



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월14일
(11) 등록번호 10-1937387
(24) 등록일자 2019년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
HO4L 12/707 (2013.01) HO4L 12/42 (2006.01)
HO4L 12/773 (2013.01)
(52) CPC특허분류
HO4L 45/24 (2013.01)
HO4L 12/42 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0102390
(22) 출원일자 2017년08월11일
심사청구일자 2017년08월11일
(65) 공개번호 10-2018-0019004
(43) 공개일자 2018년02월22일
(30) 우선권주장
1020160102347 2016년08월11일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
Nguyen Xuan Tien et al., "FHT: A Novel Approach for Filtering High-Availability Seamless Redundancy (HSR) Traffic", Energies 2015, 8, www.mdpi.com/journal/energies (2015.06)*
Nguyen Xuan Tien et al., "High-availability Seamless Redundancy (HSR) Traffic Reduction Using Optimal Dual Paths (ODP)", International Conference on Green and Human Information Technology (ICGHIT) 201*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
명지대학교 산학협력단
경기도 용인시 처인구 명지로 116 (남동, 명지대학교)
(72) 발명자
이종명
경기도 성남시 분당구 판교역로 49 903동 601호 (백현동, 백현마을9단지아파트)
응우옌 수안 티엔
경기도 용인시 처인구 명지로 116 명지대학교 제5공학과 5519호
김세목
경기도 용인시 기흥구 어정로 62-7 106동 702호 (상하동, 신일유토빌아파트)
(74) 대리인
이은철, 이우영

전체 청구항 수 : 총 4 항

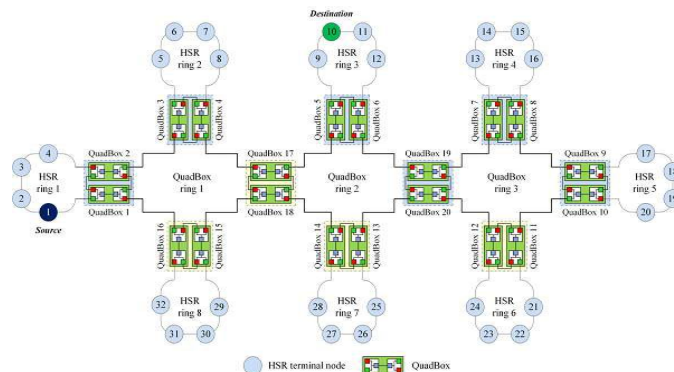
심사관 : 윤태섭

(54) 발명의 명칭 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법

(57) 요약

본 발명은 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법에 관한 것으로서, HSR 터미널 노드, DANH 노드, RedBox 노드, Quad-Box 노드를 포함하여 형성된 HSR 네트워크에서 수행되고, (a) 상기 Quad-Box 노드가 상기 HSR 터미널 노드에서 송신한 감시프레임과 이중경로 탐색 메시지 및 이중경로 응답 메시지를

(뒷면에 계속)
대표도 - 도1



이용하여, HSR 링간의 송신 쿼드박스 노드간 경로와 수신 쿼드박스 노드간 경로인 이중경로를 탐색 및 수립하는 단계; 그리고, (b) 소스 노드에서 목적 노드로 프레임 전송 시 상기 (a) 단계에서 수립된 이중경로를 통해 상기 프레임을 포워딩하는 단계;를 포함하여 수행된다. 이로 인해, 기존의 HSR 프로토콜을 이용하는 네트워크 대비 유니캐스트 트래픽을 80-88% 향상시키고, 네트워크 대역폭을 절약하며, 이에 따라, 네트워크 성능이 향상되게 된다.

(52) CPC특허분류

H04L 45/60 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345239971
부처명	교육부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	이공학개인지초연구지원
연구과제명	고장시 전환시간이 전혀 소요되지 않는 무결절 이더넷 스위치 개발
기여율	1/1
주관기관	명지대학교
연구기간	2015.11.01 ~ 2016.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

HSR 터미널 노드, DANH 노드, RedBox 노드, Quad-Box 노드를 포함하여 형성된 HSR 네트워크에서 수행되고,

(a) 상기 Quad-Box 노드가 상기 HSR 터미널 노드에서 송신한 감시프레임과 이중경로 탐색 메시지 및 이중경로 응답 메시지를 이용하여, HSR 링간의 송신 쿼드박스 노드간 경로와 수신 쿼드박스 노드간 경로인 이중경로를 탐색 및 수립하는 단계; 그리고,

(b) 소스 노드에서 목적 노드로 프레임 전송 시 상기 (a) 단계에서 수립된 이중경로를 통해 상기 프레임을 포워딩하는 단계;

를 포함하여 수행되며,

상기 이중경로 탐색 메시지 및 상기 이중경로 응답 메시지는 상기 송신 쿼드박스 노드의 링 ID인 소스 링ID를 포함하고, 상기 (a) 단계는 순환방지를 위해, 낮은 상기 링 ID를 갖는 쿼드박스 노드가 상기 이중경로 응답 메시지를 생성 및 송신하도록 수행되는 것을 특징으로 하는 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계는, 상기 Quad-Box 노드가 맥 테이블, 링 테이블 및 포워딩 테이블을 생성하여 상기 이중경로를 탐색 및 수립하도록 이루어지는 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 (a) 단계는, 상기 Quad-Box 노드는 상기 Quad-Box 노드의 HSR 링의 터미널 노드의 맥 주소를 포함하도록 상기 맥 테이블을 생성하고, 상기 HSR 링 ID에관련이 있는 모든 터미널 노드의 맥 주소를 포함하도록 상기 링 테이블을 생성하며, 링-연결된 네트워크에서의 HSR링 간의 경로 엔트리를 포함하도록 상기 포워딩 테이블을 생성하여 이루어지는 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계는, 상기 HSR 터미널 노드는 상기 감시 프레임을 설정된 주기마다 자신에 구비된 두 개의 포트에 멀티캐스트하도록 수행되어, 상기 Quad-Box 노드가 상기 HSR 링에 연결된 터미널 노드의 맥 주소를 학습하게 되는 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법.

