



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0038526
(43) 공개일자 2020년04월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04L 12/841 (2013.01) H04L 12/24 (2006.01) H04L 12/26 (2006.01) H04L 12/801 (2013.01)	(71) 출원인 후아웨이 테크놀로지 컴퍼니 리미티드 중국 518129 광둥성 셴젠 롱강 디스트릭트 반티안 후아웨이 어드미니스트레이션 빌딩
(52) CPC특허분류 H04L 47/283 (2013.01) H04L 41/0631 (2013.01)	(72) 발명자 장 시취안 중국 518129 광둥성 셴젠 롱강 디스트릭트 반티안 후아웨이 어드미니스트레이션 빌딩
(21) 출원번호 10-2020-7007809	(73) 출원인 중국 518129 광둥성 셴젠 롱강 디스트릭트 반티안 후아웨이 어드미니스트레이션 빌딩
(22) 출원일자(국제) 2018년02월07일 심사청구일자 2020년03월17일	(74) 대리인 유미특허법인
(85) 번역문제출일자 2020년03월17일	
(86) 국제출원번호 PCT/CN2018/075612	
(87) 국제공개번호 WO 2019/037394 국제공개일자 2019년02월28일	
(30) 우선권주장 201710724352.5 2017년08월22일 중국(CN)	

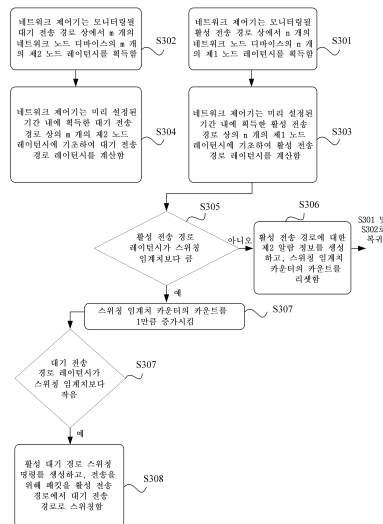
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 지연 기반 전송 경로 제어 방법, 네트워크 제어기 및 시스템

(57) 요약

본 출원에서 제공되는 지연 기반 전송 경로 제어 방법, 디바이스 및 시스템은, 주 전송 경로 및 대기 전송 경로 상에서 각각의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 지연 및 각각의 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크 레이턴시를 획득하고, 각각의 디바이스 지연 및 링크 레이턴시에 기초하여 계산을 수행하여, 주 전송 경로 레이턴시 및 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하고; 이후, 주 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크고 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은 조건에서, 지연 결정 스위칭 메커니즘에 기초하여 주/대기 경로 스위칭 명령을 생성하고, 주/대기 경로 스위칭 명령에 기초하여 전송을 위해 메시지를 주 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭한다. 따라서, 지연에 민감한 서비스의 전송 경로가 보호되고, 지연에 대한 서비스 전송 경로의 서비스 요구조건이 보장된다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H04L 41/0663 (2013.01)

H04L 41/0681 (2013.01)

H04L 41/083 (2013.01)

H04L 43/0852 (2013.01)

H04L 43/16 (2013.01)

H04L 47/29 (2013.01)

(72) 발명자

웨이 자홍

중국 518129 광둥성 셴젠 룡강 디스트릭트 반티안
후아웨이 어드미니스트레이션 빌딩

쉬 홍

중국 518129 광둥성 셴젠 룡강 디스트릭트 반티안
후아웨이 어드미니스트레이션 빌딩

명세서

청구범위

청구항 1

레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법으로서,

상기 전송 경로 제어 방법은,

네트워크 제어기에 의해, 모니터링될 활성 전송 경로(active transmission path) 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로(standby transmission path) 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하는 단계 - 여기서, 상기 제1 노드 레이턴시는, 상기 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 상기 제1 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, 상기 제2 노드 레이턴시는, 상기 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 상기 제2 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, 상기 n 개의 네트워크 노드 디바이스는 상기 제1 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, 상기 m 개의 네트워크 노드 디바이스는 상기 제2 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, n은 2 이상이고, m은 2 이상임 -;

상기 네트워크 제어기에 의해, 미리 설정된 기간 내에 획득한 상기 활성 전송 경로 상의 상기 n 개의 제1 노드 레이턴시에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시를 계산하는 단계 - 여기서, 상기 활성 전송 경로 레이턴시는, 서비스 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷이 전송되는 경우, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 상기 제1 타깃 레이턴시 신뢰도는, 상기 서비스 데이터 흐름의 패킷이 상기 활성 전송 경로 상에서 상기 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용됨 -;

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 미리 설정된 기간 내에 획득한 상기 대기 전송 경로 상의 상기 m 개의 제2 노드 레이턴시에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시를 계산하는 단계 - 여기서, 상기 대기 전송 경로 레이턴시는, 검출 패킷이 전송된 경우, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 상기 제2 타깃 레이턴시 신뢰도는, 상기 검출 패킷이 상기 대기 전송 경로 상에서 상기 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용됨 -;

상기 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크고, 상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 상기 네트워크 제어기에 의해, 활성 대기 경로 스위칭 표시(active-to-standby path switching indication)를 생성하는 단계; 및

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 활성 대기 경로 스위칭 표시에 기초하여 상기 패킷을 상기 활성 전송 경로에서 상기 대기 전송 경로로 스위칭하는 단계를 포함하는

전송 경로 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 네트워크 제어기에 의해 획득한 상기 제1 노드 레이턴시에서의 상기 디바이스 레이턴시는, 상기 활성 전송 경로 상의 상기 제1 네트워크 노드 디바이스 상에 배치된 제1 레이턴시 측정 모듈에 의해 상기 미리 설정된 기간 내의 측정을 통해 획득되고;

상기 네트워크 제어기에 의해 획득한 상기 제2 노드 레이턴시에서의 상기 디바이스 레이턴시는, 상기 대기 전송 경로 상의 상기 제2 네트워크 노드 디바이스 상에 배치된 제2 레이턴시 측정 모듈에 의해 상기 미리 설정된 기간 내의 측정을 통해 획득되는, 전송 경로 제어 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 네트워크 제어기에 의해, 미리 설정된 기간 내에 획득한 상기 활성 전송 경로 상의 상기 n 개의 제1 노드 레이턴시에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시를 계산하는 단계는 구체적으로,

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 활성 전송 경로 상의 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 노드 레이턴시로서 상기 미리 설정된 기간 내에 획득한 상기 제1 노드 레이턴시에 기초하여, 상기 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_i 를 계산하는 단계 - 여기서, i 값은 1 내지 n 범위의 양의 정수이고, L_i 는, 상기 미리 설정된 기간 내에 상기 활성 전송 경로 상에서 상기 i 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는(flow) 상기 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제1 확률 분포를 포함하고, 상기 제1 확률 분포는 상기 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_i 에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤

변수 $\sum_{i=1}^n L_i$ 를 결정하는 단계 - 여기서, $\sum_{i=1}^n$ 는 상기 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 제1 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 활성 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 상기 활성 전송 경로 레이턴시

랜덤 변수 $\sum_{i=1}^n L_i$ 로부터, 상기 제1 타겟 레이턴시 신뢰도를 달성하는 상기 레이턴시를 결정하는 단계를 포함하는, 전송 경로 제어 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 미리 설정된 기간 내에 획득한 상기 대기 전송 경로 상의 상기 m 개의 제2 노드 레이턴시에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시를 계산하는 단계는,

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 대기 전송 경로 상의 상기 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 노드 레이턴시로서 상기 미리 설정된 기간 내에 획득한 상기 제2 노드 레이턴시에 기초하여, 상기 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_j 를 계산하는 단계 - 여기서, j 값은 1 내지 m 범위의 양의 정수이고, L_j 는, 상기 미리 설정된 기간 내에 상기 대기 전송 경로 상에서 상기 j 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는 상기 검출 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제2 확률 분포를 포함하고, 상기 제2 확률 분포는 상기 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_j 에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤

변수 $\sum_{j=1}^m L_j$ 를 결정하는 단계 - 여기서, $\sum_{j=1}^m$ 는 상기 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 제2 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 상기 대기 전송 경로 레이턴시

랜덤 변수 $\sum_{j=1}^m L_j$ 로부터, 상기 제2 타겟 레이턴시 신뢰도를 달성하는 상기 레이턴시를 결정하는 단계를 포함하는, 전송 경로 제어 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정하는 단계 전에, 상기 전송 경로 제어 방법은,

상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 알람 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 상기 네트워크 제어기에 의해, 모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 확

득하고, 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하는 단계를 수행하는 단계로 복귀하는 단계; 및

상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 알람 임계치보다 큰 것으로 판정하는 경우, 상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 큰지 여부를 판정하는 단계를 더 포함하는 전송 경로 제어 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정하는 단계 후에, 상기 전송 경로 제어 방법은,

상기 네트워크 제어기에 의해, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 1만큼 증가시키는 단계;

상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트가 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정하는 경우, 상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하는 단계; 및

상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트가 상기 미리 설정된 카운트보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 활성 전송 경로에 대한 제1 알람 정보를 생성하고, 모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하는 단계를 수행하는 단계로 복귀하는 단계를 더 포함하는 전송 경로 제어 방법.

청구항 7

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 활성 전송 경로에 대한 제2 알람 정보를 생성하고, 상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트를 리셋하는 단계 - 여기서, 상기 제2 알람 정보의 알람 우선 순위는 상기 제1 알람 정보의 알람 우선 순위보다 낮음 -; 및

모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하는 단계를 수행하는 단계로 복귀하는 단계를 더 포함하는 전송 경로 제어 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트가 상기 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정하는 단계 후, 상기 대기 전송 경로가 상기 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하는 단계 전에, 상기 전송 경로 제어 방법은,

상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 알람 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하는 단계를 수행하는 단계; 및

상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 알람 임계치보다 작지 않은 것으로 판정하는 경우, 상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 활성 전송 경로의 상기 제1 알람 정보 및 상기 대기 전송 경로의 상기 제1 알람 정보를 생성하는 단계를 더 포함하는 전송 경로 제어 방법.

청구항 9

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전송을 위해 상기 패킷을 상기 활성 전송 경로에서 상기 대기 전송 경로로 스위칭하는 단계 후에, 상기 전송 경로 제어 방법은,

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트를 리셋하는 단계를 더 포함하는 전송 경로 제어 방법.

청구항 10

네트워크 제어기로서,

모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하도록 구성되는 레이턴시 획득 모듈 - 여기서, 상기 제1 노드 레이턴시는, 상기 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 상기 제1 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, 상기 제2 노드 레이턴시는, 상기 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 상기 제2 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, 상기 n 개의 네트워크 노드 디바이스는 상기 제1 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, 상기 m 개의 네트워크 노드 디바이스는 상기 제2 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, n 은 2 이상이고, m 은 2 이상임 -;

상기 네트워크 제어기에 의해, 미리 설정된 기간 내에 획득한 상기 활성 전송 경로 상의 상기 n 개의 제1 노드 레이턴시에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시를 계산하도록 구성되는 제1 레이턴시 계산 모듈 - 여기서, 상기 활성 전송 경로 레이턴시는, 서비스 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷이 전송되는 경우, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 상기 제1 타깃 레이턴시 신뢰도는, 상기 서비스 데이터 흐름의 패킷이 상기 활성 전송 경로 상에서 상기 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용됨 -;

상기 네트워크 제어기에 의해, 상기 미리 설정된 기간 내에 획득한 상기 대기 전송 경로 상의 상기 m 개의 제2 노드 레이턴시에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시를 계산하도록 구성되는 제2 레이턴시 계산 모듈 - 여기서, 상기 대기 전송 경로 레이턴시는, 검출 패킷이 전송된 경우, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 상기 제2 타깃 레이턴시 신뢰도는, 상기 검출 패킷이 상기 대기 전송 경로 상에서 상기 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용됨 -;

상기 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크고, 상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 활성 대기 경로 스위칭 표시를 생성하고, 상기 활성 대기 경로 스위칭 표시를 레이턴시 스위칭 모듈에 송신하도록 구성되는 레이턴시 제어 모듈; 및

상기 활성 대기 경로 스위칭 명령에 기초하여 상기 패킷을 상기 활성 전송 경로에서 상기 대기 전송 경로로 스위칭하도록 구성되는 상기 레이턴시 스위칭 모듈을 포함하는

네트워크 제어기.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 활성 전송 경로 상의 상기 제1 네트워크 노드 디바이스 상에 배치되는 제1 레이턴시 측정 모듈 및 상기 대기 전송 경로 상의 상기 제2 네트워크 노드 디바이스 상에 배치되는 제2 레이턴시 측정 모듈을 더 포함하고,

상기 제1 레이턴시 측정 모듈은, 상기 미리 설정된 기간 내의 상기 활성 전송 경로 상의 상기 제1 네트워크 노드 디바이스에 대한 상기 디바이스 레이턴시를 측정하도록 구성되고; 및

상기 제2 레이턴시 측정 모듈은, 상기 미리 설정된 기간 내의 상기 대기 전송 경로 상의 상기 제2 네트워크 노드 디바이스에 대한 상기 디바이스 레이턴시를 측정하도록 구성되는, 네트워크 제어기.

