는 설정 매니지먼트 모듈(410)을 포함한다.
- [0033] 설정 매니지먼트 모듈(410)은 네트워크 요소(400)를 설정하기 위해 인터페이스를 제공한다. 또 다른 실시예에서 인터페이스는 웹 포털을 통하여 제공되는 그래픽 사용자 인터페이스(graphical user interface)인 반면, 일 실시예에서는, 인터페이스는 매니지먼트 포트를 경유하여 관리자에게 제공되는 커맨드 라인 인터페이스이다. 여전히 다른 적합한 관리 인터페이스들이 유사한 기능들을 달성하기 위해서 이용될 수 있다. 인터페이스는 관리자가 네트워크 요소(400)에서 실행되는 어플리케이션들을 그 임계값들에 대한 반응으로 생성된 트리거들에 등

록하도록 설정하고 통신 성능 임계값들을 설정하는 것을 허용한다. 더 이상의 실시예들은 통신 성능 임계값들의 설정 및 그 임계값들에 기초한 트리거들의 등록을 자동화하기 위하여 매커니즘들을 준비한다. 이 경우, 설정 매니지먼트 모듈(410)은 관리자가 자동화된 설정들을 보는 것 및/또는 변경하는 것을 허용한다. 설정 매니지먼트 모듈(410)은 관리자가 통신 성능 임계값들의 제거 및/또는 설정된 통신 성능 임계값들과 연관된 트리거들에 대한 어플리케이션들의 등록의 제거를 할 수 있도록 허용하는 메커니즘을 제공한다. 설정 매니지먼트 모듈(410)은 임계값들을 적용하고 제어 카드(420)에 있는 모듈들로의 트리거 등록들은 제어 카드가 설정된 임계값들의 범위 밖에 있는 네트워크 환경들(network conditions)에 반응하도록 허용한다.

[0034] 제어 카드(420)는 하나 이상의 라우팅 프로토콜 모듈들(422A-N)의 집합과 결합된 IPPM 트리거 모듈(426)과 결합되는 IPPM 모니터 모듈(424)을 포함한다. IPPM 모니터 모듈(424)은 통신 성능 측정을 개시하고 통신 성능 측정들을 하나 이상의 통신 성능 임계값들과 비교하는 역할을 한다. 일 실시예에서, IPPM 모니터 모듈(424)은 네트워크 요소(400)와 하나 이상의 중단점들 간의 이용가능한 대역폭에 상응하는 통신 성능 측정들을 생성하도록 설정된 용량 측정 모듈(425)을 더 포함한다.

[0035] IPPM 모니터 모듈(424)은 네트워크 요소(400)의 동작 동안 모니터링 되어야 하는 설정 매니지먼트 모듈(420)로부터 통신 성능 임계값들의 집합을 수신한다. 더 나아가, IPPM 트리거 모듈(426)은 하나 이상의 어플리케이션들 또는 설정 매니지먼트 모듈(410) 중 어느 하나로부터 등록을 수신한다. 예를 들어, 일 실시예에서는 하나 이상의 라우팅 프로토콜 모듈들(422A-N)의 집합 중 하나는 라우팅 프로토콜 모듈이 제공하는 라우팅 프로토콜을 사용하여 링크와 관련된 통신 성능 임계값들의 범위 밖에 있는 통신 성능 측정과 관련된 모든 트리거들을 등록할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 설정 매니지먼트 모듈(410)은 각각의 상응하는 어플리케이션이 어떤 트리거들을 수신해야 하는지에 대한 지시를 제공한다.

[0036] 통신 성능 측정이 설정된 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는 것에 대한 반응으로, IPPM 트리거 모듈(426)은 그 통신 성능 임계값과 상응하는 트리거를 생성한다. 일 실시예에서, 하나 이상의 라우팅 프로토콜 모듈들(422A-N)에서 실행되는 라우팅 프로토콜과 같은, 상응하는 어플리케이션들의 집합의 각각은 생성된 트리거와 상응하거나 트리거 자체와 상응하는 정보를 제공받으며, 트리거에 반응하는 것은 이러한 어플리케이션들에게 달렸다. 또 다른 실시예에서, 명확한 트리거에 반응하려 하는 각각의 어플리케이션은 그 트리거에 대한 IPPM 트리거 모듈(426)에 핸들러를 등록한다. 그러면, 트리거의 생성시, 각각의 등록된 핸들러는 트리거에 상응하는 정보로 실행된다. 이러한 방식으로, 다양한 어플리케이션들이 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는 동일한 통신 성능 측정에 대하여 모두 반응할 수 있다.