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술분야

본 발명은 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 잔여 트래픽 감소 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0001]

[0002] HSR(high-availability seamless redundancy or ring) 프로토콜은 고가용성 자동화 네트워크에 관한 것으로, 단일 결합으로 인한 시스템 중단을 막기 위해 단일 네트워크 전송라인을 한 쌍(pair)로 전환하는 기술이 제안되고 있다.

[0003] 이러한 HSR 프로토콜은 네트워크를 구성하는 모든 노드에 송신 프레임을 멀티캐스팅하는 구조로 형성되어, 목적지 노드를 포함하지 않는 링에도 프레임을 멀티캐스팅함에 따라 불필요한 대역폭을 소비하므로 이러한 초과 트래픽을 줄일 수 있는 방법이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제1397299호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 링 기반의 이중경로(RDP; Ring-based Dual Path)를 생성하여 기존의 HSR 프로토콜에서 불필요한 초과 트래픽이 생성되는 것을 효과적으로 감소시켜 네트워크 성능을 향상하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법은 HSR 터미널 노드, DANH 노드, RedBox 노드, Quad-Box 노드를 포함하여 형성된 HSR 네트워크에서 수행되고, (a) 상기 Quad-Box 노드가 상기 HSR 터미널 노드에서 송신한 감시프레임과 이중경로 탐색 메시지 및 이중경로 응답 메시지를 이용하여, HSR 링간의 송신 쿼드박스 노드간 경로와 수신 쿼드박스 노드간 경로인 이중경로를 탐색 및 수립하는 단계; 그리고, (b) 소스 노드에서 목적 노드로 프레임 전송 시 상기 (a) 단계에서 수립된 이중경로를 통해 상기 프레임을 포워딩하는 단계;를 포함하여 수행된다.

[0007] 상기 (a) 단계는, 상기 Quad-Box 노드가 맥 테이블, 링 테이블 및 포워딩 테이블을 생성하여 상기 이중경로를 탐색 및 수립하도록 이루어진다.

[0008] 상기 (a) 단계는, 상기 Quad-Box 노드는 상기 Quad-Box 노드의 HSR 링의 터미널 노드의 맥 주소를 포함하도록 상기 맥 테이블을 생성하고, 상기 HSR 링 ID에관련이 있는 모든 터미널 노드의 맥 주소를 포함하도록 상기 링 테이블을 생성하며, 링-연결된 네트워크에서의 HSR링 간의 경로 엔트리를 포함하도록 상기 포워딩 테이블을 생성하여 이루어진다.

[0009] 상기 (a) 단계는, 상기 HSR 터미널 노드는 상기 감시 프레임을 설정된 주기마다 자신에 구비된 두 개의 포트에 멀티캐스트하도록 수행되어, 상기 Quad-Box 노드가 상기 HSR 링에 연결된 터미널 노드의 맥 주소를 학습하게 된다.

[0010] 상기 (a) 단계에서 상기 Quad-Box 노드는 순환방지를 위한 일련번호를 포함하여 상기 이중경로 탐색 메시지 및 상기 이중경로 응답 메시지를 생성하도록 수행되고, HSR 링에 연결된 Quad-Box 노드의 일련번호들 중 낮은 일련번호가 부여된 Quad-Box 노드가 상기 이중경로 응답 메시지를 생성하도록 수행된다.

발명의 효과

[0011] 이러한 특징에 따르면, 본원 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법은 HSR 링에 연결된 이중경로를 탐색하고 세팅하고, 정의된 이중경로를 통해 소스 노드에서 목적 노드로 전달되는 프레임을 포워딩함으로써, 네트워크의 모든 부분으로 프레임 사본을 포워딩하는 기존의 HSR 프로토콜을 적용하는 네트워크보다 트래픽 성능이 개선되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법을 위한 네

트위크 구조를 나타낸 도면이다.

도 2는 기존의 HSR 프로토콜을 적용한 네트워크에서 유니캐스트 트래픽 프레임 포워딩 흐름을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법을 위한 네트워크 구조에서의 트래픽 포워딩 흐름을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법을 이용한 프레임 전송 성능을 기존의 HSR 프로토콜을 적용한 네트워크에서의 프레임 전송 성능과 비교하기 위해, 프레임 전송 예시들을 나타낸 도면이다.

도 5a는 도 4의 제1 경우에 따른 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법을 적용하여 프레임을 전송한 경우와 기존의 HSR 프로토콜을 적용한 네트워크에서 프레임을 전송한 경우의 네트워크 성능을 비교한 그래프이다.

도 5b는 도 4의 제2 경우에 따른 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 추가 트래픽 감소 방법을 적용하여 프레임을 전송한 경우와 기존의 HSR 프로토콜을 적용한 네트워크에서 프레임을 전송한 경우의 네트워크 성능을 비교한 그래프이다.