청구항 12

제10항 또는 제11항에 있어서,

상기 제1 레이턴시 계산 모듈은,

상기 활성 전송 경로 상의 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 노드 레이턴시로서 상기 미리 설정된 기간 내

에 획득한 상기 제1 노드 레이턴시에 기초하여, 상기 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수 Li 를 계산하도록 구성되는 제1 변수 계산 유닛 - 여기서, i 값은 1 내지 n 범위의 양의 정수이고, Li 는, 상기 미리 설정된 기간 내에 상기 활성 전송 경로 상에서 상기 i 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는 상기 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제1 확률 분포를 포함하고, 상기 제1 확률 분포는 상기 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

상기 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{i=1}^n Li$ 를 결정하도록 구성되

는 제1 합산 유닛 - 여기서, $\sum_{i=1}^n$ 는 상기 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 제1 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

상기 활성 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 상기 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{i=1}^n Li$ 로부터, 상기 제1 타겟 레이턴시 신뢰도를 달성하는 상기 레이턴시를 결정하도록 구성되는 제1 결정 유닛을 포함하는, 네트워크 제어기.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 레이턴시 계산 모듈은,

상기 대기 전송 경로 상의 상기 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 노드 레이턴시로서 상기 미리 설정된 기간 내에 획득한 상기 제2 노드 레이턴시에 기초하여, 상기 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수 Lj 를 계산하도록 구성되는 제2 변수 계산 유닛 - 여기서, j 값은 1 내지 m 범위의 양의 정수이고, Lj 는, 상기 미리 설정된 기간 내에 상기 대기 전송 경로 상에서 상기 j 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는 상기 검출 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제2 확률 분포를 포함하고, 상기 제2 확률 분포는 상기 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

상기 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{j=1}^m Lj$ 를 결정하도록 구성되

는 제2 합산 유닛 - 여기서, $\sum_{j=1}^m$ 는 상기 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 제2 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

상기 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 상기 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{j=1}^m Lj$ 로부터, 상기 제2 타겟 레이턴시 신뢰도를 달성하는 상기 레이턴시를 결정하도록 구성되는 제2 결정 유닛을 포함하는, 네트워크 제어기.

청구항 14

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정하기 전에, 상기 레이턴시 제어 모듈은, 상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 알람 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 상기 레이턴시 획득 모듈의 실행으로 복귀하고, 상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 알람 임계치보다 큰 것으로 판정하는 경우, 상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 큰지 여부를 판정하도록 추가로 구성되는, 네트워크 제어기.

청구항 15

제10항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정한 후, 상기 레이턴시 제어 모듈은, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 1만큼 증가시키고; 상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트가 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정하는 경우, 상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하고; 상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트가 상기 미리 설정된 카운트보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 상기 활성 전송 경로에 대한 제1 알람 정보를 생성하고, 상기 레이턴시 획득 모듈의 실행으로 복귀하도록 추가로 구성되는, 네트워크 제어기.

청구항 16

제10항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 레이턴시 제어 모듈은, 상기 활성 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 상기 활성 전송 경로에 대한 제2 알람 정보를 생성하고, 상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트를 리셋하고 - 여기서, 상기 제2 알람 정보의 알람 우선 순위는 상기 제1 알람 정보의 알람 우선 순위보다 낮음 -; 상기 레이턴시 획득 모듈의 실행으로 복귀하도록 추가로 구성되는, 네트워크 제어기.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트가 상기 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정한 후, 상기 대기 전송 경로가 상기 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하기 전에, 상기 레이턴시 제어 모듈은, 상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 알람 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하는 단계를 수행하고; 상기 대기 전송 경로 레이턴시가 상기 알람 임계치보다 작지 않은 것으로 판정하는 경우, 상기 활성 전송 경로의 상기 제1 알람 정보 및 상기 대기 전송 경로의 상기 제1 알람 정보를 생성하도록 추가로 구성되는, 네트워크 제어기.

청구항 18

제10항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전송을 위해 상기 패킷을 상기 활성 전송 경로에서 상기 대기 전송 경로로 스위칭한 후에, 상기 레이턴시 제어 모듈은 상기 스위칭 임계치 카운터의 상기 카운트를 리셋하도록 추가로 구성되는, 네트워크 제어기.

청구항 19

네트워크 제어기로서,

메모리 및 상기 메모리와 통신하는 프로세서를 포함하고,

상기 메모리는 전송 경로 제어를 위한 프로그램 코드를 저장하도록 구성되고;

상기 프로세서는 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 상기 전송 경로 제어 방법을 수행하기 위해, 상기 메모리에서 전송 경로 제어를 위한 상기 프로그램 코드를 호출하도록 구성되는,

네트워크 제어기.

청구항 20

통신 시스템으로서,

제10항 내지 제18항 중 어느 한 항에 따른 상기 네트워크 제어기 및 상기 네트워크 노드 디바이스를 포함하는

통신 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2017년 8월 22일에 중국 특허청에 출원되고 제목이 "LATENCY-BASED TRANSMISSION PATH CONTROL

METHOD, NETWORK CONTROLLER, AND SYSTEM"인 중국 특허 출원 제201710724352.5호를 우선권으로 주장하며, 그 내용 전부는 참조에 의해 본 명세서에 포함된다.

[0002] 본 출원은 통신 기술 분야에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법, 네트워크 제어기 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 5 세대(5th Generation, 5G) 통신 기술 및 응용에 대한 연구 발전과, 가상 현실 또는 자동 운전과 같은 레이턴시에 민감한 서비스(latency-sensitive service)의 개발과 함께, 라우트 포워딩 및 전송을 위한 네트워크 레이턴시에는 더 높고 더 엄격한 요건이 부과되며, 특히, 레이턴시 성능의 신뢰도, 서비스 가능성, 가용성에 대한 새로운 요건이 부과된다.

[0004] 기존의 응용에서, 높은 신뢰도 및 낮은 레이턴시를 갖는 서비스가 2 개의 네트워크 노드 디바이스 사이에 전개되는 경우, 서비스 레이턴시 및 레이턴시 신뢰도에 대한 서비스 레벨 계약(Service Level Agreement, SLA) 만족을 실시간으로 모니터링하기 위해 종래 기술의 어떤 방법도 사용될 수 없다. SLA에서는, 일반적으로 서비스 전송 프로세스에서 종단 간 품질(end-to-end quality)이 고려된다. SLA 만족도 테스트와 관련된 네트워크 성능 파라미터는 레이턴시, 레이턴시 지터, 레이턴시 신뢰도 등을 포함한다. SLA와 관련된 레이턴시가 저하되면, 레이턴시 상에서 서비스 전송 경로의 서비스 요건을 보장하기 위해 종래 기술의 방법을 사용할 수 없다.

[0005] 따라서, 현재 레이턴시에 민감한 서비스의 전송 경로에 대한 보호를 제공하기 위한 해결 방안이 절실히 필요하며, 특히, SLA와 관련된 레이턴시가 저하될 때 레이턴시에 대한 서비스 전송 경로의 서비스 요건을 보장하기 위해 사용될 수 있는 해결 방안이 시급히 필요하다.

발명의 내용

[0006] 이를 고려하여, 본 출원은 레이턴시에 민감한 서비스의 전송 경로를 보호하기 위한 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법, 네트워크 제어기 및 시스템을 제공한다.

[0007] 본 출원은 다음과 같은 기술적 해결 방안을 제공한다.

[0008] 본 출원의 실시 예들의 제1 측면은 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법을 제공하며, 전송 경로 제어 방법은,

[0009] 네트워크 제어기에 의해, 모니터링될 활성 전송 경로(active transmission path) 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로(standby transmission path) 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하는 단계 - 여기서, 제1 노드 레이턴시는, 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 제1 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, 제2 노드 레이턴시는, 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 제2 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, n 개의 네트워크 노드 디바이스는 제1 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, m 개의 네트워크 노드 디바이스는 제2 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, n은 2 이상이고, m은 2 이상임 -;

[0010] 네트워크 제어기에 의해, 미리 설정된 기간 내에 획득한 활성 전송 경로 상의 n 개의 제1 노드 레이턴시에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시를 계산하는 단계 - 여기서, 활성 전송 경로 레이턴시는, 서비스 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷이 전송되는 경우, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도는, 서비스 데이터 흐름의 패킷이 활성 전송 경로 상에서 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용됨 -;

[0011] 네트워크 제어기에 의해, 미리 설정된 기간 내에 획득한 대기 전송 경로 상의 m 개의 제2 노드 레이턴시에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시를 계산하는 단계 - 여기서, 대기 전송 경로 레이턴시는, 검출 패킷이 전송된 경우, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도는, 검출 패킷이 대기 전송 경로 상에서 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용됨 -;

[0012] 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크고, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 네트워크 제어기에 의해, 활성 대기 경로 스위칭 표시(active-to-standby path switching

indication)를 생성하는 단계; 및

[0013] 네트워크 제어기에 의해, 활성 대기 경로 스위칭 표시에 기초하여 패킷을 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭하는 단계를 포함한다.

[0014] 진술한 해결 방안에서, 획득한 활성 전송 경로 레이턴시 및 획득한 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치와 비교되고, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크고 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작을 때, 활성 대기 경로 스위칭 명령이 생성되고, 활성 대기 경로 스위칭 명령에 기초하여 전송을 위해 패킷은 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭된다. 이러한 방식으로, 레이턴시에 민감한 서비스의 전송 경로에 대해 보호가 제공됨으로써, 레이턴시에 대한 서비스 전송 경로의 서비스 요건을 보장할 수 있다.

[0015] 가능한 설계에서, 네트워크 제어기에 의해 획득한 제1 노드 레이턴시에서의 디바이스 레이턴시는, 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스 상에 배치된 제1 레이턴시 측정 모듈에 의해 미리 설정된 기간 내의 측정을 통해 획득되고;

[0016] 네트워크 제어기에 의해 획득한 제2 노드 레이턴시에서의 디바이스 레이턴시는, 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스 상에 배치된 제2 레이턴시 측정 모듈에 의해 미리 설정된 기간 내의 측정을 통해 획득된다.

[0017] 가능한 설계에서, 네트워크 제어기에 의해, 미리 설정된 기간 내에 획득한 활성 전송 경로 상의 n 개의 제1 노드 레이턴시에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시를 계산하는 단계는 구체적으로,

[0018] 네트워크 제어기에 의해, 활성 전송 경로 상의 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 노드 레이턴시로서 미리 설정된 기간 내에 획득한 제1 노드 레이턴시에 기초하여, i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_i 를 계산하는 단계 - 여기서, i 값은 1 내지 n 범위의 양의 정수이고, L_i 는, 미리 설정된 기간 내에 활성 전송 경로 상에서 i 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는(flow) 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제1 확률 분포를 포함하고, 제1 확률 분포는 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

[0019] 네트워크 제어기에 의해, 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_i 에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{i=1}^n L_i$ 를 결정하는 단계 - 여기서, $\sum_{i=1}^n$ 는 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 제1 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

[0020] 네트워크 제어기에 의해, 활성 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{i=1}^n L_i$ 로부터, 제1 타겟 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 결정하는 단계를 포함한다.

[0021] 진술한 해결 방안에서, 확률 분포 통계 수집 방식이 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수의 확률 분포를 획득하기 위해 사용된 다음, 제1 타겟 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시로서 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수에 있는 레이턴시가 확률 분포로부터 정확하게 결정되어, SLA 요건을 충족하는, 보다 정확한 활성 전송 경로 레이턴시를 획득할 수 있다.

