



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0153287
(43) 공개일자 2022년11월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 40/12 (2009.01) H04L 45/00 (2022.01)
H04L 45/121 (2022.01) H04L 45/24 (2022.01)
H04W 40/22 (2009.01) H04W 40/34 (2009.01)
H04W 84/18 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04W 40/12 (2013.01)
H04L 45/121 (2022.05)

(21) 출원번호 10-2021-0060683

(22) 출원일자 2021년05월11일

심사청구일자 2021년05월11일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

최우열

광주광역시 동구 필문대로 309 조선대학교 컴퓨터공학과

오영우

광주광역시 서구 하남대로710번길 5 동천마을6단지아파트 604동 202호

(74) 대리인

특허법인지원

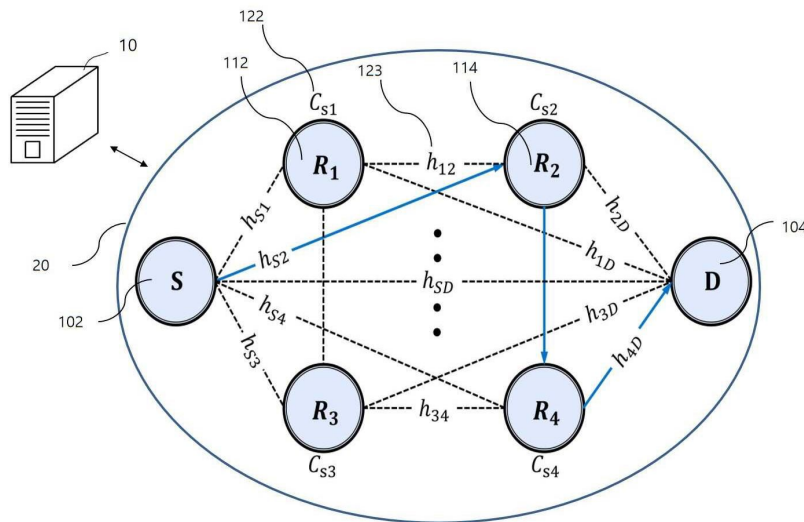
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 다중 홉 릴레이 네트워크에서 데이터 패킷 전송 경로를 제어하는 장치 및 방법

(57) 요약

본 개시는 다중 홉 릴레이 네트워크를 제어하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 일 실시 예에 의하면, 다중 홉 릴레이 네트워크를 제어하는 네트워크 제어 장치가 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법은 상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 송수신되는 데이터의 신호 대 잡음비 또는 상기 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들의 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득하는 단계; 및 상기 획득된 단말 성능 정보에 기초하여, 상기 복수의 중계 단말들 중, 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 상기 데이터 패킷이 전송될 전송 경로를 결정하는 단계; 를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04L 45/123 (2013.01)

H04L 45/127 (2013.01)

H04L 45/24 (2022.05)

H04W 40/22 (2013.01)

H04W 40/34 (2013.01)

H04W 84/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711108414
과제번호	2019R1F1A1046687
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	전이중 클라우드 무선 접속 네트워크를 위한 딥러닝 기반 빔형성 프로토콜 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2019.06.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

다중 홉 릴레이 네트워크를 제어하는 네트워크 제어 장치가 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법에 있어서, 상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 송수신되는 데이터의 신호 대 잡음비 또는 상기 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들의 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득하는 단계; 및

상기 획득된 단말 성능 정보에 기초하여, 상기 복수의 중계 단말들 중, 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 상기 데이터 패킷이 전송될 전송 경로를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전송 경로를 결정하는 단계는

상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 결정될 수 있는 경로들에 관한 경로 정보를 생성하는 단계;

상기 단말 성능 정보에 기초하여 상기 경로 정보를 수정하는 단계; 및

상기 수정된 경로 정보에 기초하여, 상기 전송 경로를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 경로 정보를 수정하는 단계는

상기 신호 대 잡음비에 기초하여 상기 경로 정보 내 상기 경로들 또는 상기 경로들을 구성하는 중계 단말들을 정렬하는 단계;

상기 링크간 지연 시간의 가중치에 기초하여, 상기 정렬된 경로들 또는 상기 중계 단말들에 대한 우선 순위를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 우선 순위에 기초하여 상기 정렬된 중계 단말들 중 일부 또는 상기 정렬된 경로들 중 일부를 선택함으로써, 상기 전송 경로를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들은 상기 중계 단말들 사이에 송수신되는 데이터의 왜곡을 감소시키는 필터를 포함하고,

상기 방법은

상기 복수의 중계 단말들의 필터의 출력 응답 및 기 설정된 이상 응답의 평균 제곱 오차가 작아지도록 상기 복수의 중계 단말들의 필터를 최적화하는 단계; 및

상기 최적화된 필터를 포함하는 복수의 중계 단말들로부터 상기 단말 성능 정보를 획득하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 필터를 최적화하는 단계는

상기 복수의 중계 단말들의 각 필터로 데이터 패킷이 입력됨에 따라, 상기 각 필터로부터 출력되는 출력 응답을 획득하는 단계; 및

상기 획득된 출력 응답 및 상기 이상 응답의 평균 제곱 오차가 작아지도록 상기 복수의 중계 단말들의 필터 계

수를 수정 및 갱신함으로써 상기 필터를 최적화하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 필터를 최적화하는 단계는

상기 복수의 중계 단말들로 입력되는 데이터 패킷을 분리하는 단계;

기 설정된 데이터 패킷 파라미터에 기초하여 상기 분리된 데이터 패킷을 검증하는 단계;

상기 검증된 데이터 패킷의 비트 스트림에 맵핑 되는 심볼 맵을 식별하는 단계; 및

상기 식별된 심볼 맵 및 기 설정된 이상 응답에 대응되는 심볼 맵의 차이가 작아지도록 상기 복수의 중계 단말들의 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 상기 필터를 최적화하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 필터를 최적화하는 단계는

상기 식별된 심볼 맵에 맵핑되는 비트 스트림을 복조하는 단계; 및

상기 복조된 비트 스트림을 디맵핑 하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 필터 계수는

상기 중계 단말들의 필터의 스텝 계수, 채널 계수 또는 필터 매개 변수 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 데이터 패킷은

상기 소스 단말로 입력된 사용자 데이터 정보를 비트 단위의 비트 스트림으로 변환함에 따라 생성되는 페이로드, 상기 페이로드에 연결되는, 가드 비트, 싱크 비트, 토큰 비트 또는 테일 비트 중 적어도 하나를 포함하는 제어 비트 및 필터 에지 효과 보정과 각 패킷 경계를 정의하기 위한 패딩 비트를 포함하고,

상기 테일 비트는 상기 데이터 패킷의 잉여 비트를 이용하여 설정되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 다중 홉 릴레이 네트워크는

시분할 다중 접속(Time Division Multiple Access, TDMA) 기반으로 설계되고, 신호 감쇠가 발생하는 무선 환경에서의 신호 증폭 및 전달(Amplify and forward, AF) 방식을 통해 셀 영역 확장 및 통신 품질을 향상시키며,

상기 다중 홉 릴레이 네트워크의 각 중계 단말들은 M-QAM(Multi-level quadrature amplitude modulation) 방식의 선택적 변복조를 수행함으로써 데이터 패킷을 송수신하고,

부정확인 응답(Negative Acknowledgment, NACK) 메커니즘에 기초하여 데이터 패킷 응답 횟수를 줄이는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 11

적어도 하나의 중계 단말을 통한 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 네트워크 제어 장치에 있어서,

소스 단말, 목적지 단말 및 상기 적어도 하나의 중계 단말과 통신하는 네트워크 인터페이스;

하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 저장부; 및

상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 프로세서; 를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 송수신되는 데이터의

신호 대 잡음비 또는 상기 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들의 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득하고,

상기 획득된 단말 성능 정보에 기초하여, 상기 복수의 중계 단말들 중, 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 상기 데이터 패킷이 전송될 전송 경로를 결정하는, 네트워크 제어 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써

상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 결정될 수 있는 경로들에 관한 경로 정보를 생성하고,

상기 단말 성능 정보에 기초하여 상기 경로 정보를 수정하고,

상기 수정된 경로 정보에 기초하여, 상기 전송 경로를 결정하는, 네트워크 제어 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 신호 대 잡음비에 기초하여 상기 경로 정보 내 상기 경로들 또는 상기 경로들을 구성하는 중계 단말들을 정렬하고,

상기 링크간 지연 시간의 가중치에 기초하여, 상기 정렬된 경로들 또는 상기 중계 단말들에 대한 우선 순위를 결정하고,

상기 결정된 우선 순위에 기초하여 상기 정렬된 중계 단말들 중 일부 또는 상기 정렬된 경로들 중 일부를 선택함으로써, 상기 전송 경로를 결정하는, 네트워크 제어 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들은 상기 중계 단말들 사이에 송수신되는 데이터의 왜곡을 감소시키는 필터를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 복수의 중계 단말들의 필터의 출력 응답 및 기 설정된 이상 응답의 평균 제곱 오차가 작아지도록 상기 복수의 중계 단말들의 필터를 최적화하고,

상기 최적화된 필터를 포함하는 복수의 중계 단말들로부터 상기 단말 성능 정보를 획득하는, 네트워크 제어 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 복수의 중계 단말들의 각 필터로 데이터 패킷이 입력됨에 따라, 상기 각 필터로부터 출력되는 출력 응답을 획득하고,

상기 획득된 출력 응답 및 상기 이상 응답의 평균 제곱 오차가 작아지도록 상기 복수의 중계 단말들의 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 상기 필터를 최적화하는, 네트워크 제어 장치.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 복수의 중계 단말들로 입력되는 데이터 패킷을 분리하고,

기 설정된 데이터 패킷 파라미터에 기초하여 상기 분리된 데이터 패킷을 검증하고,

상기 검증된 데이터 패킷의 비트 스트림에 맵핑 되는 심볼 맵을 식별하고,

상기 식별된 심볼 맵 및 기 설정된 이상 응답에 대응되는 심볼 맵의 차이가 작아지도록 상기 복수의 중계 단말들의 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 상기 필터를 최적화하는, 네트워크 제어 장치.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,
상기 식별된 심볼 맵에 맵핑되는 비트 스트림을 복조하고,
상기 복조된 비트 스트림을 디맵핑 하는, 네트워크 제어 장치.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 필터 계수는
상기 중계 단말들의 필터의 스텝 계수, 채널 계수 또는 필터 매개 변수 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 네트워크 제어 장치.