도 5c는 도 4의 제3 경우에 따른 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 추가 트래픽 감소 방법을 적용하여 프레임을 전송한 경우와 기존의 HSR 프로토콜을 적용한 네트워크에서 프레임을 전송한 경우의 네트워크 성능을 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0014] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법에 대해 설명한다.
- [0015] 먼저, 도 1에 도시한 것처럼, 본 발명의 한 실시예에 따른 다른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법을 위한 네트워크 구조는 소스 링과 목적 링 사이에 사전에 수립된 이중경로를 통해 소스 노드로부터 목적 노드로 유니캐스트 프레임을 포워딩한다.
- [0016] 이때, HSR 링은 HSR 연결된 링 네트워크의 링으로서, HSR 터미널 노드, DANH, RedBox 노드, Quad-Box를 포함한다. 연결된 링 네트워크의 퀴드박스들은 네트워크의 HSR 링에 연결되는 데 사용된다.
- [0017] 소스 링은 유니캐스트 프레임의 소스 노드를 포함하는 HSR 링이고, 목적 링은 유니캐스트 프레임의 목적 노드를 포함하는 HSR 링이며, 퀴드박스 링(QuadBox 링)은 퀴드박스 노드를 포함하는 HSR 링을 연결하는 네트워크의 링이다. 즉, 퀴드박스 링은 HSR링을 링 연결된 네트워크에 연결하는 데 사용된다.
- [0018] 이때, 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법에서, 이중경로를 탐색하고 수립하는 기능은 터미널 노드가 아닌 퀴드박스 노드에서 수행된다.
- [0019] 접근 퀴드박스 노드는 최소한 하나의 HSR 링에 연결되고, 트렁크 퀴드박스 노드는 두 개의 퀴드박스 링에 연결하는 데 사용되는 퀴드박스이다. 즉, 트렁크 퀴드박스는 어떠한 HSR 링에도 연결되지 않는다.
- [0020] 하나의 퀴드박스는 결함이 있는 네트워크에서 트래픽을 지휘하는 데 충분하지만, 두 개의 쌍으로 이루어진 퀴드박스 노드들은 HSR 네트워크에서 단일점 고장을 방지하는 데 사용된다
- [0021] 한 쌍으로 연결된 퀴드박스 노드들은 단일점 고장을 방지하기 위해 두 개의 링을 연결하도록 한 쌍으로 사용되는 두 개의 퀴드박스 노드이다.
- [0022] HSR 링간의 이중경로를 탐색하고 수립하는 동안, 퀴드박스 노드는 맥 테이블, 링 테이블 및 포워딩 테이블을 수립하고 유지한다.
- [0023] 이때, 맥 테이블은 각 접근 퀴드박스 노드에 수립 및 유지되고, 접근 퀴드박스노드의 HSR 링의 터미널 노드의

맥 주소를 포함한다.