[0022] 네트워크 제어기에 의해, 미리 설정된 기간 내에 획득한 대기 전송 경로 상의 m 개의 제2 노드 레이턴시에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시를 계산하는 단계는,

[0023] 네트워크 제어기에 의해, 대기 전송 경로 상의 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 노드 레이턴시로서 미리 설정된 기간 내에 획득한 제2 노드 레이턴시에 기초하여, j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_j 를 계산하는 단계 - 여기서, j 값은 1 내지 m 범위의 양의 정수이고, L_j 는, 미리 설정된 기간 내에 대기 전송 경로 상에서 j 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는 검출 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제2 확률 분포를 포함하고, 제2 확률 분포는 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

[0024] 네트워크 제어기에 의해, 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_j 에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수

$\sum_{j=1}^m L_j$ 를 결정하는 단계 - 여기서, $\sum_{j=1}^m$ 는 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 제2 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

- [0025] 네트워크 제어기에 의해, 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{j=1}^m L_j$ 로부터, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0026] 전술한 해결 방안에서, 확률 분포 통계 수집 방식이 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수의 확률 분포를 획득하기 위해 사용된 다음, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시로서 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수에 있는 레이턴시가 확률 분포로부터 정확하게 결정되어, SLA 요건을 충족하는, 보다 정확한 대기 전송 경로 레이턴시를 획득할 수 있다.
- [0027] 가능한 설계에서, 네트워크 제어기에 의해, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정하는 단계 전에, 전송 경로 제어 방법은,
- [0028] 활성 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 네트워크 제어기에 의해, 모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하는 단계를 수행하는 단계로 복귀하는 단계; 및
- [0029] 활성 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 큰 것으로 판정하는 경우, 네트워크 제어기에 의해, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰지 여부를 판정하는 단계를 더 포함한다.
- [0030] 전술한 해결 방안에서, 활성 전송 경로에 대한 알람을 제공하는 동작이 추가되어, 검출 담당자는 활성 전송 경로의 레이턴시 상태를 제 시간에 알 수 있다.
- [0031] 가능한 설계에서, 네트워크 제어기에 의해, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정하는 단계 후에, 전송 경로 제어 방법은,
- [0032] 네트워크 제어기에 의해, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 1만큼 증가시키는 단계;
- [0033] 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정하는 경우, 네트워크 제어기에 의해, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하는 단계; 및
- [0034] 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 네트워크 제어기에 의해, 활성 전송 경로에 대한 제1 알람 정보를 생성하고, 모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하는 단계를 수행하는 단계로 복귀하는 단계를 더 포함한다.
- [0035] 전술한 해결 방안에서, 활성 전송 경로가 스위칭 임계치보다 큰 결과의 카운트를 결정하는 단계가 추가되고, 활성 전송 경로와 대기 전송 경로 사이의 스위칭은 카운트가 미리 설정된 특정 카운트를 만족할 때만 수행됨에 따라, 스위칭 제어를 더욱 최적화할 수 있다.
- [0036] 가능한 설계에서, 전송 경로 제어 방법은,
- [0037] 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 네트워크 제어기에 의해, 활성 전송 경로에 대한 제2 알람 정보를 생성하고, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 리셋하는 단계 - 여기서, 제2 알람 정보의 알람 우선 순위는 제1 알람 정보의 알람 우선 순위보다 낮음 -; 및
- [0038] 모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하는 단계를 수행하는 단계로 복귀하는 단계를 더 포함한다.
- [0039] 가능한 설계에서, 네트워크 제어기에 의해, 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정하는 단계 후, 대기 전송 경로가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하는 단계 전에, 전송 경로 제어 방법은,
- [0040] 대기 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 네트워크 제어기에 의해, 대기 전송

경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하는 단계를 수행하는 단계; 및

- [0041] 대기 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 작지 않은 것으로 판정하는 경우, 네트워크 제어기에 의해, 활성 전송 경로의 제1 알람 정보 및 대기 전송 경로의 제1 알람 정보를 생성하는 단계를 더 포함한다.
- [0042] 전술한 해결 방안에서, 대기 전송 경로 및 알람 임계치의 값이 비교되고, 대기 전송 경로에 대해 알람이 발생하는 경우, 알람이 발생하지 않은 다른 대기 전송 경로가 선택되어 스위칭을 계속함으로써 스위칭 제어를 더욱 최적화할 수 있다.
- [0043] 전송을 위해 패킷을 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭하는 단계 후에, 전송 경로 제어 방법은,
- [0044] 네트워크 제어기에 의해, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 리셋하는 단계를 더 포함한다.
- [0045] 본 출원의 실시 예들의 제2 측면은 네트워크 제어기를 제공하며, 네트워크 제어기는,
- [0046] 모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하도록 구성되는 레이턴시 획득 모듈 - 여기서, 제1 노드 레이턴시는, 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 제1 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, 제2 노드 레이턴시는, 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 제2 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, n 개의 네트워크 노드 디바이스는 제1 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, m 개의 네트워크 노드 디바이스는 제2 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, n 은 2 이상이고, m 은 2 이상임 -;
- [0047] 네트워크 제어기에 의해, 미리 설정된 기간 내에 획득한 활성 전송 경로 상의 n 개의 제1 노드 레이턴시에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시를 계산하도록 구성되는 제1 레이턴시 계산 모듈 - 여기서, 활성 전송 경로 레이턴시는, 서비스 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷이 전송되는 경우, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도는, 서비스 데이터 흐름의 패킷이 활성 전송 경로 상에서 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용됨 -;
- [0048] 네트워크 제어기에 의해, 미리 설정된 기간 내에 획득한 대기 전송 경로 상의 m 개의 제2 노드 레이턴시에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시를 계산하도록 구성되는 제2 레이턴시 계산 모듈 - 여기서, 대기 전송 경로 레이턴시는, 검출 패킷이 전송된 경우, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도는, 검출 패킷이 대기 전송 경로 상에서 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용됨 -;
- [0049] 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크고, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 활성 대기 경로 스위칭 표시를 생성하고, 활성 대기 경로 스위칭 표시를 레이턴시 스위칭 모듈에 송신하도록 구성되는 레이턴시 제어 모듈; 및
- [0050] 활성 대기 경로 스위칭 명령에 기초하여 패킷을 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭하도록 구성되는 레이턴시 스위칭 모듈을 포함한다.
- [0051] 가능한 설계에서, 네트워크 제어기는 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스 상에 배치되는 제1 레이턴시 측정 모듈 및 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스 상에 배치되는 제2 레이턴시 측정 모듈을 더 포함하고,
- [0052] 제1 레이턴시 측정 모듈은, 미리 설정된 기간 내의 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시를 측정하도록 구성되고; 및
- [0053] 제2 레이턴시 측정 모듈은, 미리 설정된 기간 내의 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시를 측정하도록 구성된다.
- [0054] 가능한 설계에서, 제1 레이턴시 계산 모듈은
- [0055] 활성 전송 경로 상의 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 노드 레이턴시로서 미리 설정된 기간 내에 획득한 제1 노드 레이턴시에 기초하여, i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수 Li 를 계산하도록 구성되는 제1 변수 계산 유닛 - 여기서, i 값은 1 내지 n 범위의 양의 정수이고, Li 는, 미리 설정된 기간 내

에 활성 전송 경로 상에서 i 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제1 확률 분포를 포함하고, 제1 확률 분포는 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

[0056] 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{i=1}^n L_i$ 를 결정하도록 구성되는 제1 합산 유닛 - 여기서, $\sum_{i=1}^n$ 는 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 제1 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

[0057] 활성 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{i=1}^n L_i$ 로부터, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 결정하도록 구성되는 제1 결정 유닛을 포함한다.

[0058] 가능한 설계에서, 제2 레이턴시 계산 모듈은,

[0059] 대기 전송 경로 상의 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 노드 레이턴시로서 미리 설정된 기간 내에 획득한 제2 노드 레이턴시에 기초하여, j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_j 를 계산하도록 구성되는 제2 변수 계산 유닛 - 여기서, j 값은 1 내지 m 범위의 양의 정수이고, L_j 는, 미리 설정된 기간 내에 대기 전송 경로 상에서 j 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는 검출 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제2 확률 분포를 포함하고, 제2 확률 분포는 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

[0060] 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{j=1}^m L_j$ 를 결정하도록 구성되는 제2 합산 유닛 - 여기서, $\sum_{j=1}^m$ 는 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 제2 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

[0061] 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{j=1}^m L_j$ 로부터, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 결정하도록 구성되는 제2 결정 유닛을 포함한다.

[0062] 가능한 설계에서, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정하기 전에, 레이턴시 제어 모듈은, 활성 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 레이턴시 획득 모듈의 실행으로 복귀하고, 활성 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 큰 것으로 판정하는 경우, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰지 여부를 판정하도록 추가로 구성된다.

[0063] 가능한 설계에서, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정한 후, 레이턴시 제어 모듈은, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 1만큼 증가시키고; 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정하는 경우, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하고; 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 활성 전송 경로에 대한 제1 알람 정보를 생성하고, 레이턴시 획득 모듈의 실행으로 복귀하도록 추가로 구성된다.

[0064] 가능한 설계에서, 레이턴시 제어 모듈은, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 활성 전송 경로에 대한 제2 알람 정보를 생성하고, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 리셋하고 - 여기서, 제2 알람 정보의 알람 우선 순위는 제1 알람 정보의 알람 우선 순위보다 낮음 -; 레이턴시 획득 모듈의 실행으로 복귀하도록 추가로 구성된다.

[0065] 가능한 설계에서, 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정한 후, 대기 전송 경로가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하기 전에, 레이턴시 제어 모듈은, 대기 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정

하는 단계를 수행하고; 대기 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 작지 않은 것으로 판정하는 경우, 활성 전송 경로의 제1 알람 정보 및 대기 전송 경로의 제1 알람 정보를 생성하도록 추가로 구성된다.

- [0066] 가능한 설계에서, 전송을 위해 패킷을 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭한 후에, 레이턴시 제어 모듈은 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 리셋하도록 추가로 구성된다.
- [0067] 본 출원의 실시 예의 제3 측면은 네트워크 제어기를 제공하며, 네트워크 제어기는 메모리 및 메모리와 통신하는 프로세서를 포함하고,
- [0068] 메모리는 전송 경로 제어를 위한 프로그램 코드를 저장하도록 구성되고;
- [0069] 프로세서는 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 전송 경로 제어 방법을 수행하기 위해, 메모리에서 전송 경로 제어를 위한 프로그램 코드를 호출하도록 구성된다.
- [0070] 본 출원의 실시 예의 제4 측면은 컴퓨터로 판독 가능한 저장 매체를 제공하며, 컴퓨터로 판독 가능한 저장 매체는 인스트럭션을 포함하고, 인스트럭션이 컴퓨터 상에서 실행될 때, 컴퓨터가 본 출원의 실시 예들의 제1 측면에 따른 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법을 수행할 수 있다.
- [0071] 본 출원의 실시 예들의 제5 측면은 통신 시스템을 제공하며, 통신 시스템은 본 출원의 실시 예들의 제2 측면 또는 제3 측면 중 어느 하나에 따른 네트워크 제어기 및 네트워크 노드 디바이스를 포함한다.
- [0072] 본 출원의 실시 예의 제6 측면은 통신 시스템을 제공하며, 통신 시스템은 본 출원의 실시 예들의 제2 측면 및 제3 측면 중 어느 하나에 따른 네트워크 제어기 및 네트워크 노드 디바이스와, 제어기를 포함한다.
- [0073] 본 발명의 실시 예들은 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법, 네트워크 제어기 및 시스템을 제공한다. 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시, 대기 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시, 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스들 사이의 링크 레이턴시 및 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스들 사이의 링크 레이턴시가 획득되고, 활성 전송 경로 레이턴시 및 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해 각각의 디바이스 레이턴시 및 링크 레이턴시에 기초하여 계산이 수행된다. 다음으로, 레이턴시 기반 스위칭 메커니즘에 기초하여, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크고 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작을 때, 활성 대기 경로 스위칭 명령이 생성되고, 활성 대기 경로 스위칭 명령에 기초하여 전송을 위해 패킷은 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭된다. 이러한 방식으로, 레이턴시에 민감한 서비스의 전송 경로에 대해 보호가 제공됨으로써, 레이턴시에 대한 서비스 전송 경로의 서비스 요건을 보장할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0074] 본 출원의 실시 예들 또는 종래 기술의 기술적 해결 방안을 보다 명확하게 설명하기 위해, 이하에서는 실시 예들을 설명하기 위해 필요한 첨부된 도면에 대해 간략하게 설명한다. 명백히, 다음의 설명에서 첨부된 도면은 본 출원의 실시 예들만을 도시하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 창조적 노력 없이 제공된 첨부된 도면으로부터 다른 도면을 도출할 수 있다.

도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전송 경로 제어 방법의 디바이스 계층에 대한 응용 시나리오의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전송 경로 제어 방법의 네트워크 노드 디바이스에 대한 응용 시나리오의 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법의 개략 흐름도이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수의 주파수 분포 히스토그램이다.

도 4b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수의 주파수 분포 히스토그램이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 다른 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법의 개략 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 네트워크 제어기의 개략 구조도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 다른 네트워크 제어기의 개략 구조도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 다른 네트워크 제어기의 개략 구조도이다.

도 9는 본 출원의 실시 예에 따른 통신 시스템의 개략 구조도이다.