[0037] 복수의 라인 카드들(440A-440N)의 각각은 네트워크 요소(400)를 하나 이상의 다른 네트워크 요소들(400)과 결합시키는 하나 이상의 유입/유출 포트들(ingress/egress ports)(441A-441N)의 집합을 포함한다. 복수의 라인 카드들(440A-440N)의 각각은 IPPM 응답 모듈(445A-445N)과 더 결합된 IPPM 타임-스탬핑 모듈(447A-447N)과 결합하는 IPPM 송신 모듈(443A-443N)을 더 포함한다.

[0038] IPPM 모니터 모듈(424)로부터의 통신 성능 측정의 개시에 대한 반응으로, 테스트되는 링크에 상응하는 라인 카드에 있는 IPPM 송신 모듈(443A-443N)은, 동일한 라인 카드에 있는 IPPM 타임-스탬핑 모듈(447A-447N)로부터의 IPPM 타임-스탬프들을 포함하는 IPPM 테스트 패킷을 생성한다. IPPM 테스트 패킷은 동일한 라인 카드상에 있는 하나 이상의 유입/유출 포트들(441A-441N)의 집합에서 송신된다. 사용되는 하나 이상의 유입/유출 포트들(441A-441N)의 집합 중 하나는 네트워크 요소를 IPPM 테스트 패킷과 연관된 중단점과 결합시키는 링크에 기초한다. 지정된 중단점으로부터 IPPM 응답 테스트 패킷을 수신하는 것에 대한 반응으로, IPPM 모니터 모듈(424)은 IPPM 응답 테스트 패킷 또는 그 패킷 내에 포함된 정보를 받아 통신 성능 측정을 생성할 수 있도록 한다.

[0039] 네트워크 요소(400)에서 또 다른 네트워크 요소로부터 IPPM 테스트 패킷을 수신하는 것에 대한 반응으로, IPPM 응답 모듈(445A-445N)은 IPPM 응답 테스트 패킷을 생성한다. IPPM 테스트 패킷이 수신되는 라인 카드(440A-440N)에 있는 IPPM 응답 모듈(445A-445N)은 상응하는 IPPM 타임-스탬핑 모듈(447A-447N)에 의해 제공된 타임스탬프를 포함하는 IPPM 응답 테스트 패킷을 생성한다.

[0040] 통신 성능 임계값의 범위 밖에 있는 통신 성능 측정에 대한 어플리케이션의 예시적인 반응은 도 4를 참조하여 서술될 수 있다. 일 예로서, 라우팅 프로토콜 모듈(422A)은 네트워크 요소(400)와 또 다른 중단점 간의 대역폭이 SLA에서 정의된 양에 미치지 않음을 나타내는 트리거에 상응하는 핸들러를 등록한 OSPF 라우팅 모듈일 수 있다. 그 트리거가 생성되면, SLA에서 정의된 대역폭을 제공할 수 있는 네트워크 요소(400)로부터 중단점으로서의 대체 경로를 찾는 기능을 실행한다. 만약 대체 경로가 발견되면, OSPF 라우팅 모듈은 그것의 라우팅 정보 베이스(들)를 네트워크 요소(400)와 중단점 간의 명확한 새로운 경로로 업데이트한다. 위에서 서술된 바와 같이,