- [0024] 링 테이블은 각 트렁크 퀴드박스 노드에 수립 및 유지되고, HSR 링 ID에 관련이 있는 모든 터미널 노드의 맥 주소를 포함한다.
- [0025] 그리고, 포워딩 테이블은 각 트렁크 퀴드박스 노드에 수립 및 유지되고, 링-연결된 네트워크에서의 HSR링 간의 경로 엔트리를 포함한다.
- [0026] 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법에서, 도 1과 같은 네트워크 구조를 가질 때, HSR 링 간의 이중경로 탐색 및 세팅을 위해 퀴드박스 노드는 링 간 이중경로 탐색 및 수립을 위해 HSR_Supervision frame과 PREQ, PREP 메시지를 포함하는 제어메시지를 사용한다.
- [0027] HSR_Supervision은 기존의 HSR 프로토콜에서 정의된 감시 프레임이다. 각 HSR 터미널 노드는 주기적으로 HSR_Supervisoin 프레임을 자신의 두 개의 포트에 멀티캐스트한다. 각 퀴드박스 노드는 HSR 링에 연결된 터미널 노드의 맥 주소를 학습하고 터미널 노드에서 송신한 HSR_Supervision 프레임을 수신한 것을 기반으로 맥 테이블을 수립한다.
- [0028] PREQ 메시지는 Path_Request 메시지이고, PREP 메시지는 Path_Reply 메시지로서, HSR 링 간의 이중경로를 찾고 각 트렁크 퀴드박스 노드에 대한 링 및 포워딩 테이블을 수립하는 데 이용된다. PREQ 및 PREP 메시지는 접근 퀴드박스 노드에서만 송신된다.
- [0029] 그리고 이때, PREQ 및 PREP 메시지는 HSR 네트워크에서 순환 방지를 위한 일련번호를 포함한다.
- [0030] 본 발명의 한 실시예에서, 퀴드박스 노드는 맥 테이블을 각 접근 퀴드박스 노드에 생성하고, HSR 링의 쌍으로 연결된 이중 경로를 탐색하고 수립한다. 그런 다음, 각 트렁크 퀴드박스 노드에 대해 포워딩 테이블을 생성함으로써 링 기반의 이중 경로를 세팅한다.
- [0031] 맥 테이블 생성에서, 각 접근 퀴드박스 노드는 자신의 HSR 링에 연결된 HSR 터미널 노드에서 송신한 HSR 터미널 노드의 맥 주소를 HSR_Supervision 프레임을 기반으로 학습한다.
- [0032] 각 HSR 터미널 노드는 HSR_Supervision 프레임을 두 개의 포트에 매 라이프체크인터벌(2000ms로 기본설정)마다 멀티캐스트한다. 접근 퀴드박스 노드가 터미널 노드로부터 HSR_Supervision 프레임을 수신할 때, 접근 퀴드박스 노드는 맥 테이블이 해당 프레임의 소스 맥 주소를 포함하는 지를 확인한다.
- [0033] 만약 접근 퀴드박스 노드는 맥 테이블이 해당 프레임의 소스 맥 주소를 포함하지 않는 경우, 접근 퀴드박스 노드는 소스 맥 주소를 맥 테이블에 추가한다. 그리고, 접근 퀴드박스 노드는 소스 맥 주소의 상응하는 엔트리를 업데이트한다.
- [0034] 터미널 노드의 맥 주소를 학습함으로써, 각 접근 퀴드박스는 HSR 링에 연결된 모든 터미널 노드의 맥 주소를 포함하는 맥 테이블을 수립한다. 맥 테이블을 기반으로, 접근 퀴드박스 노드는 링이 프레임의 목적노드를 포함하지 않는 경우 HSR 링으로 HSR 유니캐스트 트래픽 프레임을 포워딩하지 않게 된다.
- [0035] 그리고, 퀴드박스 노드는 경로 요청 및 경로 응답의 핸드셰이크 절차를 통해 링 간의 이중경로 확인 및 생성을 수행한다.
- [0036] 한 예에서, HSR 링의 모든 연결 쌍에 대해 링 기반의 이중경로 확인 및 수립을 위해, 각 접근 퀴드박스 노드는 PREQ 메시지를 브로드캐스팅함으로써 다른 모든 접근 퀴드박스 노드에 경로 요청을 송신한다.
- [0037] 이때, PREQ 메시지는 일련번호, 소스 링 ID, 맥 리스트, 그리고 노드 리스트를 정보로서 포함하는데, 일련번호는 메시지의 일련번호이고, 소스 링 ID는 송신 퀴드박스의 링의 ID이며, 맥 리스트는 송신 퀴드박스의 맥 테이블에 포함된 맥 주소 리스트, 그리고 노드 리스트는 PREQ 메시지가 통과된 퀴드박스 노드의 리스트이다.
- [0038] 그리고, 접근 퀴드박스 노드는 맥 테이블을 기반으로 링 테이블을 업데이트한다. 링 테이블의 엔트리는 터미널 노드의 맥 주소와 터미널 노드가 연결될 HSR 링의 링 ID를 포함한다. 링 테이블을 업데이트한 다음, 트렁크 퀴드박스 노드는 PREQ 메시지의 노드 리스트에 자신을 추가하고, 수신 포트를 제외한 모든 포트에 갱신된 PREQ 메시지를 전송한다.
- [0039] 접근 퀴드박스 노드가 PREQ 메시지를 수신할 때, 경로 응답(PREP) 메시지를 송신함으로써 경로 요청에 응답하고, PREQ 메시지의 노드 리스트에 자신을 추가하며, 갱신된 PREQ 메시지를 다른 퀴드박스 노드로 포워딩한다.