도 10은 본 출원의 실시 예에 따른 다른 통신 시스템의 개략 구조도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0075] 본 출원의 실시 예들은 레이턴시에 민감한 서비스의 전송 경로에 대한 보호를 제공하기 위한 전송 경로 제어 기술적 해결 방안을 제공한다. 패킷을 전송하기 위해 설정된 활성 전송 경로 및 대기 전송 경로의 레이턴시 신뢰도에 대한 SLA 만족도를 모니터링하는 프로세스에서, 전송을 위해 패킷은, 레이턴시 신뢰도의 SLA 만족 요건을 충족시키지 않는 활성 전송 경로로부터 전송 레이턴시 신뢰도의 SLA 만족 요건을 충족하는 대기 전송 경로로 스위칭된다. 이러한 방식으로, 레이턴시에 민감한 서비스의 전송 경로에 대해 보호가 제공됨으로써, 레이턴시에 대한 서비스 전송 경로의 서비스 요건을 보장할 수 있다. 여기에서 SLA 만족도는 일반적으로, 서비스 전송 프로세스에서 중단 간 품질을 고려하기 위해 사용된다. SLA 만족도 테스트와 관련된 네트워크 성능 파라미터는 주로 레이턴시, 레이턴시 지터, 레이턴시 신뢰도 등을 포함한다.
- [0076] 본 출원의 실시 예들에서 언급되는 네트워크 노드 디바이스는 서버, 라우팅 디바이스 또는 스위칭 디바이스일 수 있다.
- [0077] 도 1은 본 출원의 일 실시 예에 따른 전송 경로 제어 기술적 해결 방안의 응용 시나리오의 개략도이다. 응용 시나리오는 5G 모바일 베어러 네트워크이다. 코어 네트워크 데이터 센터 측 상의 제공자 에지(provider edge, PE)(100)와 기지국 측 상의 PE(101) 사이에 낮은 레이턴시 및 높은 신뢰도가 전개되고, 설정된 활성 전송 경로를 이용하여 패킷이 전송된다. 본 출원의 본 실시 예에 개시된 전송 경로 제어 기술적 해결 방안이 기초하여, 활성 전송 경로의 레이턴시가 특정 임계치를 초과하거나 레이턴시의 신뢰도가 저하되는 것으로 검출되면, 전송을 위해 패킷은 대기 전송 경로로 스위칭된다. 실선 부분은 활성 전송 경로를 나타내고, 파선 부분은 대기 전송 경로를 나타내며, 활성 전송 경로 및 대기 전송 경로 상에는 복수의 네트워크 노드 디바이스가 존재한다.
- [0078] 도 1에 기초하여, 노드 레이턴시 및 링크 레이턴시는 활성 전송 경로 및 대기 전송 경로 상의 홉(hop)에 의해 홉으로 측정된다. 활성 전송 경로 상에서 1 홉(one-hop) 관계를 갖는 2 개의 네트워크 노드 디바이스가 예로서 사용된다. 도 2는 네트워크 노드 디바이스의 응용 시나리오의 개략도이다. 응용 시나리오는 전송단으로서 기능하는 네트워크 노드 디바이스(R1) 및 수신단으로서 기능하는 네트워크 노드 디바이스(R2)를 포함한다. a는 활성 전송 경로를 나타내고 b는 대기 전송 경로를 나타낸다.
- [0079] 네트워크 노드 디바이스(R1)의 입구 포트는 P1이고, 네트워크 노드 디바이스(R1)의 출구 포트는 P2이다. 네트워크 노드 디바이스(R2)의 입구 포트는 P3이고, 네트워크 노드 디바이스(R2)의 출구 포트는 P4이다. 네트워크 노드 디바이스(R1)의 출구 포트(P2)는 통신 링크를 통해 네트워크 노드(R2)의 입구 포트(P3)에 연결된다.
- [0080] 네트워크 노드 디바이스(R1)와 네트워크 노드 디바이스(R2)를 연결하며, 본 출원의 본 실시 예에서 개시된 통신 링크는, 10 기가비트 이더넷(gigabit ethernet, GE) 통신 링크일 수 있거나, 100 GE 통신 링크일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 여기서, 10 GE는 10 기가비트 이더넷이고 100 GE는 고속 이더넷이다.
- [0081] 네트워크 노드 디바이스(R1)와 네트워크 노드 디바이스(R2) 사이의 패킷 전송을 위해, 네트워크 노드 디바이스(R1)의 입구 포트(P1)의 물리 계층(physical layer, PHY)으로부터 패킷이 입력될 때, 타임 스탬프(T1)가 패킷에 추가된다. 패킷은 네트워크 노드 디바이스(R1)에 의해 프로세싱된 다음 출구 포트(P2)의 PHY로부터 출력되고, 이 경우 타임 스탬프(T2)가 패킷에 추가된다. 타임 스탬프는 패킷이 대응하여 프로세싱되는 순간이며, 네트워크 노드 디바이스의 내부 클럭을 이용하여 추가된다. 네트워크 노드 디바이스(R1)에서, 입구 포트(P1)에서 출구 포트(P2)까지의 패킷의 디바이스 레이턴시 D_U 는 식 (1)로 나타낼 수 있다.
- [0082] 디바이스 레이턴시 $D_U =$ 출구 포트의 PHY에 대한 타임 스탬프 T2 - 입구 포트의 PHY에 대한 타임 스탬프 T1 (1)
- [0083] 네트워크 노드 디바이스(R1)가 출구 포트(P2)의 PHY로부터 패킷을 출력할 때, 패킷은 통신 링크를 통해 네트워크 노드 디바이스(R2)의 입구 포트(P3)의 PHY로 입력된다. 이 경우, 네트워크 노드 디바이스(R2)는 타임 스탬프(T3)를 패킷에 추가한다.
- [0084] 본 출원의 본 실시 예에서, 레이턴시 측정 모듈은 디바이스 레이턴시 D_U 를 측정한다. 레이턴시 측정 모듈은 물

리 디바이스 또는 물리 디바이스 상에 배치된 기능 모듈일 수 있다. 레이턴시 측정 모듈은 각각의 네트워크 노드 디바이스의 출구 포트의 내측에 배치될 수 있거나, 또는 각각의 네트워크 노드 디바이스의 외측에 배치될 수 있다. 내측 또는 외측에 배치되는지 여부에 관계 없이, 레이턴시 측정 모듈은 PHY에 연결되고, 식 (1)에 기초하여, 레이턴시 측정 모듈이 위치하는 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시를 측정한다. 예를 들어, 도 2는 레이턴시 측정 모듈(21)이 각각의 네트워크 노드 디바이스(R1) 및 네트워크 노드 디바이스(R2)의 출구 포트의 내측에 배치되는 것을 나타낸다.

- [0085] 각 네트워크 노드 디바이스에 대해 측정된 노드 레이턴시에 포함된 링크 레이턴시 및 디바이스 레이턴시가 매끄럽게(seamlessly) 연결되는 것을 보장하기 위해, 링크 레이턴시 측정 동안 스탬핑 위치(stamping location)는 디바이스 레이턴시 측정 동안 스탬핑 위치에 접한다(tangent). 본 명세서에서 탄젠트(tangency)는, 타임 스탬프 T2를 통신 링크의 입구 타임 스탬프로서 사용하고, 타임 스탬프 T3을 통신 링크의 출구 타임 스탬프로서 사용하는 것을 의미할 수 있다. 따라서, 네트워크 노드 디바이스(R1)와 네트워크 노드 디바이스(R2) 사이의 통신 링크에 의해 생성되는 링크 레이턴시 D_L 는 타임 스탬프(T3)와 타임 스탬프(T2)의 차이에 해당한다.
- [0086] 활성 전송 경로 상의 2 개의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시 및 링크 레이턴시를 측정하는 프로세스는, 활성 전송 경로 상의 임의의 2 개의 네트워크 노드 디바이스에 적용될 수 있거나, 대기 전송 경로 상의 임의의 2 개의 네트워크 노드 디바이스에 적용될 수 있다 .
- [0087] 구체적인 측정 프로세스에서, 활성 전송 경로 상에서 전송되는 서비스 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷을 이용하여, 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시 및 링크 레이턴시가 측정될 수 있다. 대기 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시 및 링크 레이턴시는 활성 전송 경로를 통해 전송되는 검출 패킷을 이용하여 측정될 수 있다. 선택적으로, 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스들 간의 링크 레이턴시 및 대기 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스들 간의 링크 레이턴시는 네트워크를 구성하는 동안 획득될 수 있다.
- [0088] 본 출원의 실시 예들에서, 네트워크에서의 활성 전송 경로 레이턴시 및 대기 전송 경로 레이턴시는, 네트워크가 서비스 레이턴시의 SLA 요건을 충족하는 것을 보장하도록 설정된 임계치와 개별적으로 비교되어, 활성 전송 경로 레이턴시의 레이턴시 신뢰도가 저하된 것으로 결정된 경우, 활성 전송 경로를 통해 현재 전송되는 서비스는 전송을 위해 서비스 레이턴시의 SLA 요건을 충족시키는 대기 전송 경로로 스위칭된다. 구체적인 프로세스는 이하의 실시 예를 사용하여 상세하게 설명된다.
- [0089] 도 3은 본 출원의 일 실시 예에 따른 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법의 개략 흐름도이다. 상기 방법은 다음 단계들을 포함한다.
- [0090] S301. 네트워크 제어기는 모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득한다.
- [0091] 특정 구현 동안, 제1 노드 레이턴시는 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 제1 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이다.
- [0092] n 개의 네트워크 노드 디바이스는 제1 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, n은 2 이상이다.
- [0093] 도 2 및 본 명세서에서의 도 2에 대응하는 설명에 기초하여, 제1 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시로서 네트워크 제어기에 의해 획득한 디바이스 레이턴시는, 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스 상에 배치된 제1 레이턴시 측정 모듈에 의한 측정을 통해 획득된 다음, 네트워크 제어기에 보고됨을 유의해야 한다.
- [0094] 선택적으로, 링크 레이턴시는, 필요에 따라, 네트워크 노드 디바이스들 사이에서 전송되는 동작, 관리 및 유지 보수(operation administration and maintenance, OAM) 패킷 또는 양방향 포워딩 검출 메커니즘(bidirectional forwarding detection, BFD) 패킷을 이용하여 측정될 수 있고, 그 다음 네트워크 제어기에 보고된다.
- [0095] 네트워크 노드 디바이스들 사이의 링크 레이턴시는 일반적으로 고정되어 있다. 따라서, 선택적으로, 네트워크 제어기는 네트워크를 구성하는 동안 획득한 링크 레이턴시를 직접 획득할 수 있다.
- [0096] 특정 구현 동안, 활성 전송 경로 상의 n 개의 제1 레이턴시 측정 모듈은, 활성 전송 경로를 통해 전송되는 서비스 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷을 이용하여 제1 노드 레이턴시를 측정한다.

- [0097] S302. 네트워크 제어기는 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득한다.
- [0098] 특정 구현 동안, 제2 노드 레이턴시는 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 제2 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이다.
- [0099] m 개의 네트워크 노드 디바이스는 제2 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, m 은 2 이상이다.
- [0100] 도 2 및 본 명세서에서의 도 2에 대응하는 설명에 기초하여, 제2 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시로서 네트워크 제어기에 의해 획득한 디바이스 레이턴시는, 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스 상에 배치된 제2 레이턴시 측정 모듈에 의한 측정을 통해 획득된 다음, 네트워크 제어기에 보고됨을 유의해야 한다.
- [0101] 선택적으로, 링크 레이턴시는 필요에 따라 네트워크 노드 디바이스들 사이에서 전송되는 OAM 패킷 또는 BFD 패킷을 이용하여 측정될 수 있고, 그 다음 네트워크 제어기에 보고된다.
- [0102] 네트워크 노드 디바이스들 사이의 링크 레이턴시는 일반적으로 고정되어 있다. 따라서, 선택적으로, 네트워크 제어기는 네트워크를 구성하는 동안 획득한 링크 레이턴시를 직접 획득할 수 있다.
- [0103] 특정 구현 동안, 대기 전송 경로 상의 m 개의 제2 레이턴시 측정 모듈은, 대기 전송 경로를 통해 전송되는 검출 패킷을 이용하여 제2 노드 레이턴시를 측정한다.
- [0104] 대기 전송 경로 상에서 선택되는 검출 패킷의 우선 순위는, 서비스 데이터 흐름의 패킷으로서 활성 전송 경로 상에서 전송되는 패킷의 우선 순위와 동일하거나 유사함을 유의해야 한다. 예를 들어, 네트워크에서 전송되는 패킷의 우선 순위는 5 가지의 레벨로 나누어질 수 있다. 이 경우, 서비스 데이터 흐름의 패킷으로서 활성 전송 경로 상에서 현재 전송되는 패킷의 우선 순위가 1인 경우, 대기 전송 경로 상에서 전송 우선 순위가 레벨 1인 패킷이 검출 패킷으로 선택된다. 대기 전송 경로 상에 전송 우선 순위가 레벨 1인 패킷이 존재하지 않으면, 레벨 2의 유사한 패킷이 검출 패킷으로 선택된다.
- [0105] S301 및 S302의 순서는 실행 프로세스로 제한되지 않는다. 획득 프로세스에서, 획득 동작을 수행하기 위해 동일한 획득 모듈이 사용될 수 있다.
- [0106] S303. 네트워크 제어기는 미리 설정된 기간 내에 획득한 활성 전송 경로 상의 n 개의 제1 노드 레이턴시에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시를 계산한다.
- [0107] 특정 구현 프로세스에서, 미리 설정된 기간은 1 초, 3 초 또는 10 초일 수 있다. 이는 본 출원의 본 실시 예로 제한되지 않는다.
- [0108] 활성 전송 경로 레이턴시는, 서비스 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷이 전송되는 경우, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용된다. 제1 타깃 레이턴시 신뢰도는, 서비스 데이터 흐름의 패킷이 활성 전송 경로 상에서 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용된다. 제1 타깃 레이턴시 신뢰도(reliability)는 대안적으로 제1 타깃 레이턴시 신뢰성(credibility)으로 표현될 수 있다.
- [0109] 활성 전송 경로 레이턴시를 획득하는 특정 프로세스는 다음과 같다.
- [0110] 먼저, 네트워크 제어기는, 활성 전송 경로 상의 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 노드 레이턴시로서 미리 설정된 기간 내에 획득한 제1 노드 레이턴시에 기초하여, i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수 Li 를 계산한다.
- [0111] 둘째로, 네트워크 제어기는, 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수 Li 에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 L 를 결정한다. 프로세스는 식 (3)으로 나타낼 수 있다.
- [0112]
$$L = \sum_{i=1}^n Li \quad (3)$$
- [0113] 여기서, i 값은 1 내지 n 범위의 양의 정수이고, Li 는, 미리 설정된 기간 내에 활성 전송 경로 상에서 i 번째