청구항 19

제11항에 있어서, 상기 데이터 패킷은
상기 소스 단말로 입력된 사용자 데이터 정보를 비트 단위의 비트 스트림으로 변환함에 따라 생성되는 페이로드, 상기 페이로드에 연결되는, 가드 비트, 싱크 비트, 토큰 비트 또는 테일 비트 중 적어도 하나를 포함하는 제어 비트 및 필터 에지 효과 보정과 각 패킷 경계를 정의하기 위한 패딩 비트를 포함하고,
상기 테일 비트는 상기 데이터 패킷의 잉여 비트를 이용하여 설정되는 것을 특징으로 하는, 네트워크 제어 장치.

청구항 20

다중 홉 릴레이 네트워크를 제어하는 네트워크 제어 장치가 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법에 있어서,
상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 송수신되는 데이터의 신호 대 잡음비 또는 상기 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들의 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득하는 단계; 및
상기 획득된 단말 성능 정보에 기초하여, 상기 복수의 중계 단말들 중, 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 상기 데이터 패킷이 전송될 전송 경로를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 다중 홉 릴레이 네트워크를 제어하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 다중 홉 릴레이 네트워크에서 데이터 패킷 전송 경로를 제어하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 무선 기술의 발전과 함께 산업 인터넷을 위한 통신 시스템도 발전하고 있으며, 산업 현장에서의 무선 기술을 도입하기 위한 연구들이 활발하게 수행되고 있다. 그러나, 장애물의 반사, 흡수성, 투과율 등과 같은 물리적 특성과 무선 장비 간의 신호 간섭으로 셀 영역 감소 및 신호 감쇠 문제가 발생하므로, 안정적인 데이터 신뢰성 확보를 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

[0003] 이러한 문제를 해결하기 위해 무선 주파수 신호의 증폭, 중계 기술이 주목받고 있다. 일 실시 예에 따르면 중계 단말을 활용한 릴레이 방식은 네트워크에서 발생하는 과부하 문제를 줄일 수 있으나, 라우팅 선정, 자원 관리 및 할당 방식에 따라 큰 성능 차이를 나타낼 수 있어 보상 정책의 도입이 요구된다.

[0004] 일 실시 예로, 시분할 다중 접속(Time Division Multiple Access, TDMA) 기반 빔포밍등이 제안되었고, 이를 통해 자원 손실을 방지하고 간섭 문제를 최소화하는 성능 개선 효과를 나타낸 바 있다. 그러나, 제안된 스케줄링

및 릴레이 전략에도 불구하고, 손실된 패킷을 복구 및 재전송 하는 과정에서 발생하는 지연 시간의 증가는 전체 네트워크의 처리율 감소를 야기하며, 특히 시분할 정책을 기반으로 한 멀티 홉 네트워크의 경우, 치명적 성능 저하가 발생하는 한계가 있다.

[0005] 멀티 홉 네트워크의 패킷 지연 시간과 신뢰성을 동시에 보장하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2012-0045019호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 개시된 실시 예에 따르면, 다중 홉 릴레이 네트워크를 제어하는 네트워크 제어 장치 및 상기 네트워크 제어 장치가 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법이 제공될 수 있다.

[0008] 보다 상세하게는 다중 홉 릴레이 네트워크에서 최대-최소 릴레이 선택 기법과 최소 평균 제곱 알고리즘 기반의 적응형 등화기를 결합함으로써 네트워크 환경에서 최적의 경로를 제공하는 네트워크 제어 장치 및 이의 동작 방법이 제공될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 일 실시 예에 따라, 다중 홉 릴레이 네트워크를 제어하는 네트워크 제어 장치가 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법은 상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 송수신되는 데이터의 신호 대 잡음비 또는 상기 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들의 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득하는 단계; 및 상기 획득된 단말 성능 정보에 기초하여, 상기 복수의 중계 단말들 중, 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 상기 데이터 패킷이 전송될 전송 경로를 결정하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[0010] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 또 다른 실시 예에 의하면, 적어도 하나의 중계 단말을 통한 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 네트워크 제어 장치는, 소스 단말, 목적지 단말 및 상기 적어도 하나의 중계 단말과 통신하는 네트워크 인터페이스; 하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 저장부; 및 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 프로세서; 를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 송수신되는 데이터의 신호 대 잡음비 또는 상기 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들의 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득하고, 상기 획득된 단말 성능 정보에 기초하여, 상기 복수의 중계 단말들 중, 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 상기 데이터 패킷이 전송될 전송 경로를 결정할 수 있다.

[0011] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 또 다른 실시 예에 의하면, 다중 홉 릴레이 네트워크를 제어하는 네트워크 제어 장치가 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법에 있어서, 상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 송수신되는 데이터의 신호 대 잡음비 또는 상기 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들의 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득하는 단계; 및 상기 획득된 단말 성능 정보에 기초하여, 상기 복수의 중계 단말들 중, 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 상기 데이터 패킷이 전송될 전송 경로를 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체가 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 개시의 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터

터 목적지 단말까지 데이터 패킷 전송을 제어하는 과정을 나타내는 도면이다.

도 2는 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 단말을 제어함으로써 데이터 전송 패킷을 생성하는 과정을 나타내는 도면이다.

도 3은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 다중 홉 릴레이 네트워크에서 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법의 흐름도이다.

도 4는 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 전송 경로를 결정하는 구체적인 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 다중 홉 릴레이 네트워크에서 전송 경로를 결정하는 구체적인 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 6은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 중계 단말을 선택한 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.

도 7은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 다중 홉 릴레이 네트워크에서 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법에 관한 릴레이 선택 다이어그램을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 다중 홉 릴레이 네트워크 내 중계 단말들의 성능 평가 지표로써, 단말 성능 정보를 획득하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 중계 단말들의 필터를 최적화하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 일 실시 예에 따라, 네트워크 내 단말들에 탑재되는 적응형 등화기 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치의 블록도이다.

도 12는 일 실시 예에 따라 이론적 AWGN 환경에서 적응형 등화기의 변조 오류 확률 성능 및 오차벡터 크기 성능을 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 일 실시 예에 따라 다중 홉 통과에 따른 종단 간 패킷 지연 및 다중 홉 통과에 따른 종단간 패킷 손실률을 비교 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 개시에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0014] 본 개시에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0015] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0016] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 개시의 실시예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0017] 도 1은 본 개시의 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 데이터 패킷 전송을 제어하는 과정을 나타내는 도면이다.
- [0018] 일 실시 예에 의하면 네트워크 제어 장치(10)는 다중 홉 릴레이 네트워크(20)를 제어할 수 있다. 네트워크 제어 장치(10)는 TDMA 기반 중계 단말을 포함하는 다중 홉 릴레이 네트워크(20)를 제어함으로써 네트워크의 효과적인

자원 관리 및 다중 사용자 접속으로 인한 트래픽 제어를 수행할 수 있다. 또한, 네트워크 제어 장치(10)는 신호 감쇠가 발생하는 무선 환경에서의 신호 증폭, 전달(Amplify and forward, AF) 방식을 통해 셀 영역 확장 및 통신 품질(Quality of service, QoS)을 보장할 수 있다.

[0019] 또한, 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)는 노이즈 강도에 따른 패킷 손실률 및 전송률 보장을 위해 M-QAM(Multi-level quadrature amplitude modulation) 방식의 선택적 변복조를 수행할 수 있고, 채널 상태 변화에 따른 적응형 등화기를 포함하는 중계 단말들을 제어함으로써, 채널 품질에 적합한 최적의 중계 단말 선택 및 이를 통한 전송 경로를 제공할 수 있다.

[0020] 일 실시 예에 의하면, 다중 홉 릴레이 네트워크(20)는 적어도 하나의 중계 단말을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 다중 홉 릴레이 네트워크(20)는 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말(102)로부터 목적지 단말(104)까지 전송된 데이터 패킷의 전송을 제어할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10) 및 적어도 하나의 중계 단말들(112, 114)은 다중 홉 릴레이 네트워크를 구성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 라우터 또는 스위치를 더 포함할 수 있다.