- [0040] 그리고, 트렁크 퀴드박스 노드가 PREQ 메시지를 수신할 때, 트렁크 퀴드박스 노드는 PREQ 메시지의 맥 주소 리스트를 기반으로 하는 링 테이블을 업데이트한다.
- [0041] 이때, 링 테이블의 엔트리는 터미널 노드의 맥 주소와 터미널 노드가 연결될 HSR 링의 링 ID를 포함한다.
- [0042] 그리고 이때, 링 테이블을 업데이트한 다음, 트렁크 퀴드박스 노드는 PREQ 메시지의 노드 리스트에 자신을 추가하고, 수신 포트를 제외한 모든 포트로 갱신된 PREQ 메시지를 전송한다.
- [0043] 또한, 접근 퀴드박스 노드가 PREQ 메시지를 수신할 때, 경로 응답(PREP) 메시지를 송신함으로써 경로 요청에 응답하고, PREQ 메시지의 노드 리스트에 자신을 추가하며, 갱신된 PREQ 메시지를 다른 퀴드박스 노드로 포워딩한다.
- [0044] 접근 퀴드박스 노드가 다른 접근 퀴드박스 노드에서 전송한 PREQ 메시지를 처음으로 수신할 때, 접근 퀴드박스 노드는 PREQ 메시지의 노드 리스트를 기반으로 송신 및 수신 접근 퀴드박스 노드간 경로를 생성한다.
- [0045] 생성되는 경로는 송신 퀴드박스가 연결되는 소스 링과 수신 퀴드박스가 연결되는 목적 링 간의 링 기반의 경로이고, 수신 퀴드박스는 송신 퀴드박스로 PREP 메시지를 송신함으로써 경로 요청에 반응한다.
- [0046] PREP 메시지는 수신 PREQ 메시지 내의 정보를 기반으로 생성된다. 링 기반의 경로는 수신 PREQ 메시지의 노드 리스트로부터 수립된다. PREP 메시지는 일련번호, 소스 링 ID, 목적 링 ID, 경로를 정보로서 포함하고, 경로는 수신 PREQ 메시지의 노드 리스트를 기반으로 소스 링과 목적 링 간의 링 기반의 경로를 의미한다.
- [0047] HSR 링의 각 연결 쌍에 대한 경로 세팅 오버헤드를 감소시키기 위해서, 낮은 링 ID로 HSR 링에 연결된 접근 퀴드박스 노드가 PREP 메시지를 보낸다.
- [0048] 수신한 PREQ 및 PREP 메시지를 기반으로, 링 기반 경로들 간의 트렁크 퀴드박스 노드는 그들의 포워딩 테이블을 형성한다. 포워딩 테이블의 각 엔트리는 소스 링, 목적 링 및 출력 포트를 포함한다. 트렁크 퀴드박스 노드가 접근 퀴드박스 노드의 PREQ를 수신할 때, 트렁크 퀴드박스 노드는 PREQ 메시지의 소스 링 ID에 관련된 포트를 수신한다. 트렁크 퀴드박스가 PREP 메시지를 수신할 때, 트렁크 퀴드박스는 즉시 다음의 두 경로 엔트리를 포워딩 테이블에 추가한다.
- [0049] 하나의 엔트리는 PREP 메시지의 소스 링 ID인 소스 링, PREP 메시지의 목적 ID인 목적 링, 그리고 PREQ 메시지에 상응하여 수신할 때 트렁크 퀴드박스가 인지하는 포트인 출력 포트를 포함한다.
- [0050] 다른 엔트리는 PREP 메시지의 목적 링 ID인 소스 링, PREP 메시지의 소스 ID인 목적 링, 수신한 PREP 메시지의 포트인 출력 포트를 포함한다.
- [0051] 두 쌍의 접근 퀴드박스 노드가 HSR 링에 각각 연결되어 있기 때문에, 링 기반 이중경로라 불리는 두 링 기반의 경로가 있고, HSR 링의 각 연결 쌍에 대해 생성된다.
- [0052] 네트워크 유니캐스트 트래픽이 성능 메트릭인 것을 선택하여 트래픽 성능을 분석 및 평가함에 있어서, HSR 네트워크에서의 네트워크 유니캐스트 트래픽은 소스 노드가 네트워크에서 유니캐스트 프레임을 목적 노드로 송신할 때 링크들을 통해 전달되고 노드로부터 수신된 유니캐스트 프레임 복사본의 총 개수인 것으로 정의된다.
- [0053] 이때, 도 1에 도시한 것처럼 네 개의 터미널 노드를 포함하는 각 링을 8개를 포함하는 샘플 네트워크를 고려하는 네트워크의 예에서, 링 1의 소스 노드 1이 유니캐스트 프레임을 링 3의 목적 노드 10으로 송신한다.
- [0054] 소스 노드 1이 유니캐스트 프레임을 목적 노드 10으로 송신할 때, 기존의 HSR 프로토콜은 프레임을 목적 DANH 링을 제외한 모든 링에 포워딩하고 복사한다. 프레임의 두 복사본은 각 방향을 따라 각 링크로 전달된다. 목적 DANH 링은 목적 노드가 프레임을 포워딩하지 않기 때문에 프레임을 순환시키거나 복사하지 않는다.
- [0055] 도 2를 참고로 하여 기존의 HSR 프로토콜에서 소스 노드에서 목적 노드로 유니캐스트 프레임 포워딩 절차를 설명하면, 링 내에서 프레임이 중복되거나 복사되면, 링에서 전달되는 프레임의 사본 개수가 링 내의 링크 개수의 2배가 된다. 그렇지 않으면, 프레임 사본의 개수는 링의 링크 개수와 동일하게 된다.
- [0056] 그리고 이때, 기존 HSR 프로토콜에서 소스 노드가 유니캐스트 프레임을 목적 노드로 송신할 때 네트워크 유니캐스트 트래픽은 nt_{hsr}^1 로 정의되고 다음의 식 1과 같이 계산된다.

[0057] [식 1]

$$n_{hsr}^1 = n_{link}^D + \sum_{i \in TR^D} 2n_{link}^i + \sum_{i \in QR} 2n_{link}^i$$

[0058]

[0059] 식 1에서, n_{link}^D 가 목적 링에서 링크의 개수이고, n_{link}^i 는 i 번째 링의 링크 개수이고, TR^D 는 목적 링을 제외한 모든 HSR 링의 세트이고, QR은 모든 쿼드박스 링의 세트이다.

[0060] [식 2]

$$\sum_{i \in TR^D} 2n_{link}^i = \sum_{i \in TR} 2n_{link}^i - 2n_{link}^D$$

[0061]

[0062] 식 2에서, TR은 모든 HSR 링들의 세트이다.

[0063] [식 3]

$$\sum_{i \in TR} 2n_{link}^i + \sum_{i \in QR} 2n_{link}^i = 2n_{link}$$

[0064]

[0065] 위의 식 3에서, n_{link} 는 HSR 네트워크의 링크의 총 개수이고, nt_{hsr}^1 은 다음의 식 4와 같이 재정의될 수 있다.

[0066] [식 4]

$$nt_{hsr}^1 = 2n_{link} - n_{link}^D$$

[0067]

[0068] 다음의 식 5는 소스 노드가 N개의 유니캐스트를 목적 노드로 송신할 때 기존의 HSR 프로토콜에서의 네트워크 유니캐스트 트래픽을 결정하는 데 사용될 수 있다.

[0069] [식 5]

$$nt_{hsr} = N(2n_{link} - n_{link}^D)$$

[0070]

[0071] 도 2의 구조를 갖는 네트워크와 같이 HSR 프로토콜을 이용하는 경우, 소스 노드가 N개의 유니캐스트 프레임을 목적 노드로 전송할 때의 네트워크 유니캐스트 트래픽은 $nt_{hsr} = 138N$ 프레임이다.

[0072] 그러나, 본 발명의 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법(RDP; Ring-based Dual Path)을 적용한 경우, 쿼드박스 노드는 링 기반의 이중경로를 탐색하고 수립한다.