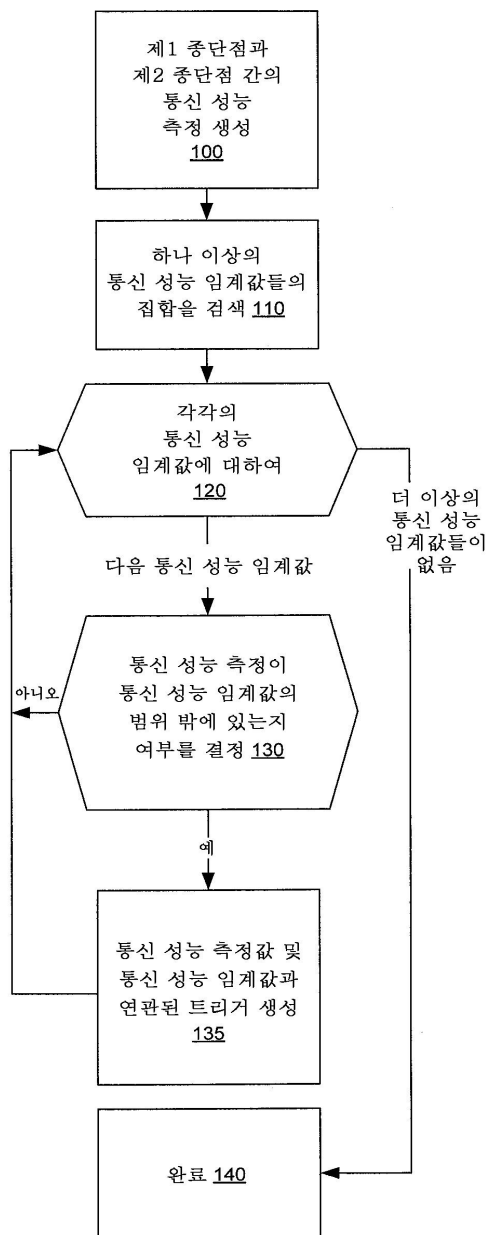
많은 상이한 유형의 어플리케이션들 및/또는 프로토콜들은 트리거에 등록할 수 있고 따라서 각각의 어플리케이션 및/또는 프로토콜은 그 트리거의 생성에 반응할 수 있다.

[0041] 도면들에 있는 흐름도들은 본 발명의 일부 실시예들에 의해 수행되는 동작들의 특정 순서를 도시하지만, 그러한 순서는 예시적임(예를 들어, 대체 실시예들은 상이한 순서로 동작들을 수행, 일부 동작들을 조합, 일부 동작들을 오버랩 등을 할 수 있음)이 이해되어야 한다.

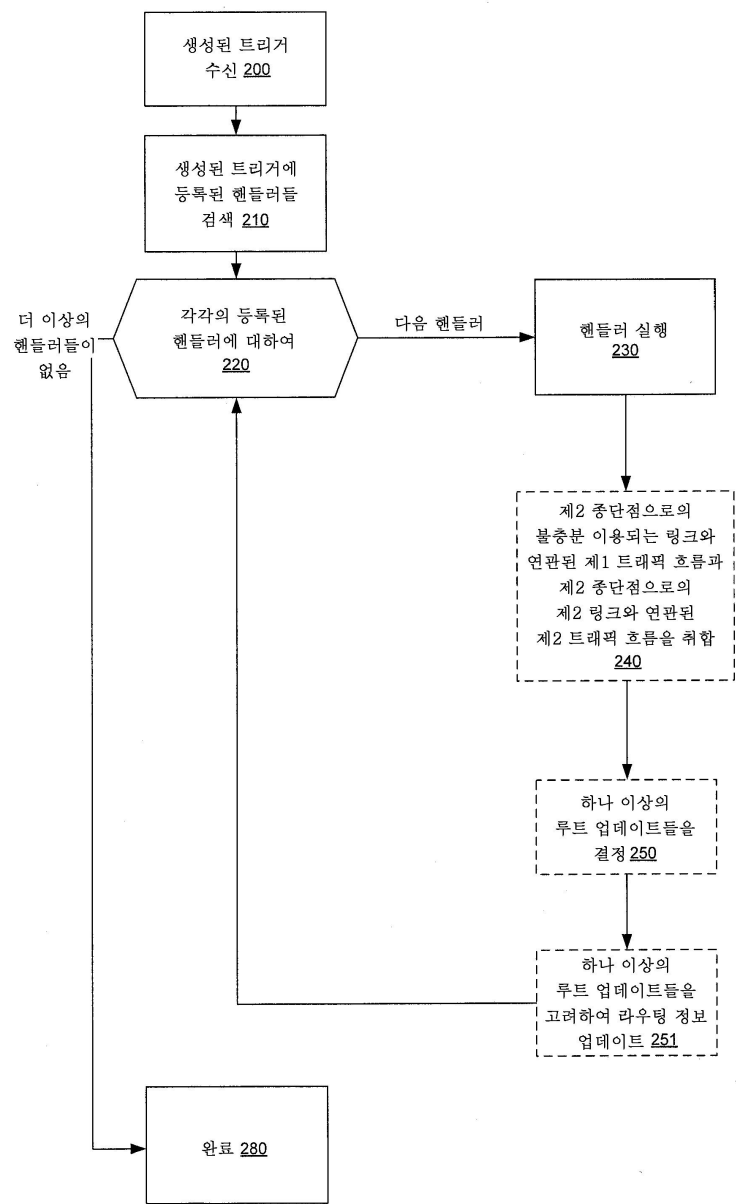
[0042] 본 발명이 몇몇의 실시예들의 측면에서 서술되었지만, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자들은 본 발명은 서술된 실시예들에 의해 제한되지 않음을 인식할 것이고 첨부된 청구항들의 의미와 범위 내에서 변경과 개조를 하여 실행될 수 있다. 따라서 본 서술은 제한하는 것 대신 실례로 평가되어야 한다.