[0021] 네트워크 제어 장치(10)는 소스 단말(102), 목적지 단말(104) 또는 다중 홉 릴레이 네트워크(20)상의 적어도 하나의 중계 단말들로부터 데이터 패킷을 수신하거나, 전송할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)는 소스 단말(102)로부터 목적지 단말(104)까지 전송하고자 하는 데이터 패킷의 소스 및 목적지 주소 정보를 수신하고, 수신된 소스 및 목적지 주소 정보에 따라 소스 단말(102)에서 목적지 단말(104)까지 데이터 패킷이 전송되도록, 네트워크상 전송 경로를 선택할 수 있다.

[0022] 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)는 신호 감쇠 환경간 최적의 링크 경로를 제공함으로써 통신 품질을 보장할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)는 최대-최소 릴레이 선택 기법을 이용하여 다중 홉 릴레이 네트워크 상에서 최적의 전송 경로를 결정할 수 있다. 예를 들어, 네트워크 제어 장치(10)는 중계 단말들의 신호 대 잡음비 또는 링크 간 지연 시간 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득하고, 단말 성능 정보에 기초하여 가장 우수한 통신 품질을 나타내는 단말을 선택하며, 선택된 단말을 포함하는 전송 경로를 결정할 수 있다.

[0023] 일 실시 예에 의하면, 단말 성능 정보는 다중 홉 릴레이 네트워크를 구성하는 중계 단말의 신호대 잡음비, 링크 간 지연 시간 또는 패킷을 수신한 중계 단말로부터 성능 정보의 수신 여부 지표 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 도 1을 참조하면 단말 성능 정보(122)는 다중 홉 릴레이 네트워크 상 각 단말들 별로 할당될 수 있다.

[0024] 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)는 소스 단말 식별 번호 i에서 목적지 단말 식별 번호 j까지 연결 가능한 전송 경로(예컨대 1번 단말에서 2번 단말까지의 전송 경로는 h12(123)으로 표기) 상에서 신호대 잡음비 또는 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 지표에 기초하여, 가장 우수한 성능을 나타내는 단말들을 선택함으로써, 전송 경로를 결정할 수 있다.

[0025] 일 실시 예에 의하면, 다중 홉 릴레이 네트워크 상에서 데이터를 송신하는 송신 단말은 소비자-생산자 구조와 대기열 정보를 활용한 큐 상태 머신기반의 전송 정책을 따를 수 있고, 데이터를 수신하는 수신 단말은 전방위 안테나를 활용하여 전송 신호를 수집하고, 할당된 타임 슬롯 유무에 따라 작동 유후 동작을 수행하는 시분할 다중 접속 정책을 따를 수 있다. 또한, 네트워크 제어 장치(10)는 time out, no response, over slot을 sleep 상태로 정의하여 지연 발생에 따른 추가 및 반복 작업을 최소화하고, 다중 사용자로 인한 간섭 및 트래픽 과부하를 방지할 수 있다.

[0026] 일 실시 예에 의하면, 다중 홉 릴레이 네트워크는 시분할 다중 접속(Time Division Multiple Access, TDMA) 기반으로 설계되고, 신호 감쇠가 발생하는 무선 환경에서의 신호 증폭 및 전달(Amplify and forward, AF) 방식을 통해 셀 영역 확장 및 통신 품질을 향상시킬 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)가 제어하는 다중 홉 릴레이 네트워크의 각 중계 단말들은 M-QAM(Multi-level quadrature amplitude modulation) 방식의 선택적 변복조를 수행함으로써 데이터 패킷을 송수신하고, 부정확인 응답(Negative Acknowledgment, NACK) 메커니즘에 기초하여 데이터 패킷 응답 횟수를 줄이도록 마련될 수 있다.

[0027] 도 2는 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 단말을 제어함으로써 데이터 전송 패킷을 생성하는 과정을 나타내는 도면이다.

[0028] 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)가 네트워크 상 적어도 2이상의 중계 단말들을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 전송하는 데이터 패킷의 구조가 도시된다. 네트워크 제어 장치(10)는 소스 단말과 통신 연결되고, 소스 단말의 사용자가 입력한 텍스트 메시지의 손실을 최소화하기 위해 이를 비트로 변환할 수 있

다. 네트워크 제어 장치(10)는 비트 단위의 비트 스트림을 페이로드(202)로 지정한 후, 페이로드에 가드(GUARD) 비트, 싱크(SYNC) 비트, 토큰(TOKEN) 비트 또는 테일(TAIL) 비트 중 적어도 하나를 포함하는 제어 비트(204)를 결합시킴으로써 신호 감쇠 환경에서의 데이터 손실 및 복구에 대비할 수 있다.

[0029] 또한, 네트워크 제어 장치(10)는 송수신 단말의 오버 플로우 및 타이밍 제어를 위한 프레이밍을 진행한 후, 필터의 에지 효과 보정 및 각 패킷의 경계를 정의하기 위한 패딩 비트(206)를 페이로드에 더 연결할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)는 데이터 패킷의 잉여 비트를 이용하여 상기 테일 비트(207)를 설정함으로써 프로세스 지연을 누적 측정하도록 할 수도 있다. 또한, 네트워크 제어 장치(10)는 패킷 헤더 및 토큰을 활용하여 신호 감쇠에 따른 손실 패킷을 탐지하고, 재전송 큐에 해당 정보를 저장 및 전달하여 재전송을 준비할 수도 있다.

[0030] 도 3은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 다중 홉 릴레이 네트워크에서 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법의 흐름도이다.

[0031] 일 실시 예에 의하면, S310에서, 네트워크 제어 장치(10)는 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 송수신되는 데이터의 신호 대 잡음비 또는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들의 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 각 단말을 최적화된 등화기(예컨대 필터)를 포함할 수 있고, 최적화된 등화기를 선택적으로 이용함에 따라 결정되는 단말 성능 정보를 네트워크 제어 장치(10)로 전송할 수 있다.

[0032] 일 실시 예에 의하면 단말 성능 정보는 다중 홉 릴레이 네트워크 상 각 단말에 대해 결정될 수 있다. 일 실시 예에 의하면 단말 성능 정보는 신호 대 잡음비 또는 단말 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나에 관한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면 단말 성능 정보는 데이터 패킷을 수신한 단말로부터 성능 정보가 출력되는지 여부에 대한 정보를 더 포함할 수 있다.

[0033] S320에서, 네트워크 제어 장치(10)는 획득된 단말 성능 정보에 기초하여 복수의 중계 단말들 중 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여, 소스 단말로부터 목적지 단말까지 데이터 패킷이 전송될 전송 경로를 결정할 수 있다. 즉 본 개시에 따른 네트워크 제어 장치(10)는 홉 릴레이 네트워크 상 적어도 하나의 중계 단말을 이용하여 신호 감쇠 환경간 최적의 링크 경로를 제공함으로써 통신 품질을 보장할 수 있다.

[0034] 본 개시에 따른 네트워크 제어 장치(10)가 제어하는 다중 홉 릴레이 네트워크 상의 중계 단말의 경우, 상술한 송수신 단말의 정책과 동일하게 적용되고, 최대-최소 릴레이 선택을 위해 신호 대 잡음비 링크간 지연 시간을 기반으로 단말 간 감쇠 정도와 채널 상태가 평가될 수 있다. 네트워크 제어 장치(10)는 중계 단말로부터 수집된 평가 지표를 클러스터링함으로써 연산간 오차 값을 최소화하고, 가장 우수한 통신 품질을 가진 단말을 선택함으로써, 전송 경로를 결정할 수 있다.

[0035] 네트워크 제어 장치(10)는 단말간 성능 정보에 기초하여, 중계 단말들 중 소정의 중계 단말을 이상 단말(Abnormal terminal)로 결정하고, 결정된 이상 단말을 필터링함으로써, 후보 전송 경로들에서 제거할 수 있다. 네트워크 제어 장치(10)는 이상 단말들을 전송 경로들에서 제거함으로써 불완전한 라우팅 정보를 사전에 차단할 수 있다.

[0036] 도 4는 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 전송 경로를 결정하는 구체적인 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0037] S410에서, 네트워크 제어 장치(10)는 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 결정될 수 있는 경로들에 관한 경로 정보를 생성할 수 있다. S420에서, 네트워크 제어 장치(10)는 다중 홉 릴레이 네트워크 상 각 단말들로부터 획득된 단말 성능 정보에 기초하여 경로 정보를 수정할 수 있다. S430에서, 네트워크 제어 장치(10)는 수정된 경로 정보에 기초하여 전송 경로를 결정할 수 있다. 네트워크 제어 장치(10)가 생성한 경로 정보를 수정하는 구체적인 방법은 후술하는 도 5를 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.

[0038] 상술한 S410 내지 S430에 따라 네트워크 제어 장치(10)가 전송 경로를 결정하는 과정은 최대-최소(Maximum-Minimum) 릴레이 선택 기법에 기초하여 수행될 수 있다. 네트워크 제어 장치(10)가 최대 최소 릴레이 선택 기법에 기초하여 전송 경로를 결정하는 동작은, 하기 수학식 1에 기초하여 정의되는 네트워크상 단말의 성능 정보에 기초하여 소정의 중계 단말들을 선택하거나 필터링함으로써 전송 경로를 결정하는 과정에 대응될 수 있다.