네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는(flow) 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제1 확률 분포를 포함하고, 제1 확률 분포는 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄되며,

$$\sum_{i=1}^n$$

는 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 제1 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미한다. 이는 단순 산술 합산이 아니지만, 일반적으로 조인트 조건부 확률 컨벌루션 또는 피팅 알고리즘(joint conditional probability convolution or a fitting algorithm)과 같은 합산 방식으로 이해될 수 있다.

[0114] 전술한 프로세스에서, 활성 전송 경로 상에 4 개의 네트워크 노드 디바이스가 존재하고, 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 L 를 획득하기 위해 계산이 수행되는 예가 설명을 위해 사용된다. 도 4a에서, 네트워크 노드 디바

$$\sum_{i=1}^n$$

이스 NE 1, NE 2, NE 3 및 NE 4의 제1 레이턴시 랜덤 변수의 주파수 분포도가 도시되어 있고, 합산이 수행된 후, 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 L 의 주파수 분포도가 획득된다.

[0115] 마지막으로, 네트워크 제어기는, 활성 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변

$$\sum_{i=1}^n Li$$

수로부터, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 결정한다.

[0116] 특정 구현 프로세스에서, 활성 전송에 대한 것으로, 제1 주파수 분포 방식으로 분포된, 계산을 통해 획득한 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 L 이 도 4a에 도시되어 있다. 도 4a에서, 수평 좌표는 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 L 이고, 수직 좌표는 레이턴시 확률 밀도이다. 각 네트워크 노드 디바이스의 노드 레이턴시는 이와 같은 확률 분포 방식을 이용하여 표시된다. 레이턴시 신뢰도와 레이턴시 사이의 대응성에 기초하여, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도에 대응하는 활성 전송 레이턴시 랜덤 변수가 활성 전송 경로 레이턴시로서 결정된다. 예를 들어, 99.999% 레이턴시 신뢰도는 420 μ s의 레이턴시에 대응하고, 99% 레이턴시 신뢰도는 500 μ s의 레이턴시에 대응한다.

[0117] S304. 네트워크 제어기는 미리 설정된 기간 내에 획득한 대기 전송 경로 상의 m 개의 제2 노드 레이턴시에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시를 계산한다.

[0118] 특정 구현 동안, 대기 전송 경로 레이턴시는, 검출 패킷이 전송되는 경우, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용된다. 제2 타깃 레이턴시 신뢰도는, 검출 패킷이 대기 전송 경로 상에서 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용된다.

[0119] 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하는 특정 프로세스는 다음과 같다.

[0120] 먼저, 네트워크 제어기는, 대기 전송 경로 상의 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 노드 레이턴시로서 미리 설정된 기간 내에 획득한 제2 노드 레이턴시에 기초하여, j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_j 를 계산한다. .

[0121] 다음으로, 네트워크 제어기는, 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_j 에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 L' 를 결정한다.

[0122] 프로세스는 식 (4)로 나타낼 수 있다.

$$L' = \sum_{j=1}^n L_j \quad (4)$$

[0124] 여기서, j 값은 1 내지 m 범위의 양의 정수이고, L_j 는, 미리 설정된 기간 내에 대기 전송 경로 상에서 j 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는 검출 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제2 확률 분포를 포함하고, 제2

확률 분포는 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄되며, $\sum_{j=1}^m$ 는 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 제2 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미한다.

[0125] 전술한 랜덤 변수 합산 방식은 활성 전송 경로의 경우와 동일하다. 세부 내용에 대해서는 여기서 다시 설명하지 않는다.

[0126] 마지막으로, 네트워크 제어기는, 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{j=1}^m L_j$ 로부터, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 결정한다.

[0127] 도 4b는, 대기 전송 경로에 대한 것으로, 제2 주파수 분포 방식으로 분포된, 계산을 통해 획득한 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 L' 를 도시한다. 도 4b에서, 수평 좌표는 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 L' 이고, 수직 좌표는 레이턴시 확률 밀도이다. 각 네트워크 노드 디바이스의 노드 레이턴시는 이와 같은 확률 분포 방식을 이용하여 표시된다. 레이턴시 신뢰도와 레이턴시 사이의 대응성에 기초하여, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도에 대응하는 활성 전송 레이턴시 랜덤 변수가 활성 전송 경로 레이턴시로서 결정된다. 예를 들어, 99.999% 레이턴시 신뢰도는 420 μs 의 레이턴시에 대응하고, 99% 레이턴시 신뢰도는 500 μs 의 레이턴시에 대응한다.

[0128] 노드 레이턴시의 디바이스 레이턴시는 트래픽 혼잡에 의해 영향을 받음을 유의해야 한다. 따라서, 본 출원의 본 실시 예에서, 획득한 전송 경로 레이턴시가 보다 정확한 것을 보장하기 위해, 전술한 계산에서, 전송 경로 레이턴시에 대한 통계는 주파수 분포 히스토그램의 통계 수집 방식으로 수집된다.

[0129] 선택적으로, 본 출원의 본 실시 예의 다른 구현에서, 계산 프로세스는 각각의 네트워크 노드 디바이스에서 구현될 수 있고, 계산 결과는 확률 분포 방식으로 저장되고 네트워크 제어기에 보고된다. 네트워크 제어기는 제1 타깃 레이턴시 신뢰도에 대응하는 레이턴시를 결정하여 활성 전송 경로 레이턴시를 획득한다. 이와 유사하게, 네트워크 제어기는 제2 타깃 레이턴시 신뢰도에 대응하는 레이턴시를 결정하여 대기 전송 경로 레이턴시를 획득한다.

[0130] S303 및 S304의 순서는 실행 프로세스로 제한되지 않는다. 활성 전송 경로 레이턴시에 대한 계산 프로세스 및 대기 전송 경로 레이턴시에 대한 계산 프로세스는 각각 하나의 계산 모듈을 사용하여 수행될 수 있거나, 또는 조합된 계산 모듈을 사용하여 개별적으로 수행될 수 있다.

[0131] S305. 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰지 여부를 판정하고; 그렇지 않으면 S306을 수행하고; 그렇다면 S307을 수행한다.

[0132] S306. 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크지 않으면, 활성 전송 경로에 대한 제2 알람 정보를 생성하고, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 리셋하고, S301 및 S302의 수행으로 복귀한다.

[0133] S307. 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰 경우, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 1만큼 증가시키고, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하고, 그렇다면 S308을 수행한다.

[0134] S308. 생성된 활성 대기 경로 스위칭 명령을 자동으로 전달하고, 전송을 위해 패킷을 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭한다.

[0135] 본 발명의 본 실시 예에서, 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시, 대기 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시, 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크 레이턴시 및 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크 레이턴시가 획득되고, 활성 전송 경로 레이턴시 및 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해 각각의 디바이스 레이턴시 및 링크 레이턴시에 기초하여 계산이 수행된다. 다음으로, 레이턴시 기반 스위칭 메커니즘에 기초하여, 활성 전송 경로의 서비스 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정되고, 대기 전송 경로의 서비스 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은 것으로 판정된 때, 활성 대기 경로 스위칭 명령이 생성되고, 활성 대기 경로 스위칭 명령에 기초하여 전송을 위해 패킷은 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭된다. 이러한 방식으로, 레이턴시에 민감한 서비스의 전송 경로에 대해 보호가 제공됨으로써, 레이턴시에 대한 서비스 전송 경로의 서비스 요건을 보장할 수 있다.

[0136] 본 발명의 실시 예들 중 도 3에 개시된 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법에 기초하며, 다른 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법이 추가로 개시된다. 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 상기 방법은 다음 단계들을 포함한

다.

- [0137] S501. 네트워크 제어기는 모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득한다.
- [0138] S502. 네트워크 제어기는 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 제2 노드 레이턴시를 획득한다.
- [0139] S503. 네트워크 제어기는 미리 설정된 기간 내에 획득한 활성 전송 경로 상의 n 개의 제1 노드 레이턴시에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시를 계산한다.
- [0140] S504. 네트워크 제어기는 미리 설정된 기간 내에 획득한 대기 전송 경로 상의 m 개의 제2 노드 레이턴시에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시를 계산한다.
- [0141] S501의 실행 원리 및 프로세스는 도 3에 개시된 S301의 실행 원리 및 프로세스와 일치한다. S502의 실행 원리 및 프로세스는 도 3에 개시된 S302의 실행 원리 및 프로세스와 일치한다. S503의 실행 원리 및 프로세스는 도 3에 개시된 S303의 실행 원리 및 프로세스와 일치한다. S504의 실행 원리 및 프로세스는 도 3에 개시된 S304의 실행 원리 및 프로세스와 일치한다.
- [0142] S505. 활성 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 큰지 여부를 판정하고; 그렇지 않으면 S501 및 S502 수행으로 복귀하고; 그렇다면 S506을 수행한다.
- [0143] S506. 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰지 여부를 판정하고; 그렇지 않으면 S507을 수행하고; 그렇다면 S508을 수행한다.
- [0144] S507. 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크지 않으면, 활성 전송 경로에 대한 제2 알람 정보를 생성하고, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 리셋하고, S501 및 S502의 수행으로 복귀한다.
- [0145] S508. 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 1만큼 증가시킨다.
- [0146] S509. 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 큰지 여부를 판정하고; 그렇지 않으면 S510을 수행하고; 그렇다면 S511을 수행한다.
- [0147] 특정 구현 동안, 미리 설정된 카운트는 기술자에 의해 설정될 수 있고, 구체적으로 3으로 설정될 수 있다.
- [0148] S510. 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 크지 않으면, 활성 전송 경로에 대한 제1 알람 정보를 생성하고, S501 및 S502의 수행으로 복귀한다.
- [0149] 특정 구현 프로세스에서, 제1 알람 정보의 알람 우선 순위는 제2 알람 정보의 알람 우선 순위보다 높다. 일반적으로, 제1 알람 정보는 현재 경로의 레이턴시가 높다는 것을 의미하고, 제2 알람 정보는 현재 경로의 레이턴시가 2차적으로 높다는 것을 의미한다.
- [0150] S511. 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하고; 그렇지 않으면 S512를 수행하고; 그렇다면 S513을 수행한다.
- [0151] S512. 활성 전송 경로에 대한 제1 알람 정보 및 대기 전송 경로에 대한 제1 알람 정보를 생성한다.
- [0152] S513. 생성된 활성 대기 경로 스위칭 명령을 자동으로 전달하고, 전송을 위해 패킷을 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 전환한다.
- [0153] 특정 구현 프로세스에서, 선택적으로, S512 또는 S513이 수행된 후, 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 리셋된다.
- [0154] 본 발명의 본 실시 예에서, 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시, 대기 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시, 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크 레이턴시 및 활성 전송 경로 상의 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크 레이턴시가 획득되고, 활성 전송 경로 레이턴시 및 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해 각각의 디바이스 레이턴시 및 링크 레이턴시에 기초하여 계산이 수행된다. 다음으로, 레이턴시 기반 스위칭 메커니즘에 기초하여, 미리 알람을 제공할지 여부를 결정하고, 그리고 대응하는 알람이 제공된 후, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크고, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은 것으로 판정된 때, 활성 대기 경로 스위칭 명령이 생성되고, 활성 대기 경로 스위칭 명령에 기초하여 전송을 위해 패킷은 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭된다.