[0073] 다시 도 1의 구조를 갖는 네트워크를 참고로 하여 설명하면, 링1 및 링3 사이를 페어 연결을 위한 링 기반의 이중경로는 쿼드박스 노드에 의해 다음과 같이 수립된다.

[0074] 제1 링 기반 경로1: 쿼드박스2-쿼드박스3-쿼드박스4-쿼드박스17-쿼드박스5

[0075] 제2 링 기반 경로2: 쿼드박스1-쿼드박스16-쿼드박스15-쿼드박스18-쿼드박스14-쿼드박스13- 쿼드박스20-쿼드박스19-쿼드박스6

[0076] 링 1의 모든 노드는 링3의 모든 노드로 가는 동일한 링 기반의 이중경로를 갖는다. 그러나, 링 기반의 이중 경로는 끝에서 끝으로 가는 경로가 아니라 두 노드 간에 끝에서 끝으로 가는 경로는 링 기반의 이중 경로 및 소스 링 및 목적 링에서의 링크를 포함하는 경로이다.

[0077] 예로써, 노드 1 및 10 두 노드 간에서 끝에서 끝으로 가는 경로는 다음과 같다.

[0078] 끝에서 끝으로 가는 경로1: 노드2-노드3-노드4-쿼드박스2-쿼드박스3-쿼드박스4-쿼드박스7-쿼드박스5-노드9

[0079] 끝에서 끝으로 가는 경로2: 쿼드박스1-쿼드박스16-쿼드박스15-쿼드박스18-쿼드박스14-쿼드박스13-쿼드박스20-쿼드박스19-쿼드박스6-노드12-노드11

[0080] 소스 노드 1이 유니캐스트 프레임을 목적 노드 10으로 송신할 때, 쿼드박스 노드는 두 상응하는 링(링1 및 링3) 두 개의 페어 연결을 위해 프레임을 기설정된 링 기반의 이중경로를 통해 소스 노드로부터 목적 노드로 포워딩 한다.

[0081] 도 3은 본 발명의 이중경로 접근방법에서 소스 노드에서 목적 노드로 유니캐스트 프레임의 포워딩 절차를 보여 준다.

[0082] 본 발명의 이중경로 접근방법에서 소스 노드가 유니캐스트 프레임을 목적 노드로 전송할 때의 네트워크 유니캐스트 트래픽은 nt_{rdp}^1 로 정의되고 다음의 식 6과 같이 계산된다.

[0083] [식 6]

$$nt_{rdp}^1 = n_{link}^{p1} + n_{link}^{p2}$$

[0084]

[0085] 위의 식 6에서, n_{link}^{p1} 및 n_{link}^{p2} 는 끝에서 끝 경로의 각각 첫 번째 및 두 번째 링크의 개수이다.

[0086] 이때, 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법에서, 소스 노드가 N 개의 유니캐스트 프레임을 목적 노드로 전송할 때 본 발명의 이중경로 접근방법에서 네트워크 유니캐스트 트래픽은 다음의 식 7로부터 계산된다.

[0087] [식 7]

$$nt_{rdp} = N(n_{link}^{p1} + n_{link}^{p2})$$

[0088]

[0089] 도 3의 네트워크 구조에서, $n_{link}^{p1}=10, n_{link}^{p2}=12$ 이며, 소스 노드가 이중경로에서 N개의 유니캐스트프레임을 목적 노드로 전송할 때의 네트워크 유니캐스트 트래픽은 $nt_{rdp}=22N$ 프레임이다.

[0090] 이처럼, 도 3을 참고로 하여 설명한 본 발명의 이중경로 생성을 이용한 초과 유니캐스트 트래픽은 도 2를 참고로 하여 설명한 기존의 HSR 프로토콜에서의 초과 유니캐스트 트래픽보다 현저히 감소된다.

[0091] 성능 분석을 증명하기 위해 설계된 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션은 Fig5에 도시한 것처럼 다음의 세 경우에서 수행되었다. 각 케이스에서, 소스 노드 1은 유니캐스트 프레임을 목적 노드로 전송하고 HSR 프로토콜 및 이중경로 접근방법 모두에서 네트워크 프레임이 기록된다.

[0092] 한 예에서, 도 4에 도시한 것처럼 세 가지 경우(case1, case2, case3)의 프레임 전송을 이용하여 기존의 HSR 프로토콜을 적용한 프레임 전송과 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로를 이용한 프레임 전송에 대한 네트워크 성능 비교를 위한 시뮬레이션 결과를 도 5a 내지 도 5c를 참고로 하여 설명하면, 본 발명의 한 실시예에 따른 이중경로 생성을 이용한 HSR 네트워크의 초과 트래픽 감소 방법을 이용하는 경우 기존의 HSR 프로토콜을 이용하는 네트워크 대비 유니캐스트 트래픽을 80-88% 향상시키고, 네트워크 대역폭을 절약하며, 이에 따라, 네트워크 성능이 향상되게 된다.