수학식 1

$$\{s_{ij}, d_{ij}, \dots\} \in C_{ij}$$

[0039]

[0040]

예를 들어, 네트워크 제어 장치(10)가 관리하는 다중 홉 릴레이 네트워크가 n개의 릴레이 노드(R1, R2..Rn)(예컨대 중계 단말)를 포함하는 경우, 각 중계 단말들은 거리 비율(Distance rate)에 따라 i번째 소스 단말과 j번째 목적지 단말 사이에 랜덤한 위치에서 배치될 수 있다. 예를 들어, 단말 i에서 j까지의 경로를 h_{ij} 로 표기되고, 상기 수학식 1의 S_{ij} 는 단말 i에서 j까지의 송수신되는 데이터 패킷의 신호 대 잡음비를 나타내며, 상기 수학식 1의 d_{ij} 는 링크간 지연 시간의 가중치이며, C_{ij} 는 단말의 여러 성능 평가 지표를 나타낼 수 있다.

[0041]

종래 릴레이 선택 기법의 경우, 소스로부터 수신된 신호대 잡음 비율과 같은 단일 지표를 활용하였기 때문에 직접 경로 및 간접 경로 사이의 지연 시간까지 고려할 수 없어 멀티 홉 시스템의 복잡도가 높은 한계가 있었다. 그러나, 본 개시에 따른 네트워크 제어 장치(10)는 신호대 잡음 비율 및 단말간 지연 시간의 가중치를 모두 이용하는 최대-최소 릴레이 선택 기법을 통해 종단의 신호 품질 개선 및 N개 홉 통과에 따른 전체 지연 시간(End-to-end delay)을 최소화할 수 있다.

[0042]

도 5는 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 다중 홉 릴레이 네트워크에서 전송 경로를 결정하는 구체적인 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0043]

S510에서, 네트워크 제어 장치(10)는 신호 대 잡음비에 기초하여 경로 정보 내 경로들 또는 경로들을 구성하는 중계 단말들을 정렬할 수 있다.

[0044]

S520에서, 네트워크 제어 장치(10)는 링크간 지연 시간의 가중치에 기초하여 정렬된 경로들 또는 중계 단말들에 대한 우선 순위를 결정할 수 있다.

[0045]

S530에서, 네트워크 제어 장치(10)는 결정된 우선 순위에 기초하여 정렬된 중계 단말들 중 일부 또는 정렬된 경로들 중 일부를 선택함으로써 전송 경로를 결정할 수 있다.

[0046]

상술한 S510 내지 S520은 하기 수학식 2 및 3에 의해 수행될 수 있다.

수학식 2

$$p = \arg \max \{s_{ij}\}$$

[0047]

[0048]

상기 수학식 2에서 $\arg \max$ 는 다중 홉 릴레이 네트워크상 단말의 신호 대 잡음비 중 최대 값을 출력하는 함수이고, p는 최대 신호대 잡음비를 출력하는 단말의 인덱스 정보를 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$q = \arg \min \{d_{ij}\}$$

[0049]

[0050]

상기 수학식 3에서 $\arg \min$ 은 단말간 지연 시간의 가중치들 중 최소 값을 출력하는 함수이고, q는 최소 단말간 지연 시간의 가중치를 출력하는 단말의 인덱스 정보를 나타낼 수 있다.

[0051]

예를 들어, 네트워크 제어 장치(10)는 다중 홉 릴레이 네트워크 상 단말로부터 획득되는 단말 성능 정보에 기초하여, 소스 단말로부터 목적지 단말까지 데이터 패킷을 전송하는데 이용될 수 있는 경로 정보들이 도식된 테이블을 생성할 수 있다. 네트워크 제어 장치(10)는 상기 수학식 2 및 3에 기초하여 테이블 상 경로 정보들을 수정할 수 있다.

[0052]

보다 상세하게는, 네트워크 제어 장치(10)는 수학식 2에 기초하여, SNR을 기준으로 정렬을 수행한 뒤, 지연 시

간의 가중치를 기반으로 우선순위를 부여함으로써, 최대 신호대 잡음비 및 최소 지연 시간의 가중치를 모두 중계 활용함으로써 최대-최소 릴레이 선택 기법에 따라 중계 단말을 선택한다. 본 개시에 따른 네트워크 제어 장치(10)는 상술한 최대-최소 릴레이 선택 기법에 따라 중계 단말들을 선택하거나, 최초 선택된 경로 정보 상 일부 중계 단말들을 필터링함으로써 최적의 전송 경로를 설정할 수 있다.

- [0053] 도 6은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 중계 단말을 선택한 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.
- [0054] 도 6을 참조하면 네트워크 제어 장치(10)가 네트워크상 중계 단말들로부터 획득된 단말 성능 정보에 기초하여 생성한 경로 정보들을 포함하는 테이블이 도시된다. 일 실시 예에 의하면, 테이블은 네트워크상 단말의 식별 정보(602)를 포함할 수 있다.
- [0055] 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)는 각 중계 단말들의 신호대 잡음비 (612)를 단말 식별 정보(602)에 기초하여 저장할 수 있다. 또한, 네트워크 제어 장치(10)는 단말 식별 정보에 기초하여 단말간 지연 시간 (614)을 매칭하여 저장할 수도 있다.
- [0056] 또한, 네트워크 제어 장치(10)는 상기 수학식 2 및 3에 기초하여 경로 정보들 상에서 제거 대상인 중계 단말의 식별 정보를 식별하고, 해당 식별 정보에 대해 제거 대상 단말임을 나타내는 제거 대상 식별 정보(616, T/F)를 더 매칭하여 저장할 수도 있다.
- [0057] 네트워크 제어 장치(10)는 경로 정보들 상에서 신호대 잡음비 및 단말간 지연 시간의 가중치에 기초하여 전송 경로 상 정렬된 단말들에 대해 우선 순위(618)를 부여할 수 있다. 네트워크 제어 장치(10)는 부여된 우선 순위 에 기초하여, 최종 전송 경로를 결정할 수 있다.
- [0058] 도 7은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 다중 홉 릴레이 네트워크에서 데이터 패킷 전송 경로를 결정하는 방법에 관한 릴레이 선택 다이어그램을 설명하기 위한 도면이다.
- [0059] 네트워크 제어 장치(10)는 도 7에 따른 릴레이 선택 다이어그램에 기초하여, 다중 홉 릴레이 네트워크상에서 소정의 중계 단말들을 포함하는 전송 경로를 결정할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, S702에서, 네트워크 제어 장치(10)는 다중 홉 릴레이 네트워크상 단말에서 획득되는 단말 성능 정보들을 클러스터링할 수 있다. S704에서, 네트워크 제어 장치(10)는 단말 성능 정보에 기초하여 불완전한 라우팅 경로 또는 통신 품질이 낮은 단말들을 경로정보들이 포함된 테이블상에서 1차 제거할 수 있다.
- [0060] S706에서, 네트워크 제어 장치(10)는 테이블 상에서 상술한 도 6에 기재된 방법을 수행함으로써, 경로 또는 단말들을 정렬하고, 정렬된 경로 또는 단말들에 우선 순위를 부여함으로써, 테이블 상 경로 정보들을 수정할 수 있다.
- [0061] S710에서, 네트워크 제어 장치(10)는 수정된 테이블 상의 경로 정보들 중, 우선 순위에 따른 최적의 전송 경로를 결정할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, S712에서, 네트워크 제어 장치(10)는 S704에서, 통신 품질이 낮은 단말들이 1차 제거된 경로 정보상에서, 불완전한 경로들을 2차 제거할 수 있다. 예를 들어 네트워크 제어 장치(10)는 테이블 상 우선 순위가 동일한 경로들, 또는 우선 순위가 동일한 경로들 내 단말들을 제거하는 2차 필터링 과정을 더 수행할 수 있다.
- [0062] S714에서, 네트워크 제어 장치(10)는 2차 필터링된 경로들 또는 단말들을 제거하고, 테이블 상 제거되고 남아있는 경로들 또는 단말들을 병합함으로써 최적의 전송 경로를 결정할 수 있다.
- [0063] 도 8은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 다중 홉 릴레이 네트워크 내 중계 단말들의 성능 평가 지표로써, 단말 성능 정보를 획득하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0064] S810에서, 네트워크 제어 장치(10)는 다중 홉 릴레이 네트워크 상 복수의 중계 단말들의 필터의 출력 응답 및 기 설정된 이상 응답의 평균 제곱 오차가 작아지도록 복수의 중계 단말들의 필터를 최적화할 수 있다. 예를 들어, 네트워크 제어 장치(10)가 제어하는 다중 홉 릴레이 네트워크 상의 중계 단말들은 각각 필터(예컨대 등화기)를 포함할 수 있다. 다중 홉 릴레이 네트워크 상의 각 중계 단말들은 필터를 포함함으로써, 중계 단말들 사이에 송수신되는 데이터의 왜곡을 감소시킬 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)가 제어하는 다중 홉 릴레이 네트워크 상 각 단말들에 포함되는 필터들은 LMS 알고리즘 기반 적응형 등화기일 수 있다.
- [0065] S820에서, 네트워크 제어 장치(10)는 최적화된 필터를 포함하는 복수의 중계 단말들로부터 단말 성능 정보를 획득할 수 있다. 후술하는 도 9를 참조하여 네트워크 제어 장치(910)가 중계 단말들의 필터를 최적화하는 과정을 구체적으로 설명하기로 한다.

