(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년12월01일
(11) 등록번호 10-1088687
(24) 등록일자 2011년11월25일

(51) Int. Cl.
H04B 7/14 (2006.01) *H03M 7/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0087505
(22) 출원일자 2010년09월07일
심사청구일자 2010년09월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070072983 A*
KR1020070074256 A*
KR1020080037976 A
KR1020080037975 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
강충구
서울특별시 성북구 안암동1가 삼성래미안아파트 110동 802호
류현석
서울특별시 송파구 잠실4동 파크리오아파트 224동 1303호
이준석
서울특별시 성북구 안암동5가 15-51번지 18호
(74) 대리인
이건주, 김정훈

전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 양찬호

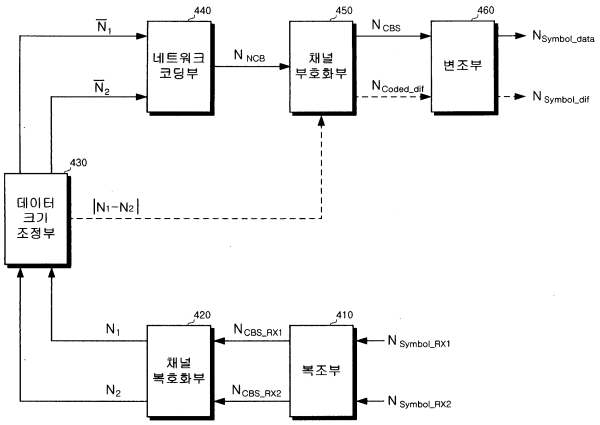
(54) 릴레이 네트워크에서 데이터 중계장치 및 방법

(57) 요 약

본 발명은 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩을 사용하여 데이터를 중계하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

이를 위해 제1노드로부터 수신한 제1 데이터의 크기와 상기 제2노드로부터 수신된 제2 데이터의 크기를 동일한 크기로 일치시키고, 상기 동일한 크기로 일치시킨 제1 데이터와 제2 데이터를 네트워크 코딩하여 하나의 코딩 데이터를 생성한다. 그리고 상기 제1노드와의 채널 품질과 상기 제2노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한 부호화율 및 변조 차수를 사용하여 상기 생성된 하나의 코딩 데이터를 부호화 및 변조하여 전송한다.

대 표 도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	KI002139201002100310013918KI002139201002
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	지식경제부
연구사업명	IT산업원천기술개발사업
연구과제명	다중셀 협력 통신환경에서 효율적인 기지국 무선접속 운용기술 개발
기여율	1/1
주관기관	서울대학교 산학협력단
연구기간	2010.03.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

릴레이 네트워크의 릴레이 노드에서 제1노드와 제2노드 간의 양방향 통신을 지원하는 방법에 있어서,

상기 제1노드로부터 수신한 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2노드로부터 수신된 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2)를 동일한 크기로 일치시키는 과정;

상기 동일한 크기로 일치시킨 제1 데이터와 제2 데이터를 네트워크 코딩하여 하나의 코딩 데이터를 생성하는 과정; 및

상기 제1노드와의 채널 품질과 상기 제2노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한 부호화 율 및 변조 차수를 사용하여 상기 생성된 하나의 코딩 데이터를 부호화 및 변조하여 상기 제1노드와 상기 제2노드로 전송하는 과정과,

상기 제1데이터 또는 상기 제2데이터 중 크기를 일치시키기고 남은 데이터 ($SIZE_|N_1\text{-}N_2|$)를 목적 노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한 부호화 율 및 변조 차수를 사용하여 부호화 및 변조하여 상기 목적 노드로 전송하는 과정을 포함하며,

여기서 상기 남은 데이터 ($SIZE_|N_1\text{-}N_2|$)가 상기 제1데이터의 일부인 경우에 상기 목적 노드는 상기 제2노드이며, 상기 남은 데이터 ($SIZE_|N_1\text{-}N_2|$)가 상기 제2데이터의 일부인 경우에 상기 목적 노드는 상기 제1노드임을 특징으로 하는 양방향 통신 지원방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 동일한 크기로 일치시키는 과정은,

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터 중 크기가 큰 데이터에서 상기 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2) 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1\text{-}N_2|$)만큼의 데이터를 잘라내어 두 데이터의 크기를 일치시키는 과정임을 특징으로 하는 양방향 통신 지원방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 동일한 크기로 일치시키는 과정은,

상기 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2)를 비교하는 단계;

상기 비교를 통해 상기 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2) 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1\text{-}N_2|$)를 계산하는 단계; 및

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터 중 크기가 큰 데이터에서 상기 계산된 오차 크기 ($SIZE_|N_1\text{-}N_2|$)만큼의 데이터를 잘라내는 단계를 포함하는 양방향 통신 지원방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 동일한 크기로 일치시키는 과정은,