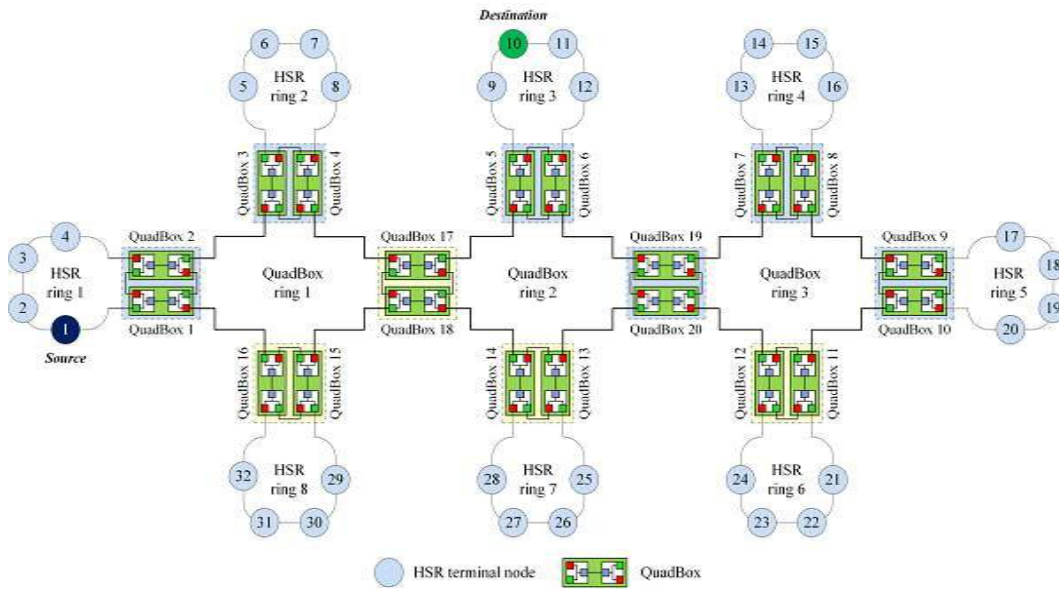
[0093] 이때, 도 4의 네트워크 구조에서, 소스 노드 1은 유니캐스트 프레임을 목적 노드로 전송하고 HSR 프로토콜 및 이중경로 접근방법 모두에서 네트워크 프레임이 기록된다.

[0094] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본

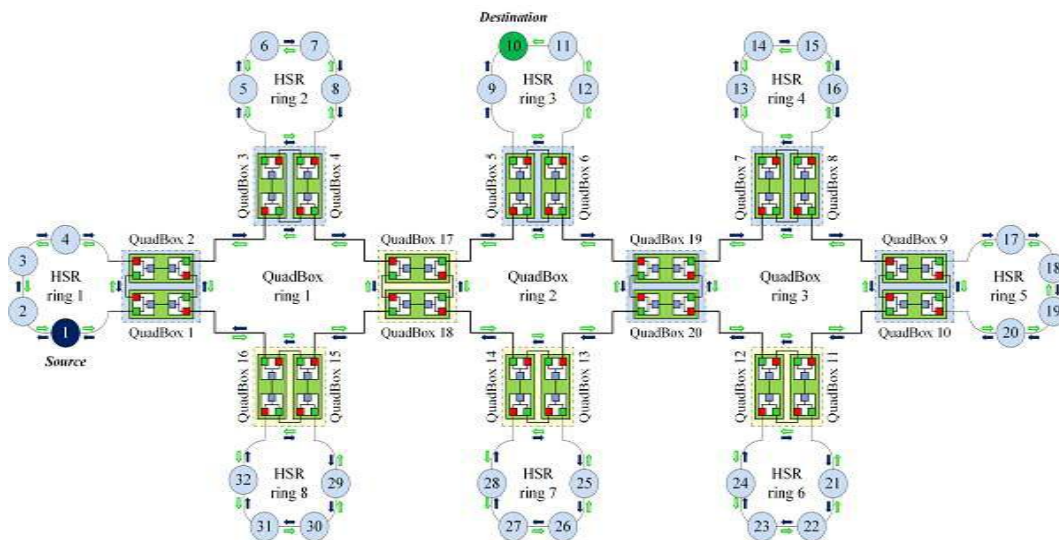
발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