[0066] 도 9는 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치가 중계 단말들의 필터를 최적화하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0067] S910에서, 네트워크 제어 장치(10)는 복수의 중계 단말들의 각 필터로 데이터 패킷이 입력됨에 따라, 상기 각 필터로부터 출력되는 출력 응답을 획득할 수 있다.

[0068] S920에서 네트워크 제어 장치(10)는 획득된 출력 응답 및 이상 응답의 평균 제곱 오차가 작아지도록 복수의 중계 단말들의 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 필터를 최적화할 수 있다. 예를 들어, 네트워크 제어 장치(10)는 복수의 중계 단말들의 각 필터로 데이터 패킷이 입력됨에 따라, 각 필터로부터 출력되는 출력 응답 및 이상 응답의 평균 제곱 오차가 작아지도록, 복수의 중계 단말들의 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 필터를 최적화할 수 있다.

[0069] 일 실시 예에 의하면, 다중 홉 릴레이 네트워크 상 각 단말의 필터에 대한 필터 계수는 스텝 계수, 채널 계수 또는 필터 매개 변수 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상술한 S910 내지 S920은 하기 수학식 4 내지 7에 기초하여 수행될 수 있다.

수학식 4

$$[0070] \quad I(n) = [i(n) \ i(n-1) \dots i(n-N+1)]^T$$

[0071] 여기에서 $I(n)$ 은 중계 단말 각 필터로 입력되는 입력 신호를 의미할 수 있다.

수학식 5

$$[0072] \quad W(n) = [w_0(n) \ w_1(n) \dots w_{N-1}(n)]^T$$

[0073] 여기에서 $W(n)$ 은 각 필터의 가중치 벡터이고, w_j 는 필터 가중치 계수일 수 있다.

수학식 6

$$[0074] \quad O(n) = \sum_{j=0}^{N-1} w_j(n) i(n-j) = W^T(n) I(n)$$

[0075] 여기에서 $O(n)$ 은 필터의 출력 값으로, 벡터 전치와 입력 벡터의 행렬곱과 동치 관계에 따라 상기 수학식 6과 같이 표현될 수 있다. 이상적인 응답과 필터 출력의 오차를 기반으로 평균 제곱 오차를 줄이는 과정은 하기 수학식 7 내지 8에 기초하여 수행될 수 있다.

수학식 7

$$[0076] \quad E(n) = R(n) - O(n)$$

[0077] 여기에서 $E(n)$ 은 이상적인 응답과 필터 출력의 오차이고, $R(n)$ 은 이상적인 응답이며, $O(n)$ 은 필터의 출력 응답일 수 있다.

수학식 8

$$W(n+1) = W(n) + 2SE(n)I(n)$$

[0078]

[0079]

상기 수학식 8에서 S는 스텝 크기이고, I(n)은 필터의 입력이며, W(n+1)은 n+1에서의 가중치, W(n)은 n에서의 가중치이며, E(n)은 필터의 출력 및 이상적인 응답 사이의 오차이다.

[0080]

본 개시에 따른 네트워크 제어 장치(10)는 상술한 수학식 7 내지 8에 기초하여 이상적인 응답과 필터 출력의 오차를 기반으로 평균 제곱 오차를 결정하며, 평균 제곱 오차가 점진적으로 작아지도록 상기 수학식 7 내지 8을 반복하여 수행함으로써 필터 계수를 수정 및 갱신할 수 있다. 네트워크 제어 장치(10)는 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 각 단말의 필터를 최적화할 수 있다.

[0081]

도 10은 일 실시 예에 따라, 네트워크 내 단말들에 탑재되는 적응형 등화기 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[0082]

네트워크 제어 장치(10)가 제어하는 네트워크의 각 중계 단말들에는 도 10에 따른 동작을 수행하는 적응형 등화기가 탑재될 수 있다. 예를 들어, 각 중계 단말들의 필터에는 입력(930) 데이터 패킷이 수신될 수 있다. S932에서, 네트워크 제어 장치(10)는 각 중계 단말의 필터로 입력된 데이터 패킷을 분리할 수 있다. S934에서, 네트워크 제어 장치(10)는 기 설정된 데이터 패킷 파라미터에 기초하여 분리된 데이터 패킷을 검증할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 기 설정된 데이터 패킷 파라미터는 데이터 패킷의 길이와 같이 데이터 패킷의 속성을 나타내는 변수를 포함할 수 있다.

[0083]

S936에서, 네트워크 제어 장치(10)는 검증된 데이터 패킷의 비트 스트림에 맵핑되는 심볼 맵을 식별할 수 있다. S938에서, 네트워크 제어 장치(10)는 식별된 심볼 맵 및 기 설정된 이상 응답에 대응되는 심볼 맵의 차이가 작아지도록 복수의 중계 단말들의 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 필터를 최적화할 수 있다. 예를 들어, 네트워크 제어 장치(10)는 식별된 심볼 맵 및 기 설정된 이상 응답에 대응되는 심볼 맵이 유사해지도록 스텝 계수, 필터매개변수 등을 수정 및 갱신할 수 있다.

[0084]

S940에서, 네트워크 제어 장치(10)는 식별된 심볼 맵에 맵핑되는 비트 스트림을 복조하고, 복조된 비트스트림을 디맵핑할 수 있다. 디맵핑 동작은 상술한 심볼 맵으로의 맵핑 동작의 반대 동작에 대응될 수 있다. S944에서, 네트워크 제어 장치(10)는 상술한 적응형 등화기 모듈의 기능들 중 특정 모듈의 기능들이 수행되지 않았는지 여부를 예러 정보로 획득할 수 있다. S946에서, 네트워크 제어 장치(10)는 적응형 등화기 모듈 중 정상적으로 실행되지 않았던 기능들에 대한 정보(946)를 필터로부터 획득할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 네트워크 제어 장치(10)는 각 중계 단말의 필터로부터 필터 모듈의 기능들이 잘 수행되었는지 여부에 관한 처리 정보(948)를 더 획득할 수도 있다.

[0085]

네트워크 제어 장치(10)는 각 중계 단말들의 필터로부터 획득되는 출력 응답, 예러 정보, 처리 정보에 기초하여, 중계 단말들의 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 최적화할 수 있다. 네트워크 제어 장치(10)는 최적화된 필터를 포함하는 단말들로부터 단말 성능 정보를 획득함으로써, 최적의 경로를 결정할 수 있다.

[0086]

도 11은 일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치의 블록도이다.

[0087]

일 실시 예에 따른 네트워크 제어 장치(10)는 네트워크 인터페이스(100), 메모리(200) 및 프로세서(300)를 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 다중 홉 네트워크의 기능을 단일의 네트워크 장치(10)로 구현하는 경우, 단일의 네트워크 제어 장치에 포함된 프로세서(300)는 다중 홉 중계 네트워크가 수행하는 기능들 중 하나 이상을 수행할 수 있다.

[0088]

또 다른 실시 예에 따르면, 도 1에 도시된 다중 홉 중계 네트워크의 기능을 단일의 네트워크 제어 장치(10)가 아닌 다중 홉 네트워크 상의 각 단말에서 수행하는 경우, 도 11에 도시된 네트워크 제어 장치(10)의 구성들은 모두 네트워크상 각 단말에 포함될 수 있다.

[0089]

네트워크 제어 장치(10)는 프로세서(300)를 이용하여 메모리(200)에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 수행함으로써, 상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 송수신되는 데이터의 신호 대 잡음비 또는 상기 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들의 링크간 지연 시간의 가중치 중 적어도 하나를 포함하는 단말 성능 정보를 획득하고, 상기 획득된 단말 성능 정보에 기초하여, 상기 복수의 중계 단말들 중, 적어도 하나의 중계 단말을 경유하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 상기 데이터 패킷이

전송될 전송 경로를 결정할 수 있다.