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터 중 크기가 작은 데이터에 대해 상기 제1 데이터의 크기와 상기 제2 데이터의 크기 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1-N_2|$)만큼을 제로 패딩, 반복, 및 패리티 비트 추가 중 적어도 하나에 의해 두 데이터의 크기를 일치시키는 과정을 더 포함함을 특징으로 하는 양방향 통신 지원방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 두 데이터의 크기를 일치시키는 과정은,

상기 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2)를 비교하는 단계;

상기 비교를 통해 상기 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2) 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1-N_2|$)를 계산하는 단계; 및

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터 중 크기가 작은 데이터에 대해 상기 계산된 오차 크기 ($SIZE_|N_1-N_2|$)만큼을 제로 패딩, 반복, 및 패리티 비트 추가 중 적어도 하나에 의해 두 데이터의 크기를 일치시키는 단계를 포함하는 양방향 통신 지원방법.

청구항 7

제1항, 제2항, 제3항, 제5항 및 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부호화 율 및 변조 차수는 상기 제1노드와의 채널 품질과 상기 제2노드와의 채널 품질 중 낮은 레벨의 채널 품질을 기반으로 결정됨을 특징으로 하는 양방향 통신 지원방법.

청구항 8

릴레이 네트워크에서 제1노드와 제2노드 간의 양방향 통신을 지원하는 릴레이 노드에 있어서,

상기 제1노드로부터 수신한 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2노드로부터 수신된 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2)를 동일한 크기로 일치시키는 데이터 크기 조정부;

상기 동일한 크기로 일치시킨 제1 데이터와 제2 데이터를 네트워크 코딩하여 하나의 코딩 데이터를 생성하는 네트워크 코딩부; 및

상기 제1노드와의 채널 품질과 상기 제2노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한 부호화 율 및 변조 차수를 사용하여 상기 생성된 하나의 코딩 데이터를 부호화 및 변조하고, 상기 제1데이터 또는 상기 제2데이터 중 크기를 일치시키고 남은 데이터 ($SIZE_|N_1-N_2|$)를 목적 노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한 부호화 율 및 변조 차수를 사용하여 부호화 및 변조하는 부호화 및 변조부를 포함하며,

상기 부호화 및 변조된 코딩 데이터는 상기 제1노드와 상기 제2노드로 전송되고, 상기 부호화 및 변조된 남은 데이터는 상기 남은 데이터 ($SIZE_|N_1-N_2|$)가 상기 제1데이터의 일부인 경우에 상기 제2노드로 전송되며, 상기 남은 데이터 ($SIZE_|N_1-N_2|$)가 상기 제2데이터의 일부인 경우에 상기 제1노드로 전송됨을 특징으로 하는 릴레이 노드.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 데이터 크기 조정부는,

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터 중 크기가 큰 데이터에서 상기 제1 데이터의 크기 ($SIZE_N$)와 상기 제2

데이터의 크기 ($SIZE_N_2$) 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1-N_2|$)만큼의 데이터를 잘라내어 두 데이터의 크기를 일치시킴을 특징으로 하는 릴레이 노드.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 데이터 크기 조정부는,

상기 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2)를 비교하고, 상기 비교를 통해 상기 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2) 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1-N_2|$)를 계산하며,

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터 중 크기가 큰 데이터에서 상기 계산된 오차 크기 ($SIZE_|N_1-N_2|$)만큼의 데이터를 잘라냄을 특징으로 하는 릴레이 노드.

청구항 11

삭제

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 데이터 크기 조정부는,

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터 중 크기가 작은 데이터에 대해 상기 제1 데이터의 크기와 상기 제2 데이터의 크기 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1-N_2|$)만큼을 제로 패딩, 반복, 및 패리티 비트 추가 중 적어도 하나에 의해 두 데이터의 크기를 일치시키는 동작을 더 포함함을 특징으로 하는 릴레이 노드.

청구항 13

제8항에 있어서, 상기 데이터 크기 조정부는,

상기 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2)를 비교하고, 상기 비교를 통해 상기 제1 데이터의 크기 (SIZE_N_1)와 상기 제2 데이터의 크기 (SIZE_N_2) 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1-N_2|$)를 계산하며,

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터 중 크기가 작은 데이터에 대해 상기 계산된 오차 크기 ($SIZE_|N_1-N_2|$)만큼을 제로 패딩, 반복, 및 패리티 비트 추가 중 적어도 하나에 의해 두 데이터의 크기를 일치시키는 동작을 더 포함함을 특징으로 하는 릴레이 노드.