## 도면

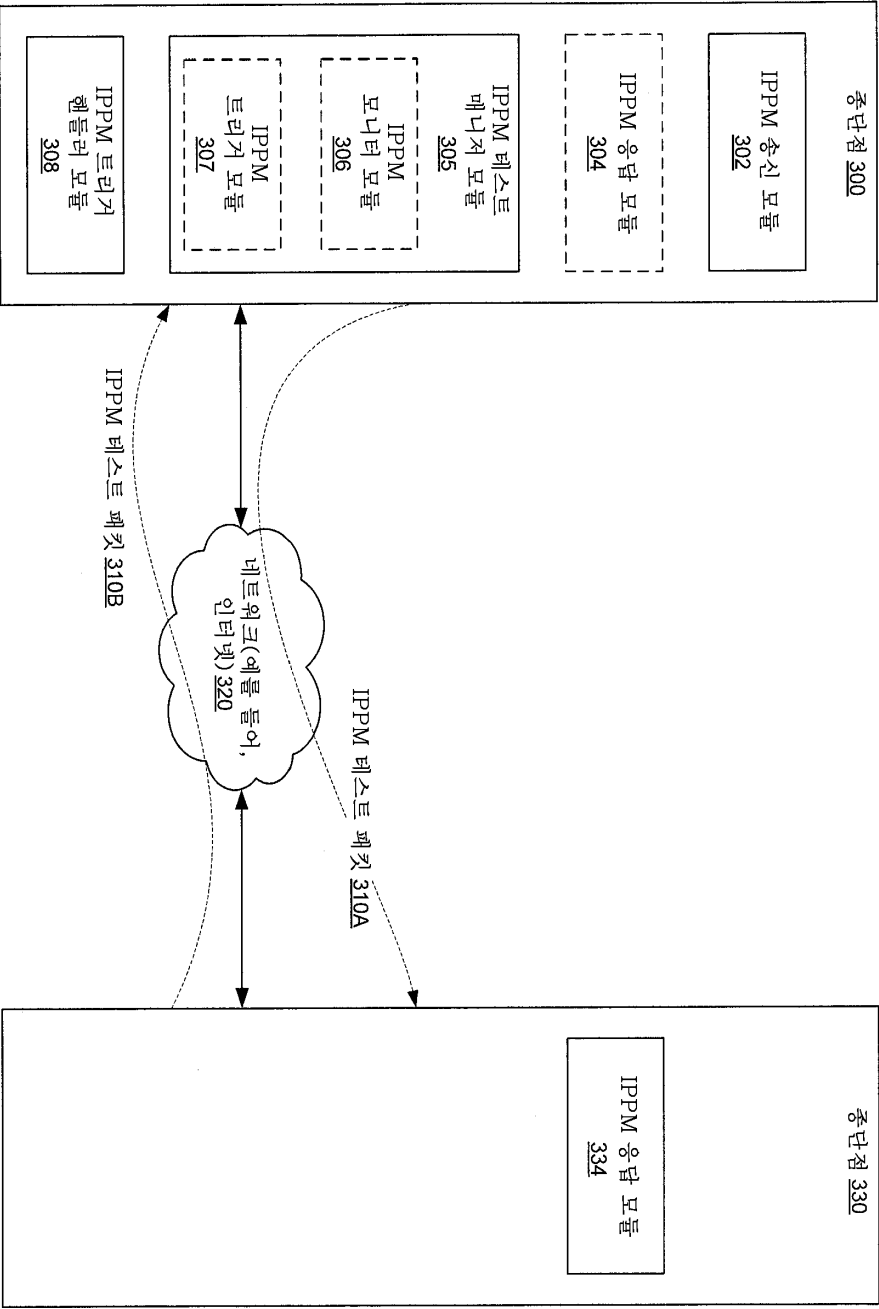
### 도면1



도면2



도면3





도면4