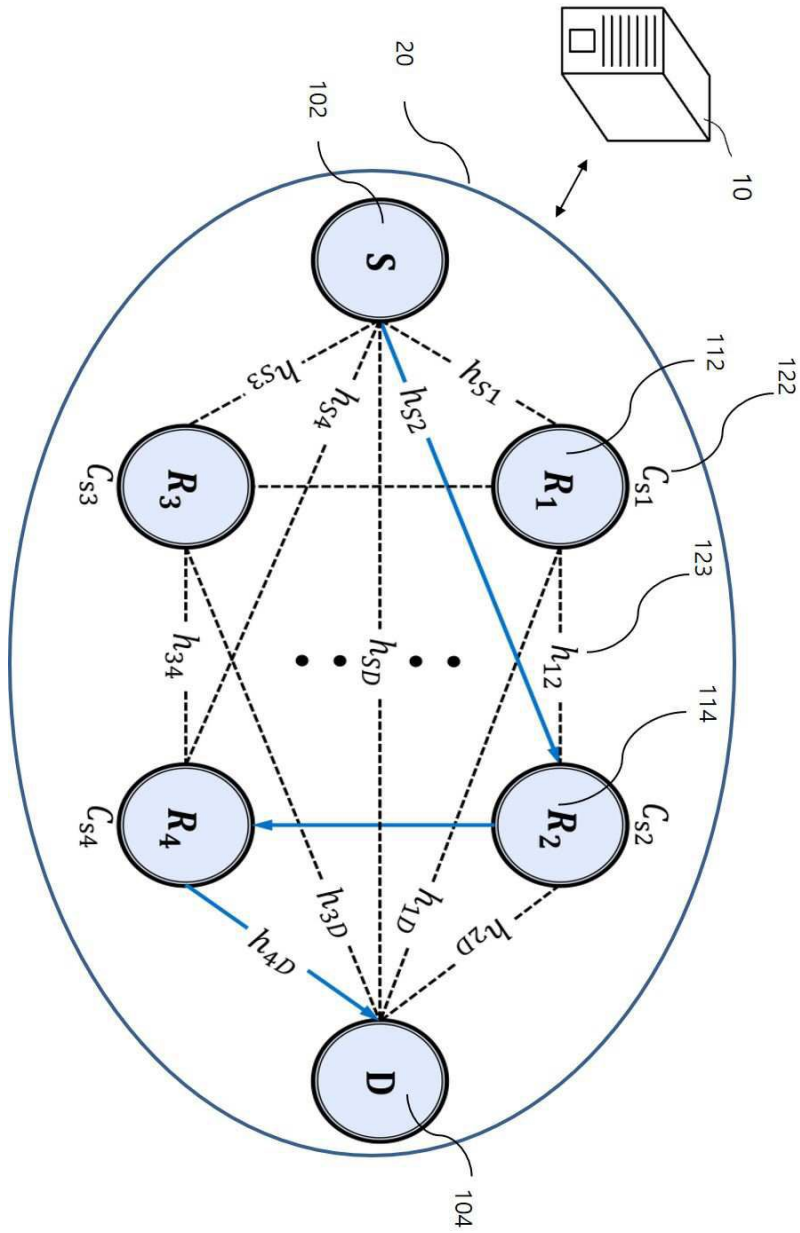
- [0090] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(300)는 하나 이상의 인스트럭션을 수행함으로써, 상기 네트워크를 구성하는 복수의 중계 단말들 중 적어도 2이상의 중계 단말들 사이에서 결정될 수 있는 경로들에 관한 경로 정보를 생성하고, 상기 단말 성능 정보에 기초하여 상기 경로 정보를 수정하고, 상기 수정된 경로 정보에 기초하여, 상기 전송 경로를 결정할 수 있다.
- [0091] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(300)는 상기 신호 대 잡음비에 기초하여 상기 경로 정보 내 상기 경로들 또는 상기 경로들을 구성하는 중계 단말들을 정렬하고, 상기 링크간 지연 시간의 가중치에 기초하여, 상기 정렬된 경로들 또는 상기 중계 단말들에 대한 우선 순위를 결정하고, 상기 결정된 우선 순위에 기초하여 상기 정렬된 중계 단말들 중 일부 또는 상기 정렬된 경로들 중 일부를 선택함으로써, 상기 전송 경로를 결정할 수 있다.
- [0092] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(300)는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 복수의 중계 단말들의 필터의 출력 응답 및 기 설정된 이상 응답의 평균 제곱 오차가 작아지도록 상기 복수의 중계 단말들의 필터를 최적화하고, 상기 최적화된 필터를 포함하는 복수의 중계 단말들로부터 상기 단말 성능 정보를 획득할 수 있다.
- [0093] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(300)는 상기 복수의 중계 단말들의 각 필터로 데이터 패킷이 입력됨에 따라, 상기 각 필터로부터 출력되는 출력 응답을 획득하고, 상기 획득된 출력 응답 및 상기 이상 응답의 평균 제곱 오차가 작아지도록 상기 복수의 중계 단말들의 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 상기 필터를 최적화할 수 있다.
- [0094] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(300)는 상기 복수의 중계 단말들로 입력되는 데이터 패킷을 분리하고, 기 설정된 데이터 패킷 파라미터에 기초하여 상기 분리된 데이터 패킷을 검증하고, 상기 검증된 데이터 패킷의 비트 스트림에 맵핑 되는 심볼 맵을 식별하고, 상기 식별된 심볼 맵 및 기 설정된 이상 응답에 대응되는 심볼 맵의 차이가 작아지도록 상기 복수의 중계 단말들의 필터 계수를 수정 및 갱신함으로써 상기 필터를 최적화할 수 있다.
- [0095] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(300)는 상기 식별된 심볼 맵에 맵핑되는 비트 스트림을 복조하고, 상기 복조된 비트 스트림을 디맵핑할 수 있다.
- [0096] 일 실시 예에 의하면, 네트워크 인터페이스(100)는 소스 단말, 목적지 단말) 및 중계 단말들과 통신할 수 있다. 예를 들어, 네트워크 인터페이스(100)는 프로세서의 제어에 의하여 소스 단말로부터 목적지 단말까지 데이터 패킷 전송을 위한 최적의 전송 경로를 설정하기 위해, 각 중계 단말들로부터 단말 성능 정보, 신호대 잡음비, 단말간 지연 시간의 가중치 정보등을 획득할 수 있다.
- [0097] 네트워크 인터페이스(100)는 외부 장치와 통신을 가능하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있으며, 예를 들어 근거리 통신 모듈, 유선 통신 모듈 및 무선 통신 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 본 개시의 근거리 통신 모듈(short-range wireless communication module)은 블루투스 통신 모듈, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신 모듈, 근거리 무선 통신 모듈(Near Field Communication Module), WLAN(와이파이) 통신 모듈, 지그비(Zigbee) 통신 모듈, 적외선(IrDA, infrared Data Association) 통신 모듈, WFD(Wi-Fi Direct) 통신 모듈, UWB() 통신 모듈, Ant+ 통신 모듈 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0098] 메모리(200)는 하나 이상의 인스트럭션을 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(200)가 저장하는 인스트럭션은 다중 홉 릴레이 네트워크에서 네트워크 제어 장치(10)가 전송 경로를 제어하기 위한 컴퓨터에서 실행 가능한 명령어들의 집합일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 메모리(200)는, 내장 메모리 또는 외장 메모리를 포함할 수 있다.
- [0099] 예를 들어, 내장 메모리는, 휘발성 메모리(예: DRAM(dynamic RAM), SRAM(static RAM), 또는 SDRAM(synchronous dynamic RAM) 등), 비휘발성 메모리(non-volatile Memory)(예: OTPROM(one time programmable ROM), PROM(programmable ROM), EPROM(erasable and programmable ROM), EEPROM(electrically erasable and programmable ROM), mask ROM, flash ROM, 플래시 메모리(예: NAND flash 또는 NOR flash 등), 하드 드라이브, 또는 솔리드 스테이트 드라이브(solid state drive(SSD)) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0100] 외장 메모리는 플래시 드라이브(flash drive), 예를 들면, CF(compact flash), SD(secure digital), Micro-SD(micro secure digital), Mini-SD(mini secure digital), xD(extreme digital), MMC(multi-media card) 또는 메모리 스틱(memory stick) 등을 포함할 수 있다. 외장 메모리는 다양한 인터페이스를 통하여 네트워크 제어 장치(10)와 기능적으로 및/또는 물리적으로 연결될 수 있다.
- [0101] 도 12는 일 실시 예에 따라 이론적 AWGN 환경에서 적응형 등화기의 변조 오류 확률 성능 및 오차벡터 크기 성능

을 설명하기 위한 도면이다.