이러한 방식으로, 레이턴시에 민감한 서비스의 전송 경로에 대해 보호가 제공됨으로써, 레이턴시에 대한 서비스 전송 경로의 서비스 요건을 보장할 수 있다. 또한, 알람 방식에서, 활성 대기 전송 경로 스위칭이 최적화될 수 있고, 활성 전송 경로를 스위칭하기 위해 보다 적절한 대기 전송 경로가 선택된다.

[0155] 본 발명의 실시 예들에 개시된 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법에 기초하여, 본 발명의 실시 예들은 전송 경로 제어 방법을 수행하기 위한 네트워크 제어기 및 시스템을 추가로 개시한다.

[0156] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 네트워크 제어기(600)의 개략 구조도이다. 네트워크 제어기(600)는 레이턴시 획득 모듈(601), 제1 레이턴시 계산 모듈(602), 제2 레이턴시 계산 모듈(603), 레이턴시 제어 모듈(604) 및 레이턴시 스위칭 모듈(605)을 포함한다.

[0157] 레이턴시 획득 모듈(601)은, 모니터링될 활성 전송 경로 상에서 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 n 개의 제1 노드 레이턴시를 획득하고, 모니터링될 대기 전송 경로 상에서 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 m 개의 제2 노드 레이턴시를 획득하도록 구성된다.

[0158] 제1 노드 레이턴시는, 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 제1 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, 제2 노드 레이턴시는, 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스의 디바이스 레이턴시와, 제2 네트워크 노드 디바이스와 다음 네트워크 노드 디바이스 사이의 링크에 대한 레이턴시의 합이고, n 개의 네트워크 노드 디바이스는 제1 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, m 개의 네트워크 노드 디바이스는 제2 네트워크 노드 디바이스를 포함하고, n은 2 이상이고, m은 2 이상이다.

[0159] 제1 레이턴시 계산 모듈(602)은, 미리 설정된 기간 내에 획득한 활성 전송 경로 상의 n 개의 제1 노드 레이턴시에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시를 계산하도록 구성되며, 여기서 활성 전송 경로 레이턴시는, 서비스 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷이 전송되는 경우, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도는, 서비스 데이터 흐름의 패킷이 활성 전송 경로 상에서 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용된다.

[0160] 특정 구현 동안, 제1 레이턴시 계산 모듈(602)은 다음을 포함한다:

[0161] 활성 전송 경로 상의 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 노드 레이턴시로서 미리 설정된 기간 내에 획득한 제1 노드 레이턴시에 기초하여, i 번째 네트워크 노드 디바이스의 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수 Li 를 계산하도록 구성되는 제1 변수 계산 유닛 - 여기서, i 값은 1 내지 n 범위의 양의 정수이고, Li 는, 미리 설정된 기간 내에 활성 전송 경로 상에서 i 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는 데이터 흐름에 포함된 모든 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제1 확률 분포를 포함하고, 제1 확률 분포는 i 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

[0162] 제1 경로 레이턴시 랜덤 변수에 기초하여 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{i=1}^n Li$ 를 결정하도록 구성되는 제1 합산 유닛 - 여기서, $\sum_{i=1}^n$ 는 n 개의 네트워크 노드 디바이스의 제1 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

[0163] 활성 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 활성 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{i=1}^n Li$ 로부터, 제1 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 결정하도록 구성되는 제1 결정 유닛을 포함한다.

[0164] 제2 레이턴시 계산 모듈(603)은, 미리 설정된 기간 내에 획득한 대기 전송 경로 상의 m 개의 제2 노드 레이턴시에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시를 계산하도록 구성되며, 여기서 대기 전송 경로 레이턴시는, 검출 패킷이 전송된 경우, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 나타내기 위해 사용되고, 제2 타깃 레이턴시 신뢰도는, 검출 패킷이 대기 전송 경로 상에서 제1 네트워크 노드 디바이스로부터 마지막 네트워크 노드 디바이스로 전송되는 성공률을 나타내기 위해 사용된다.

[0165] 특정 구현 동안, 제2 레이턴시 계산 모듈(603)은 다음을 포함한다:

[0166] 대기 전송 경로 상의 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 노드 레이턴시로서 미리 설정된 기간 내에 획득한

제2 노드 레이턴시에 기초하여, j 번째 네트워크 노드 디바이스의 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수 L_j 를 계산하도록 구성되는 제2 변수 계산 유닛 - 여기서, j 값은 1 내지 m 범위의 양의 정수이고, L_j 는, 미리 설정된 기간 내에 대기 전송 경로 상에서 j 번째 네트워크 노드 디바이스를 통해 흐르는 검출 패킷의 디바이스 레이턴시에 대한 제2 확률 분포를 포함하고, 제2 확률 분포는 j 번째 네트워크 노드 디바이스의 링크 레이턴시에 의해 상쇄됨 -;

[0167] 제2 경로 레이턴시 랜덤 변수에 기초하여 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{j=1}^m L_j$ 를 결정하도록 구성되는 제2 합산 유닛 - 여기서, $\sum_{j=1}^m$ 는 m 개의 네트워크 노드 디바이스의 제2 레이턴시 랜덤 변수에 대해 랜덤 변수 합산을 수행함을 의미함 -; 및

[0168] 대기 전송 경로 레이턴시를 획득하기 위해, 대기 전송 경로 레이턴시 랜덤 변수 $\sum_{j=1}^m L_j$ 로부터, 제2 타겟 레이턴시 신뢰도를 달성하는 레이턴시를 결정하도록 구성되는 제2 결정 유닛을 포함한다.

[0169] 선택적으로, 제1 레이턴시 계산 모듈(602) 및 제1 레이턴시 계산 모듈(603)은 하나의 레이턴시 계산 모듈로 결합될 수 있다.

[0170] 레이턴시 제어 모듈(604)은, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크고, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 활성 대기 경로 스위칭 표시를 생성하고, 활성 대기 경로 스위칭 표시를 레이턴시 스위칭 모듈에 송신하도록 구성된다.

[0171] 레이턴시 스위칭 모듈(605)은 활성 대기 경로 스위칭 명령에 기초하여 패킷을 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭하도록 구성된다.

[0172] 또한, 특정 구현 동안, 선택적으로, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정하기 전에, 레이턴시 제어 모듈(604)은, 활성 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 레이턴시 획득 모듈(601)을 실행하는 단계로 복귀하고; 활성 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 큰 것으로 판정하는 경우, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰지 여부를 판정하도록 추가로 구성된다.

[0173] 선택적으로, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 큰 것으로 판정한 후, 레이턴시 제어 모듈(604)은, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 1만큼 증가시키고; 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정하는 경우, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하고; 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 활성 전송 경로에 대한 제1 알람 정보를 생성하고, 레이턴시 획득 모듈(601)의 실행으로 복귀하도록 추가로 구성된다.

[0174] 선택적으로, 레이턴시 제어 모듈(604)은, 활성 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 크지 않은 것으로 판정하는 경우, 활성 전송 경로에 대한 제2 알람 정보를 생성하고, 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 리셋하고 - 여기서, 제2 알람 정보의 알람 우선 순위는 제1 알람 정보의 알람 우선 순위보다 낮음 -; 레이턴시 획득 모듈(601)의 실행으로 복귀하도록 추가로 구성된다.

[0175] 선택적으로, 스위칭 임계치 카운터의 카운트가 미리 설정된 카운트보다 큰 것으로 판정한 후, 대기 전송 경로가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하기 전에, 레이턴시 제어 모듈(604)은, 대기 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 작은 것으로 판정하는 경우, 대기 전송 경로 레이턴시가 스위칭 임계치보다 작은지 여부를 판정하는 단계를 수행하고; 대기 전송 경로 레이턴시가 알람 임계치보다 작지 않은 것으로 판정하는 경우, 활성 전송 경로의 제1 알람 정보 및 대기 전송 경로의 제1 알람 정보를 생성하도록 추가로 구성된다.

[0176] 또한, 전송을 전송을 위해 패킷을 활성 전송 경로에서 대기 전송 경로로 스위칭한 후에, 레이턴시 제어 모듈(604)은 스위칭 임계치 카운터의 카운트를 리셋하도록 추가로 구성된다.

[0177] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 전송할 실시 예에 개시된 네트워크 제어기에 기초하여, 다른 네트워크 제어기(700)의 개략 구조도가 추가로 개시된다. 네트워크 제어기(700)는 레이턴시 측정 모듈(701), 레이턴시 획득 모듈(702), 레이턴시 계산 모듈(703), 레이턴시 제어 모듈(704) 및 레이턴시 스위칭 모듈(705)을 포함한다.

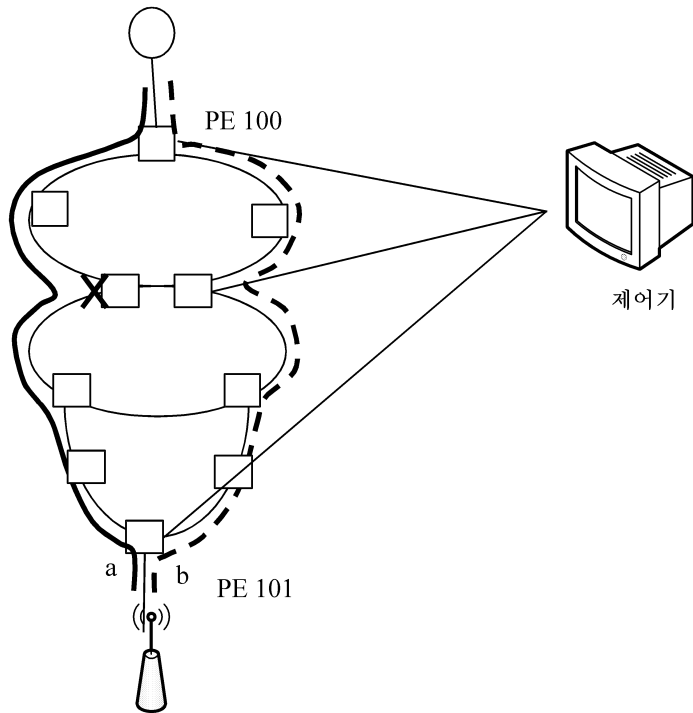
- [0178] 레이턴시 획득 모듈(702)은 도 6에 도시된 레이턴시 획득 모듈(601)과 동일하다. 레이턴시 제어 모듈(704)은 도 6에 도시된 레이턴시 제어 모듈(604)과 동일하다. 레이턴시 스위칭 모듈(705)은 도 6에 도시된 레이턴시 스위칭 모듈(605)과 동일하다. 레이턴시 계산 모듈(703)은 도 6에 도시된 제1 레이턴시 계산 모듈(602) 및 제2 레이턴시 계산 모듈(603)의 결합된 모듈이다. 각 모듈에 관련된 대응하는 동작에 대해서는, 도 6에 대응하는 명세서 부분에서 설명된 대응하는 동작을 참조할 수 있다. 세부 내용에 대해서는 여기서 다시 설명하지 않는다.
- [0179] 레이턴시 측정 모듈(701)은 제1 레이턴시 측정 모듈 및 제2 레이턴시 측정 모듈을 포함한다.
- [0180] 제1 레이턴시 측정 모듈은, 미리 설정된 기간 내의 활성 전송 경로 상의 제1 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시를 측정하도록 구성된다.
- [0181] 제2 레이턴시 측정 모듈은, 미리 설정된 기간 내의 대기 전송 경로 상의 제2 네트워크 노드 디바이스에 대한 디바이스 레이턴시를 측정하도록 구성된다.
- [0182] 선택적으로, 레이턴시 측정 모듈(701)의 제1 레이턴시 측정 모듈은 활성 전송 경로 상의 각 네트워크 노드 디바이스 상에 배치될 수 있다. 제2 레이턴시 측정 모듈은 대기 전송 경로 상의 각 네트워크 노드 디바이스 상에 배치될 수 있다. 제1 레이턴시 측정 모듈 및 제2 레이턴시 측정 모듈은 구체적으로 도 2에 도시된 레이턴시 측정 모듈일 수 있다.
- [0183] 본 발명의 실시 예들에 개시된 레이턴시 기반 전송 경로 제어 방법을 참조하면, 본 발명의 실시 예들에 개시된 네트워크 제어기는 대안적으로 하드웨어, 프로세서에 의해 실행되는 메모리, 또는 그 조합을 사용함으로써 직접 구현될 수 있다.
- [0184] 도 8에 도시된 바와 같이, 네트워크 제어기(800)는 메모리(801) 및 메모리(801)와 통신하는 프로세서(802)를 포함한다. 선택적으로, 네트워크 제어기(800)는 네트워크 인터페이스(803)를 더 포함한다.
- [0185] 프로세서(802)는 버스를 통해 메모리(801)에 연결된다. 프로세서(802)는 버스를 통해 네트워크 인터페이스(803)에 연결된다.
- [0186] 메모리(801)는 구체적으로 콘텐츠 어드레싱 가능 메모리(content-addressable memory, CAM) 또는 랜덤 액세스 메모리(random-access memory, RAM)일 수 있다. CAM은 TCAM(ternary content addressable memory)일 수 있다.
- [0187] 프로세서(802)는 구체적으로 중앙 처리 유닛(central processing unit, CPU), 네트워크 프로세서(network processor, NP), 주문형 집적 회로(application-specific integrated circuit, ASIC), 또는 프로그램 가능 논리 장치(programmable logic device, PLD)일 수 있다. PLD는 CPLD(complex program logic device), FPGA(field-programmable gate array) 또는 GAL(generic array logic)일 수 있다.
- [0188] 네트워크 인터페이스(803)는 유선 인터페이스, 예를 들어, 파이버 분산 데이터 인터페이스(fiber distributed data interface, FDDI) 또는 이더넷(ethernet) 인터페이스일 수 있다.
- [0189] 메모리(801)는 대안적으로 프로세서(802)에 통합될 수 있다. 메모리(801)와 프로세서(802)가 서로 독립적인 디바이스인 경우, 메모리(801)는 프로세서(802)에 연결된다. 예를 들어, 메모리(801)는 버스를 통해 프로세서(802)와 통신할 수 있다. 네트워크 인터페이스(803)는 버스를 통해 프로세서(802)와 통신할 수 있거나, 네트워크 인터페이스(803)는 프로세서(802)에 직접 연결될 수 있다.
- [0190] 메모리(801)는 동작 프로그램, 프로그램 코드 또는 전송 경로 제어를 위한 인스트럭션을 저장하도록 구성된다. 선택적으로, 메모리(801)는 운영 체제 및 응용 프로그램을 포함하고, 운영 프로그램, 프로그램 코드 또는 전송 경로 제어를 위한 인스트럭션을 저장하도록 구성된다.
- [0191] 프로세서(802) 또는 하드웨어 디바이스가 전송 경로 제어와 관련된 동작을 수행해야 하는 경우, 프로세서(802) 또는 하드웨어 디바이스는, 도 3 및 도 5a 및 도 5b의 전송 경로 제어 프로세스를 완료하기 위해, 메모리(801)에 저장된 동작 프로그램, 프로그램 코드 또는 인스트럭션을 호출 및 실행한다. 특정 프로세스에 대해서는, 전술한 본 발명의 실시 예에서 대응하는 부분을 참조할 수 있다.. 세부 내용에 대해서는 여기서 다시 설명하지 않는다.
- [0192] 도 8은 단지 네트워크 제어기의 단순화된 설계를 도시하는 것으로 이해할 수 있다. 실제 응용에서, 네트워크 제어기는 임의의 수량의 인터페이스, 프로세서, 메모리 등을 포함할 수 있다.
- [0193] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 통신 시스템(900)의 개략 구조도이다. 전송 경로 제어 시스템은 네트워크