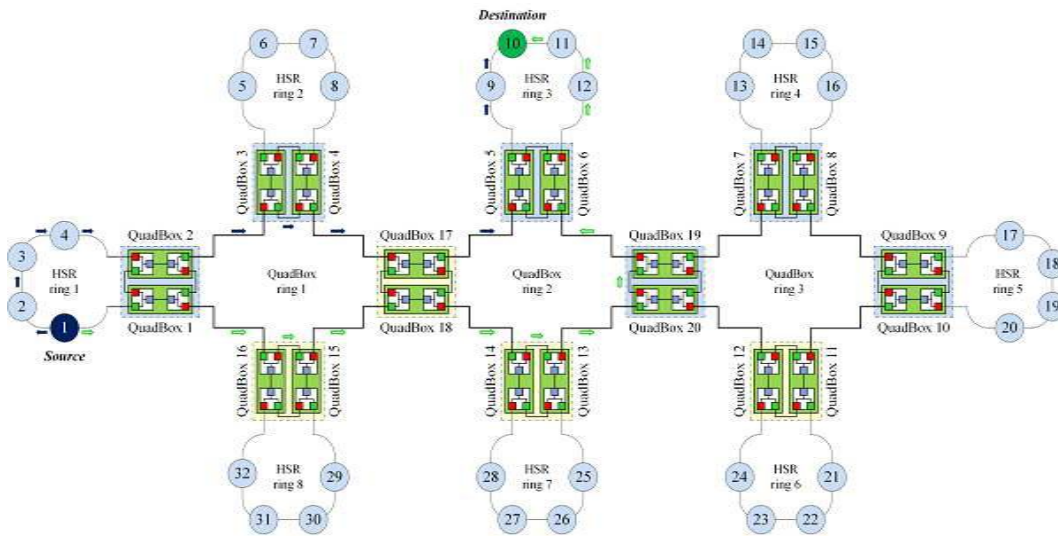
도면1



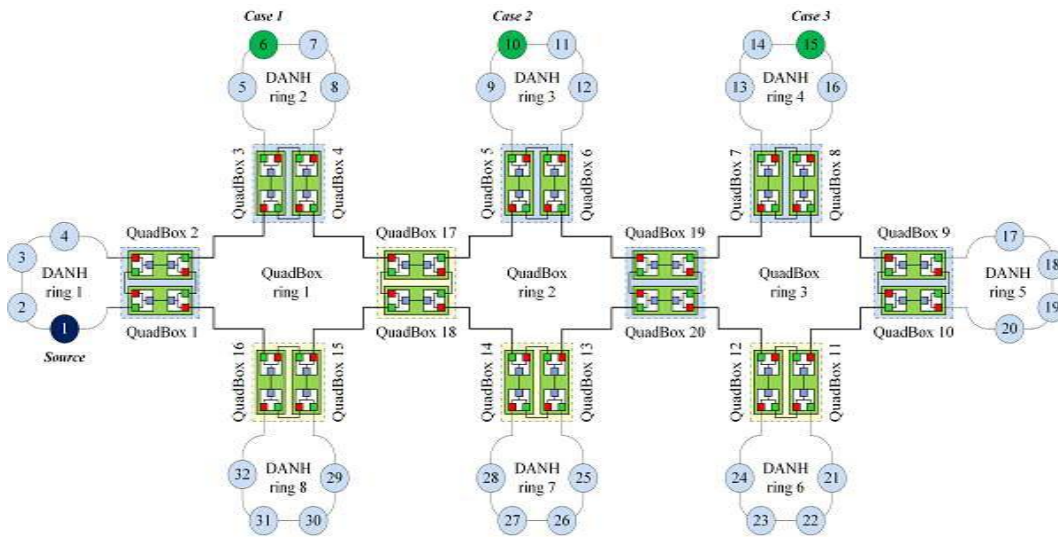
도면2



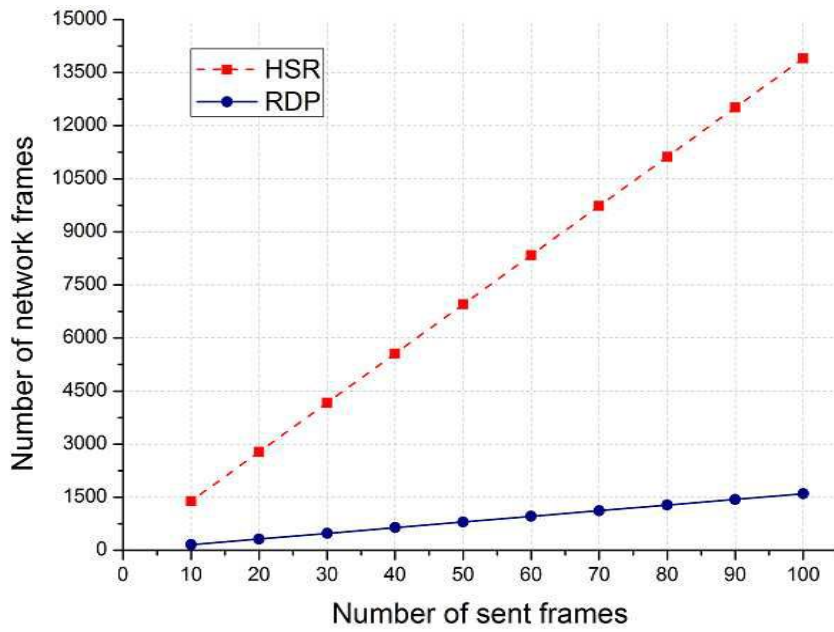
도면3



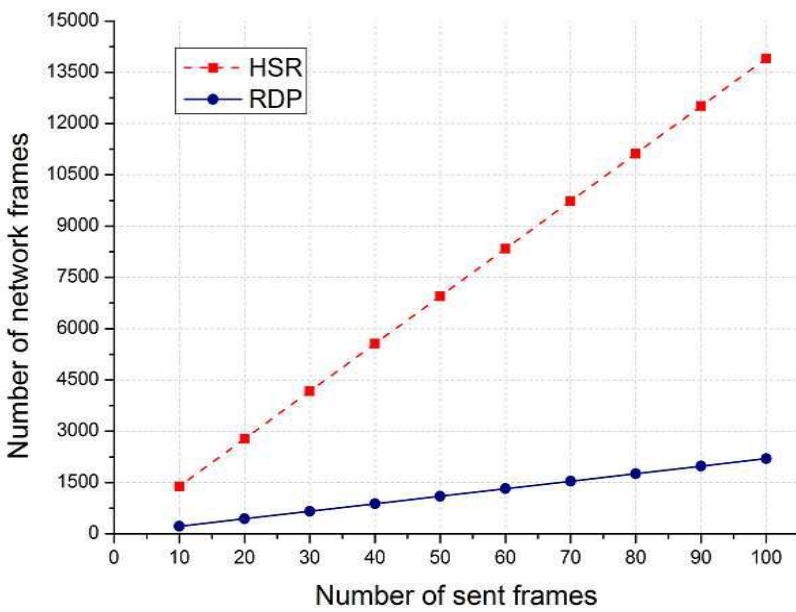
도면4



도면5a



도면5b



도면5c