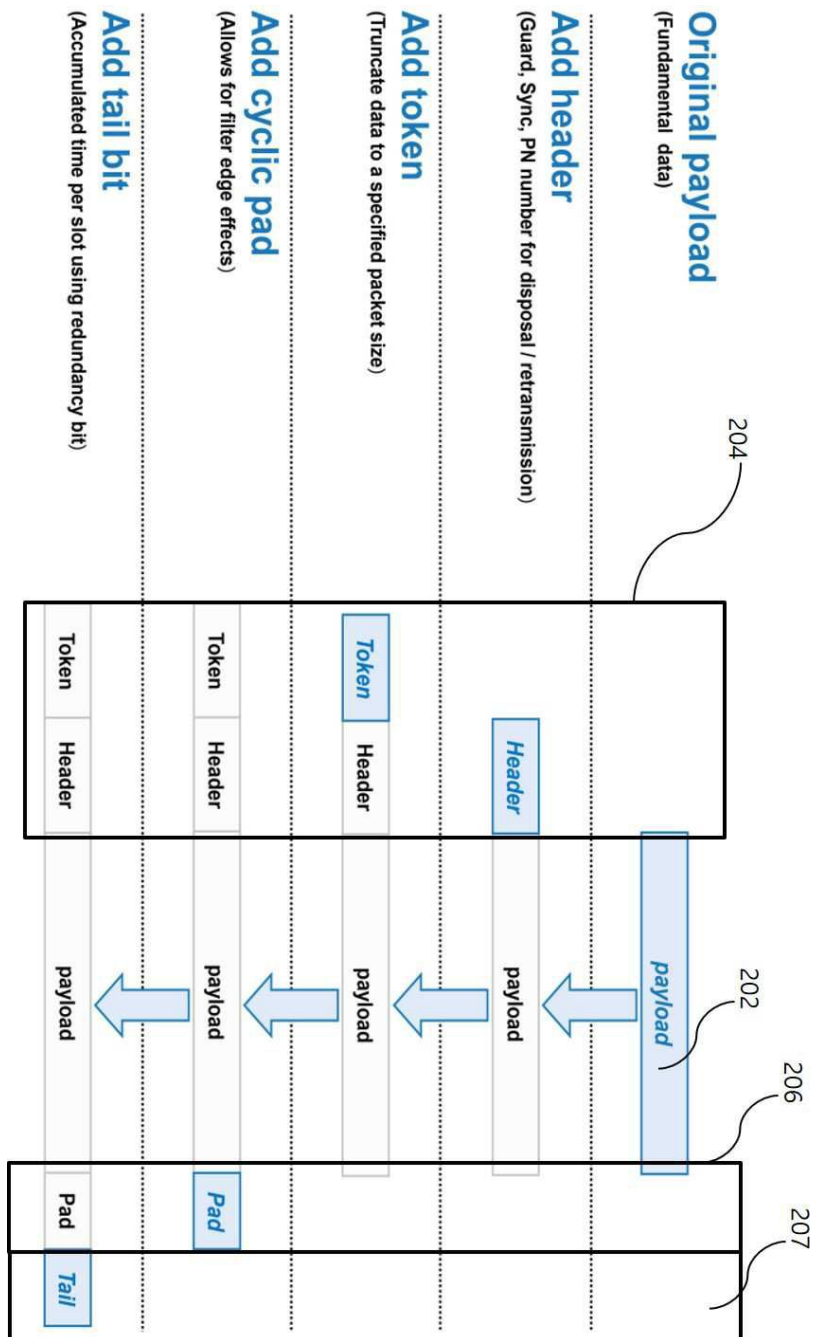
- [0102] 일 실시 예에 의하면, 도 12를 참조하여 네트워크 제어 장치(10)가 제어하는 네트워크 내 각 중계 단말들의 등화기의 성능을 설명하기로 한다. 그림 (1210)을 참조하면, M-QAM 변조 방식의 지수 증가에 따른 변조 오류 확률(MER, Modulation Error Ratio)이 도시된다. 동일한 E_b/N_0 임에도 불구하고, 적응형 등화기에 의해 2배가량의 변조 오류 확률이 개선되었음을 알 수 있다.
- [0103] 그림 (1220)을 참조하면, 그림 (1210)과 동일하게 M-QAM 변조 지수의 증가에 따른 오차 벡터 크기가 2.5배가량 감소하였음을 알 수 있다. 도 12를 참조할 때, LMS 알고리즘 기반의 적응형 등화기는 신호 감쇠 환경에서 발생하는 부호간 간섭 제거 및 신호 왜곡에 강인한 성능을 나타냄을 알 수 있다.
- [0104] 도 13은 일 실시 예에 따라 다중 홉 통과에 따른 종단 간 패킷 지연 및 다중 홉 통과에 따른 종단간 패킷 손실률을 비교 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] 그림 (1230) 및 그림 (1240)을 참조하면, 다중 홉 통과에 따른 종단 지연 시간 및 패킷 손실률 비교 분석한 결과가 도시된다. 본 개시에 따른 네트워크 제어 장치(10)가 제어하는 다중 홉 릴레이 네트워크는, 종래 D2D 기반의 일반적인 멀티 홉 네트워크가, 네트워크 내의 각 단말의 지연 시간을 고려하지 않음으로 여러 홉 통과에 따른 지연 시간이 안정적이지 못한 성능을 나타내는 것과는 달리, 최대-최소 릴레이 선택 전략을 활용함과 함께 TDMA 기반의 네트워크로 설계되므로, 기존 멀티 홉 방식 대비 60% 내지 57%의 종단간 패킷 지연의 감소 효과를 나타낼 수 있다.
- [0106] 또한, 본 개시에 따른 네트워크 제어 장치(10)에 의해 제어되는 네트워크는 종래 D2D 기반의 멀티 홉 방식이 선택된 중계 단말에 패킷 데이터가 집중됨으로써 트래픽 증가와 함께 패킷 손실률이 증가하는 문제점을 나타내는 것과 달리, 링크 당 지연 시간의 가중치를 활용한 단말 간 우선 순위와 오류 단말을 사전에 차단하는 릴레이 결정 방식을 통해, 선택된 릴레이(예컨대 중계 단말)의 트래픽 포화를 방지함으로써, 종단 패킷 손실과 지연 시간 최소화를 보장할 수 있다.
- [0107] 일 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 개시를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0108] 이상에서 본 개시의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 개시의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 개시의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 개시의 권리범위에 속한다.