제어기(901) 및 네트워크 노드 디바이스(902)를 포함한다.

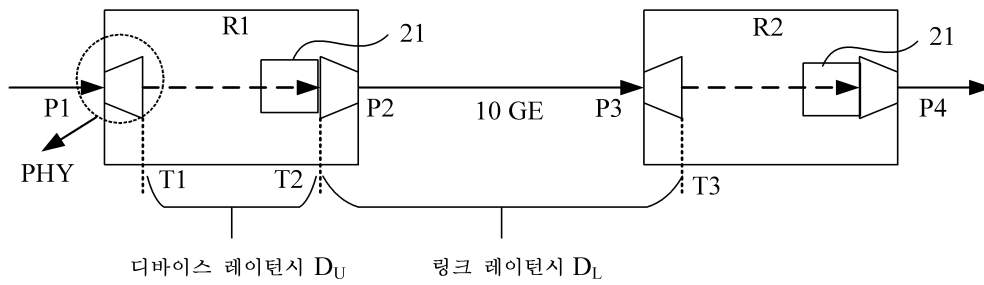
- [0194] 네트워크 제어기(901)는 도 6, 도 7 및 도 8에 도시된 네트워크 제어기 중 어느 하나이다.
- [0195] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 다른 통신 시스템(1000)의 개략 구조도이다. 통신 시스템(1000)은 네트워크 제어기(1001), 네트워크 노드 디바이스(1002) 및 제어기(1003)를 포함한다.
- [0196] 제어기(1003)는 제어 평면 상에 위치하고, 네트워크 노드 디바이스(1002)는 디바이스 평면 상에 위치한다.
- [0197] 선택적으로, 네트워크 제어기(1001)는 분할될 수 있다. 네트워크 제어기(1001)가 도 6 또는 도 7에 도시된 네트워크 제어기인 경우, 네트워크 노드 디바이스(1002)를 대응하여 측정하는 레이턴시 측정 모듈 및 네트워크 노드 디바이스(1002) 사이의 경로를 스위칭하기 위한 레이턴시 스위칭 모듈은 네트워크 노드 디바이스(1002)가 위치하는 디바이스 평면 상에 배치될 수 있고, 다른 모듈들은 제어기(1003) 또는 제어기(1003)가 위치하는 제어 평면 상에 배치될 수 있다.
- [0198] 본 발명의 본 실시 예에 개시된 통신 시스템에서, 네트워크 노드 디바이스의 수량은 제한되지 않는다. 본 발명의 본 실시 예에서, 경로 전환 제어에 사용되는 활성 전송 경로 및 대기 전송 경로는 네트워크 노드 디바이스를 포함한다.
- [0199] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 전술한 하나 이상의 예에서, 본 출원에서 설명되는 기능이 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 임의의 조합을 사용하여 구현될 수 있다는 것을 인식해야 한다. 기능들이 소프트웨어에 의해 구현 될 때, 기능들은 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 저장되거나, 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 하나 이상의 인스트럭션 또는 코드로서 전송될 수 있다. 컴퓨터로 판독 가능한 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 포함한다. 통신 매체는 컴퓨터 프로그램이 한 장소에서 다른 장소로 전송될 수 있도록 하는 임의의 매체를 포함한다. 저장 매체는 범용 또는 전용 컴퓨터에 액세스 가능한 임의의 이용 가능한 매체일 수 있다.
- [0200] 본 명세서에서의 부분들은 모두 점진적인 방식으로 설명되며, 실시 예들에서의 동일하거나 유사한 부분들에 대해서는, 이들 실시 예들을 상호 참조할 수 있으며, 각각의 실시 예는 다른 실시 예들과의 차이점에 초점을 둔다. 특히, 장치 및 시스템 실시 예는 기본적으로 방법 실시 예와 유사하므로, 비교적 간략하게 설명된다. 관련 부분에 대해서는, 방법 실시 예의 설명을 참조할 수 있다.
- [0201] 마지막으로, 전술한 실시 예는 본 출원을 제한하는 것이 아니라 본 출원의 기술적 해결 방안의 예를 설명하기 위한 것일 뿐이다. 본 출원 및 본 출원의 유리한 효과가 전술한 실시 예들을 참조하여 상세하게 설명되지만, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 본 출원의 청구 범위를 벗어나지 않으면서, 그가 여전히 전술한 실시 예에 기록된 기술적 해결 방안을 수정하거나, 그 일부 기술적 특징을 균등하게 대체할 수 있음을 이해해야 한다.