도면

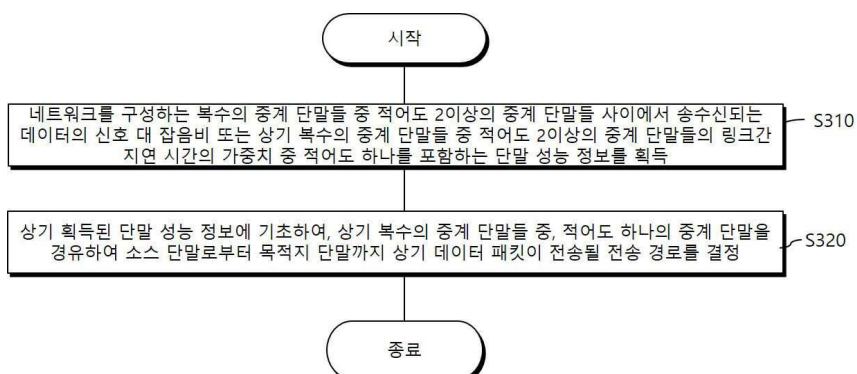
도면1



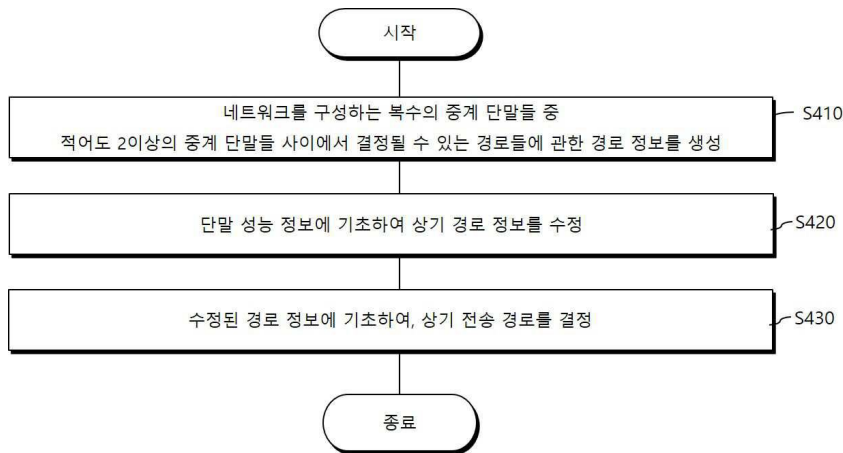
도면2



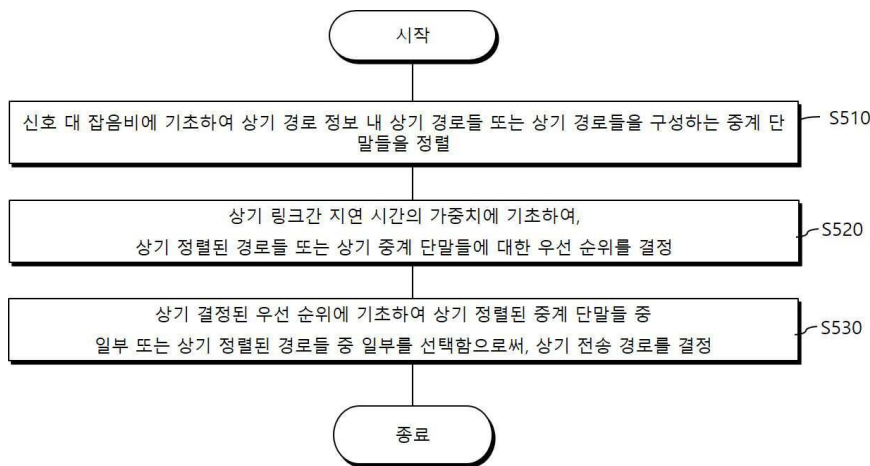
도면3



도면4



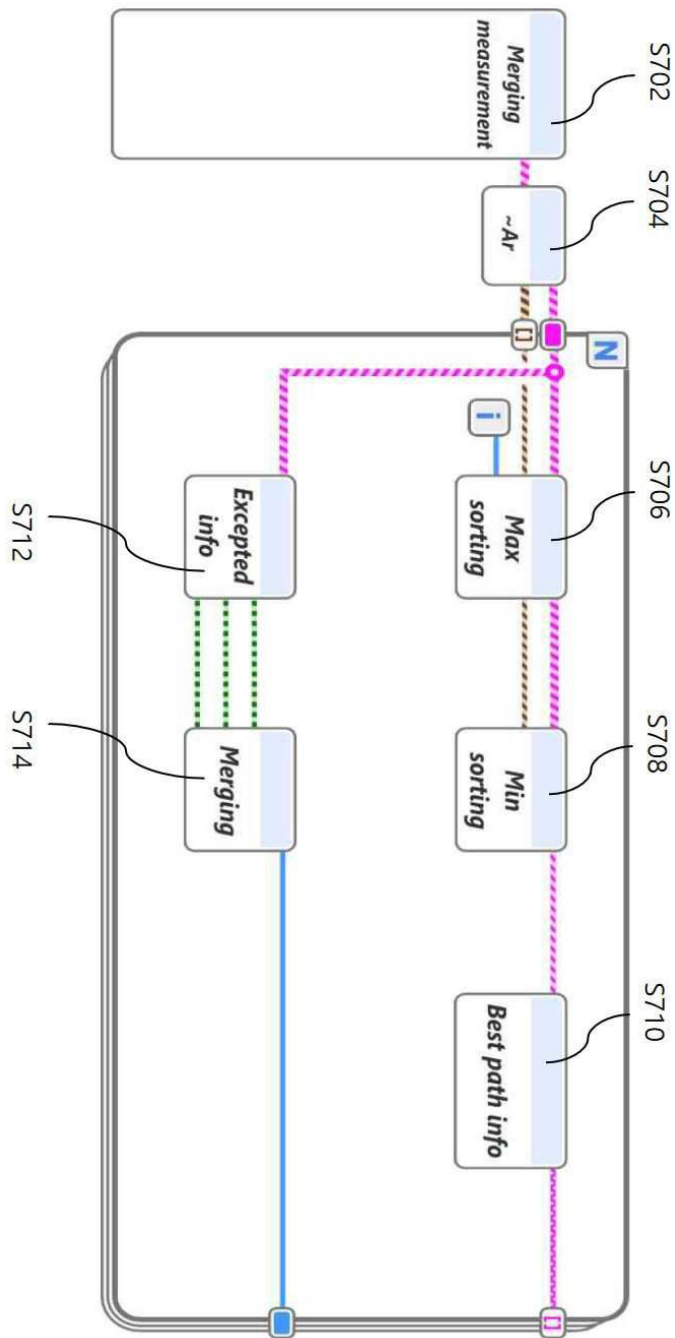
도면5



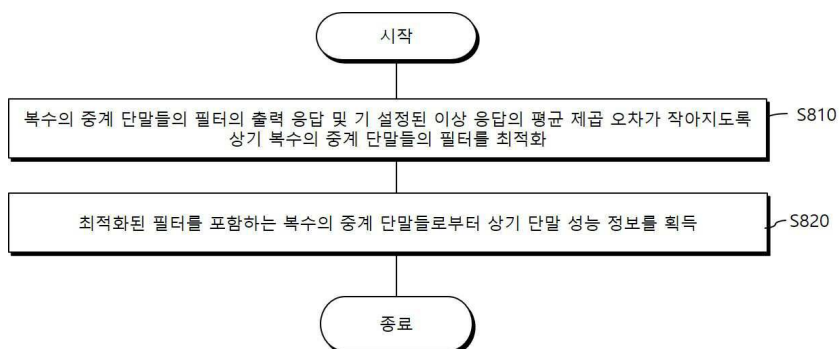
도면6

Measurements	Index of multi-hop				602
	R_1	R_2	R_3	R_4	
612 SNR	22 dB	14 dB	8 dB	14 dB	
614 Per link delay	120 ms	460 ms	1180 ms	370 ms	
616 T / F	-	-	1	-	
618 The priority of the relay	$R_1 - R_4 - R_2$				

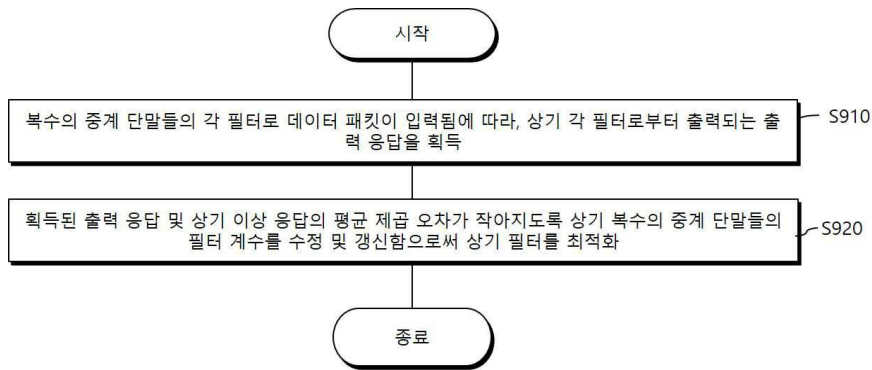
도면7



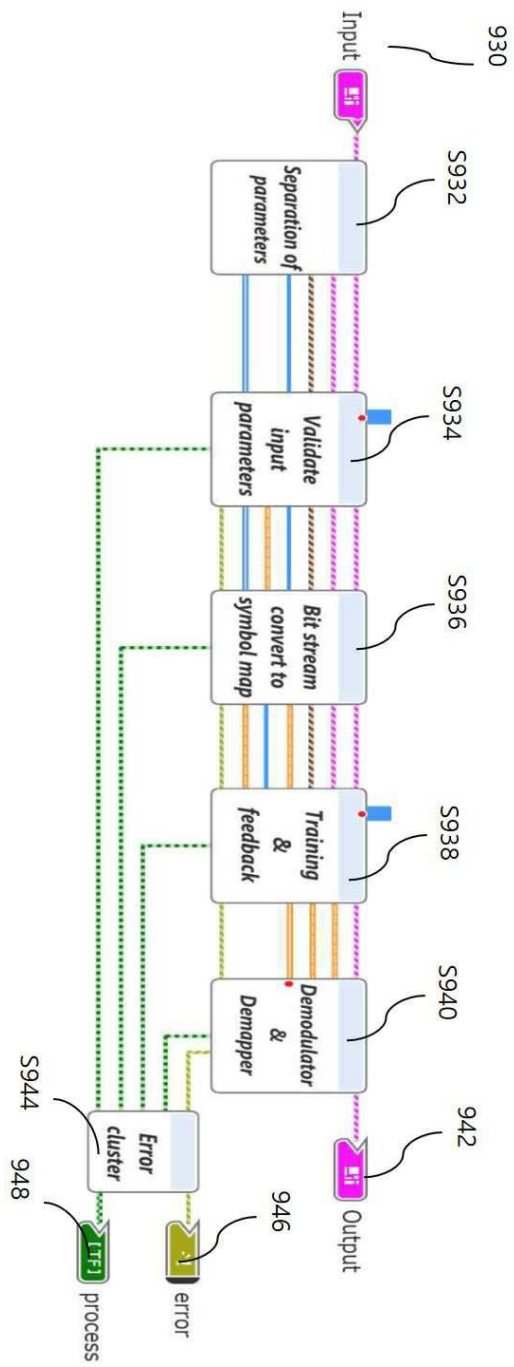
도면8



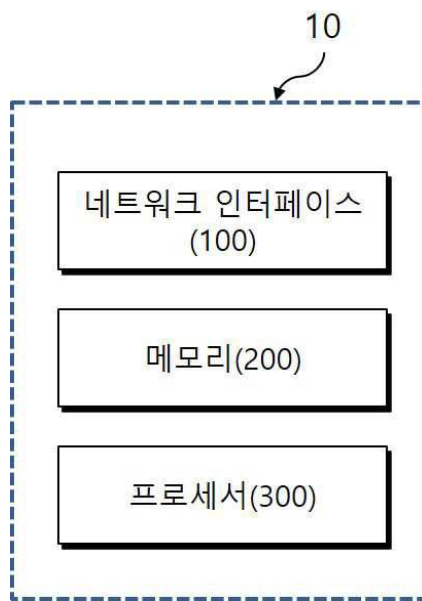
도면9



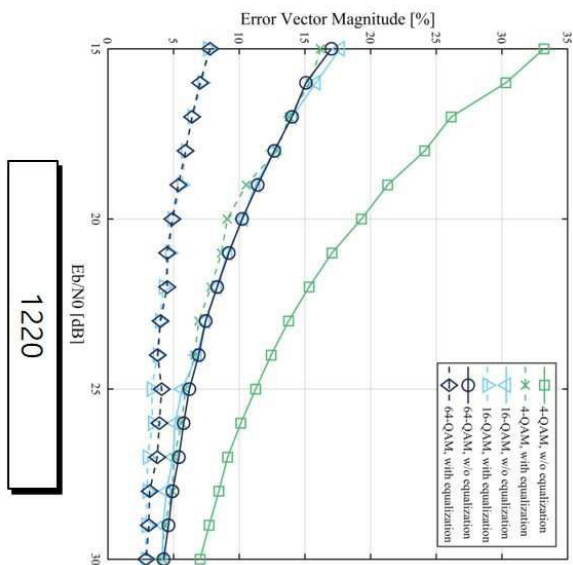
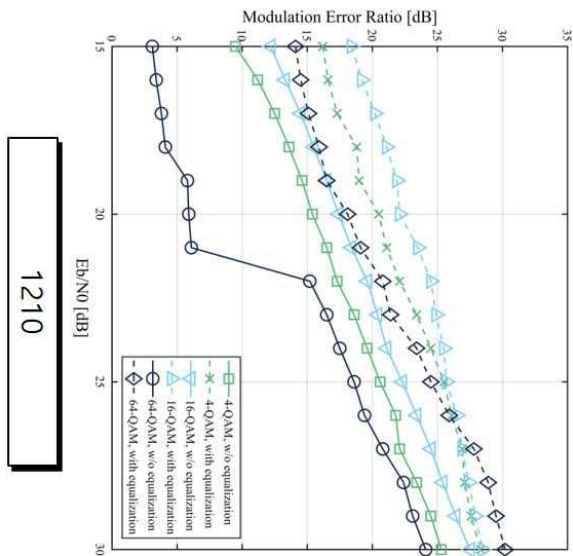
도면10



도면11



도면12



도면13