도면

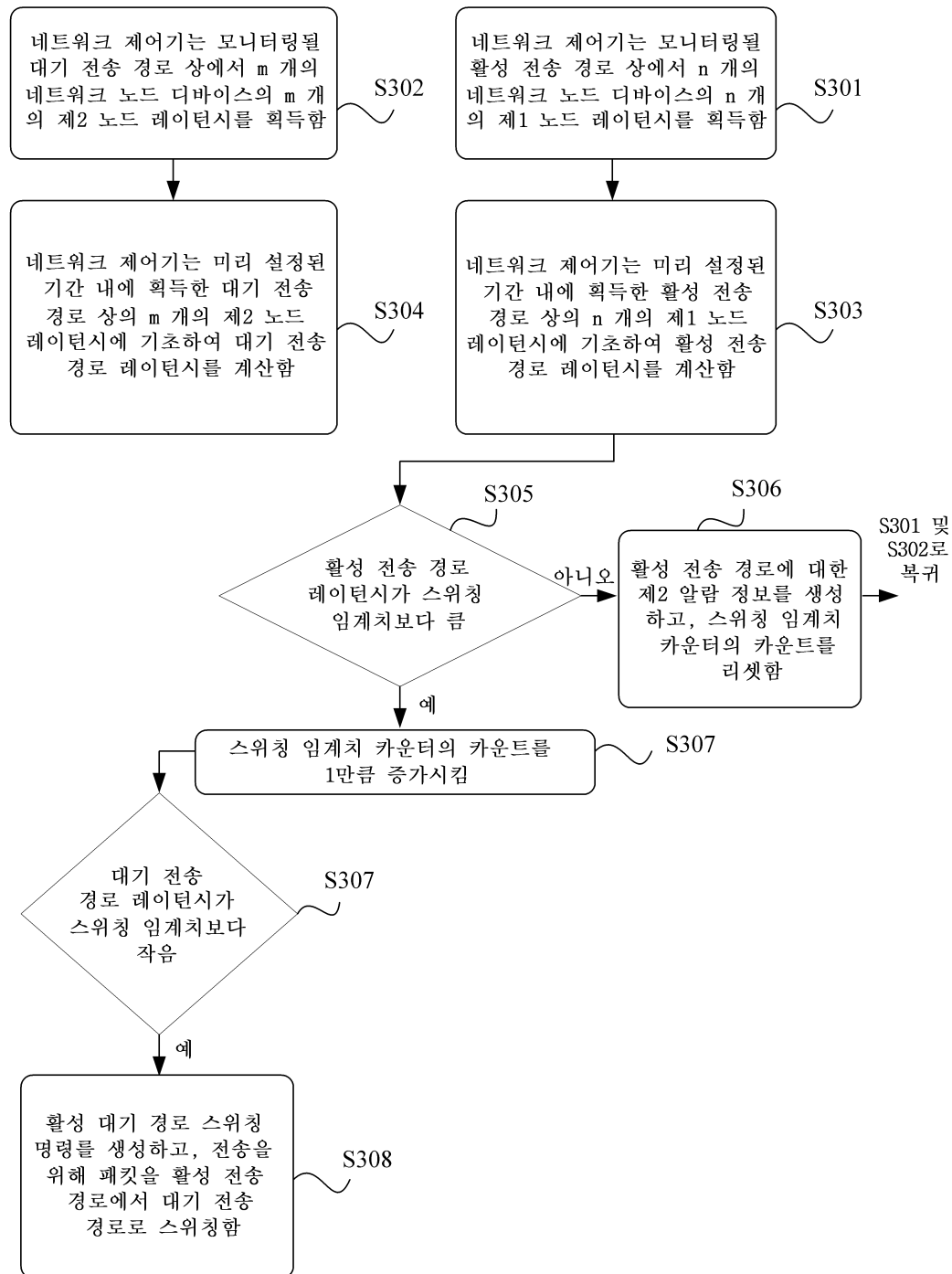
도면1



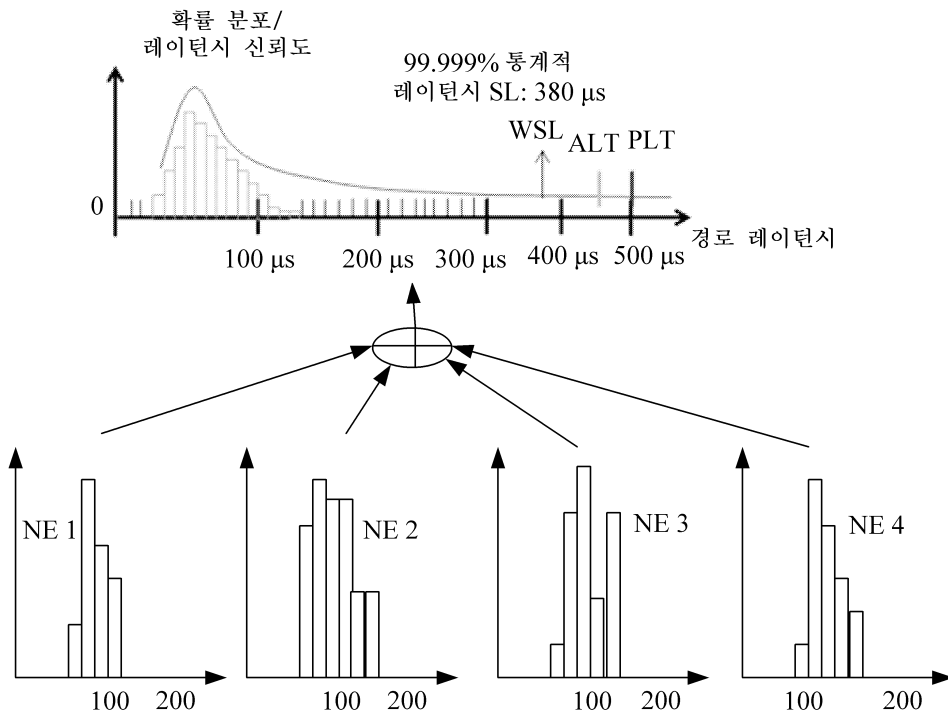
도면2



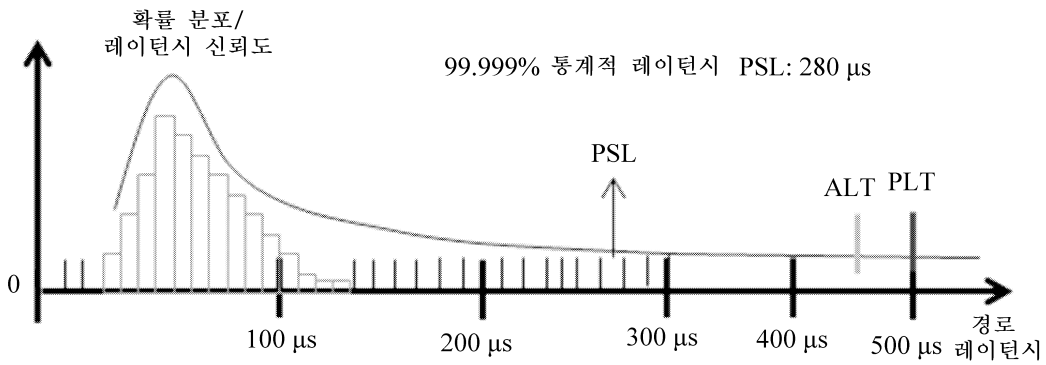
도면3



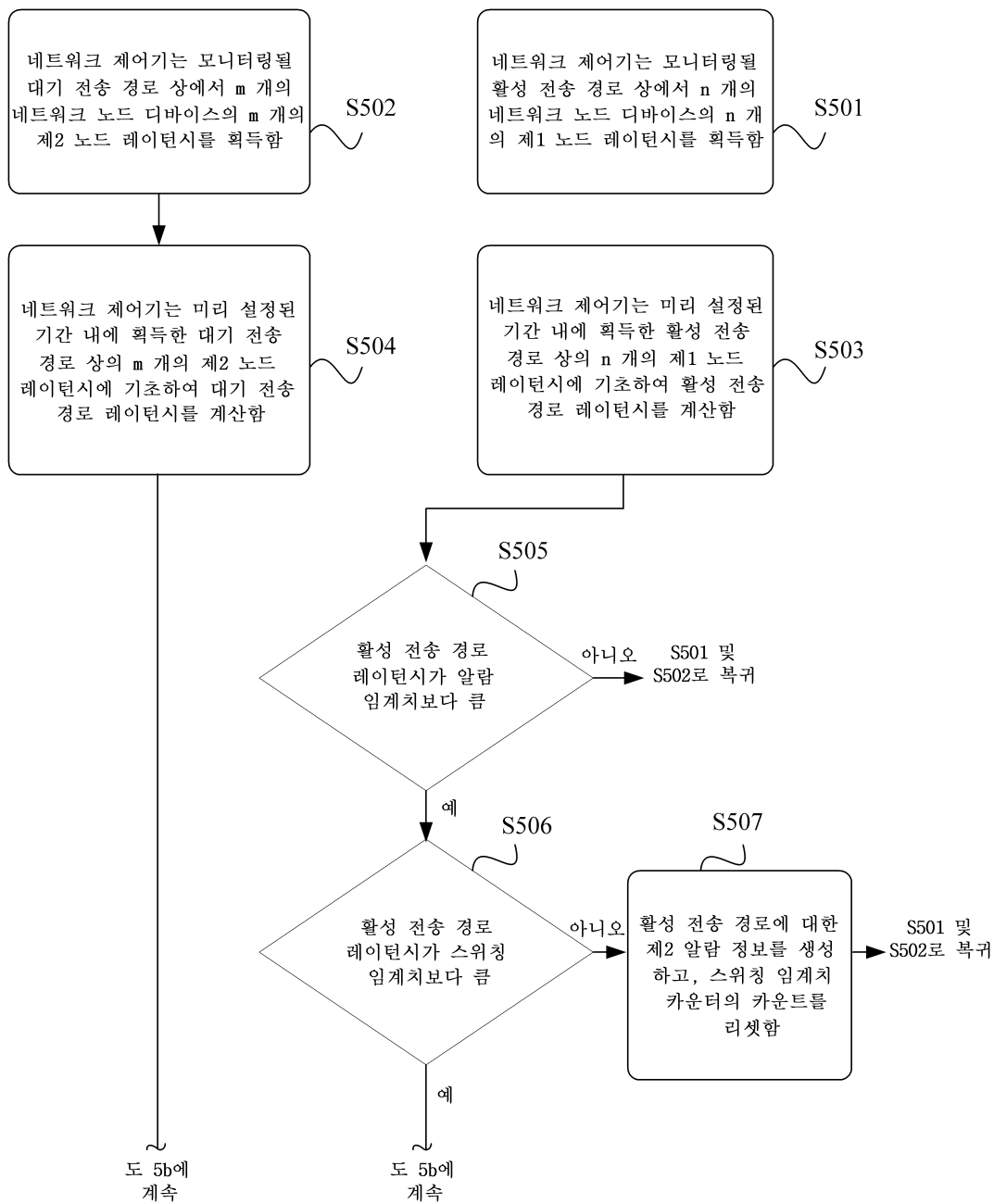
도면4a



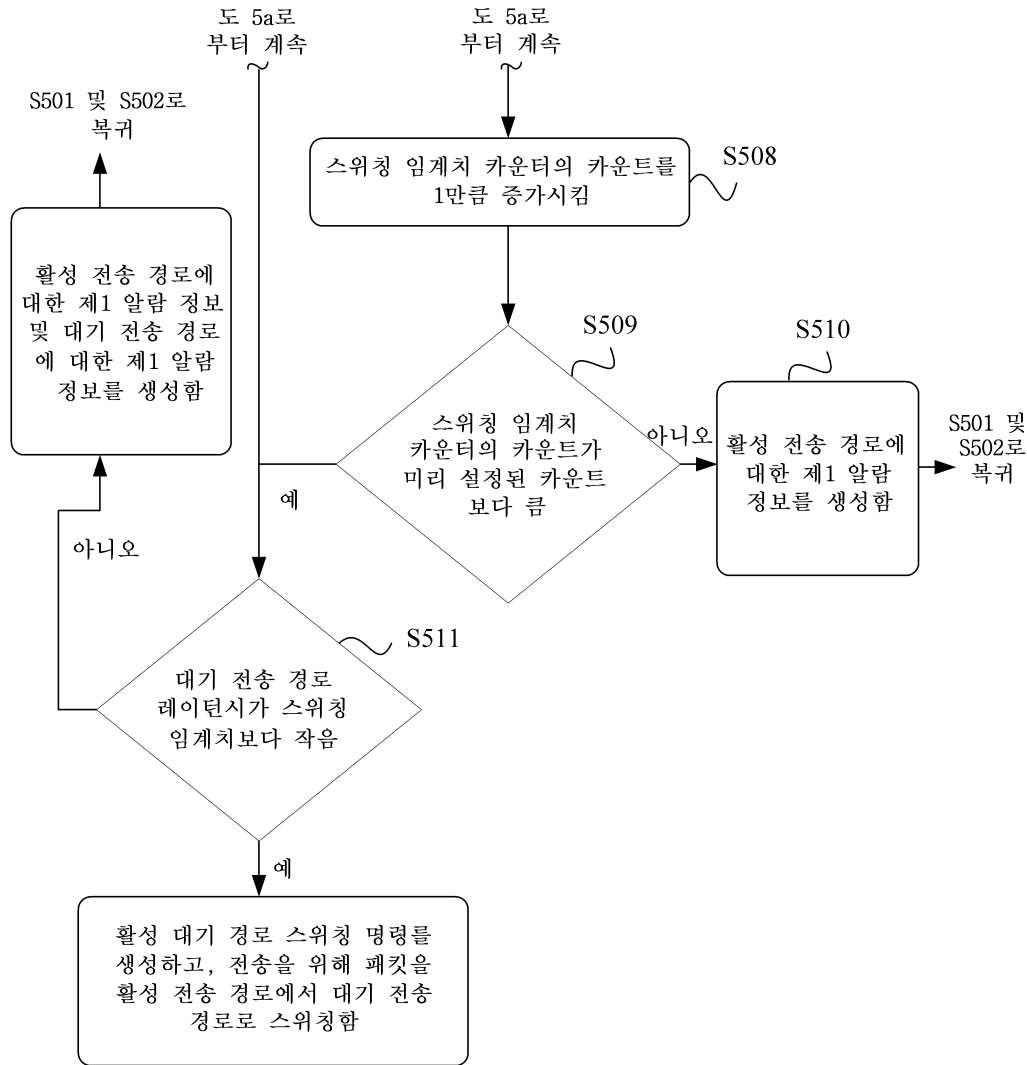
도면4b



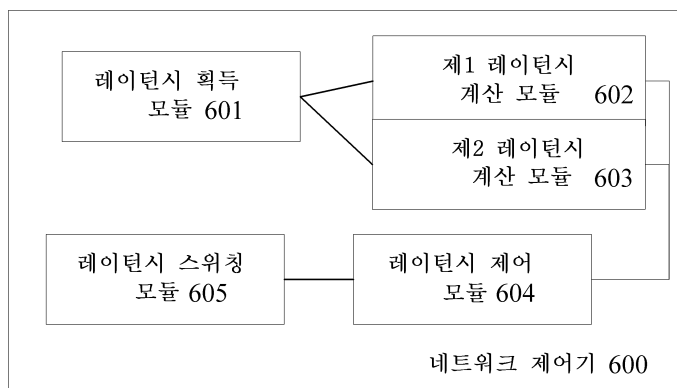
도면5a



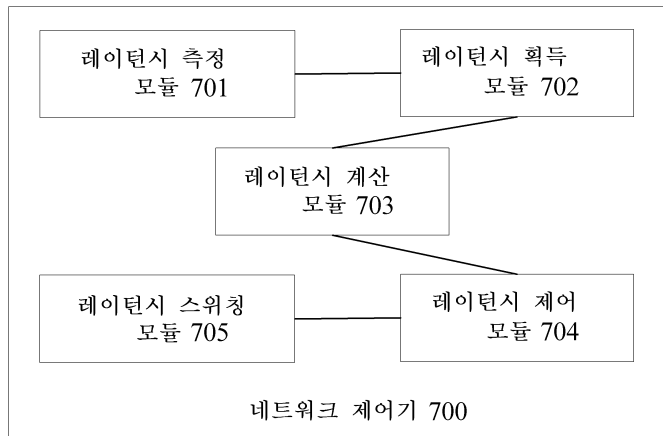
도면5b



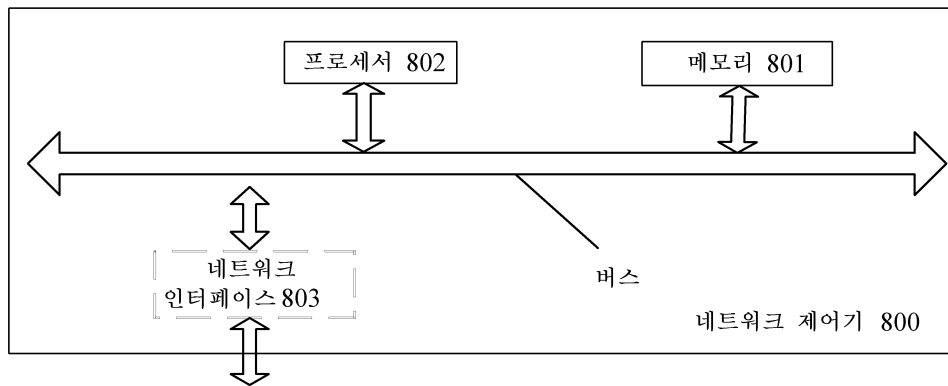
도면6



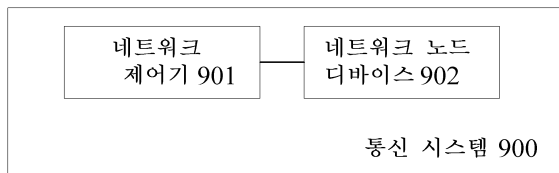
도면7



도면8



도면9



도면10