청구항 14

제8항, 제9항, 제10항, 제12항 및 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부호화 및 변조부는,

상기 제1노드와의 채널 품질과 상기 제2노드와의 채널 품질 중 낮은 레벨의 채널 품질을 기반으로 부호화 율 및 변조 차수를 결정함을 특징으로 하는 릴레이 노드.

청구항 15

릴레이 네트워크의 노드에서 릴레이 노드와의 양방향 통신을 수행하는 방법에 있어서,

상기 릴레이 노드로 소정 크기를 가지는 데이터를 전송하는 과정;

상기 전송한 데이터를 임시로 저장하는 과정;

상기 릴레이 노드로부터 수신한 데이터를 복조 및 복호하는 과정;

상기 복조 및 복호된 데이터가 네트워크 코딩된 경우, 상기 복조 및 복호된 데이터를 상기 임시로 저장된 데이터에 의해 네트워크 디-코딩하여 소스 노드로부터 전송된 데이터를 획득하는 과정; 및

상기 복조 및 복호된 데이터가 네트워크 코딩되지 않은 경우, 상기 복조 및 복호된 데이터를 상기 획득한 데이터에 결합하여 출력하는 과정을 포함하는 양방향 통신 수행방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 복조 및 복호된 데이터의 네트워크 코딩 여부에 대한 식별 정보와, 상기 복조 및 복호를 위한 부호화 율과 변조 차수에 대한 정보를 상기 릴레이 노드로부터 제공받는 과정을 더 포함하는 양방향 통신 수행방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 획득한 데이터에서 제로 패딩, 반복, 및 패리티 비트 추가로 인해 삽입된 비트들을 제거하는 과정을 더 구비하는 양방향 통신 수행방법.

청구항 18

릴레이 네트워크에서 릴레이 노드와의 양방향 통신을 수행하는 통신 노드에 있어서,

상기 릴레이 노드로 전송된 소정 크기를 가지는 데이터를 임시로 저장하는 버퍼;

상기 릴레이 노드로부터 수신한 데이터를 복조 및 복호하는 복조 및 복호화부;

상기 복조 및 복호된 데이터가 네트워크 코딩된 경우, 상기 복조 및 복호된 데이터를 상기 임시로 저장된 데이터에 의해 네트워크 디-코딩하여 소스 노드로부터 전송된 데이터를 획득하는 네트워크 디코딩부; 및

상기 복조 및 복호된 데이터가 네트워크 코딩되지 않은 경우, 상기 복조 및 복호된 데이터를 상기 획득한 데이터에 결합하여 출력하는 데이터 재 구성부를 포함하는 통신 노드.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 네트워크 디코딩부와 상기 데이터 재 구성부는,

상기 릴레이 노드로부터 제공되는 식별 정보에 의해 상기 복조 및 복호된 데이터의 네트워크 코딩 여부를 확인함을 특징으로 하는 통신 노드.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 데이터 재 구성부는,

상기 획득한 데이터로부터 제로 패딩, 반복, 및 패리티 비트 추가로 인해 삽입된 비트들을 제거함을 특징으로 하는 통신 노드.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 릴레이 네트워크에서의 데이터 중계장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 네트워크 코딩을 사용하여 데이터를 중계하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 기지국과 단말이 직접 통신하는 통신 시스템에서 단말기가 셀 외곽 지역 또는 음영 지역 등과 같이 신호 품질이 열악한 지역에 위치하게 되면 원활한 통신 서비스를 제공하기가 어렵다.

[0003] 이 경우, 기지국이 적어도 두 개의 송신 안테나를 갖추고 있으면 추가적인 다이버시티 이득을 제공함으로써 신호 품질을 향상시킬 수 있다. 상기 다이버시티 이득을 제공하기 위해서는 알라모티 (Alamouti) 코딩에 기반한 공간-시간 블록 코드, 공간-주파수 블록 코드, 공간-코드 블록 코드 등이 이용된다.

[0004] 하지만 하나의 안테나를 갖춘 기지국이 서비스를 제공하는 통신 시스템에서는 음영 지역 해소를 위하여 추가로 기지국을 설치하는 등의 대가를 지불하여야 한다.

[0005] 최근에는 상대적으로 낮은 비용으로 커버리지 확장 및 시스템 용량 증대를 얻을 수 있는 릴레이 네트워크에 대한 관심이 늘어나고 있다. 특히, 신호 품질이 열악한 셀 외곽 지역 또는 음영 지역 등에 릴레이를 배치함으로써 비교적 저렴한 비용으로 시스템 성능을 향상시킬 수 있다.

[0006] 통상적으로 릴레이 네트워크는 서비스 영역의 확장 등을 위해 릴레이 노드 (relay node)를 이용하여 두 개의 노드들 간의 신호를 양방향으로 중계하는 네트워크를 의미한다. 이때 신호를 송신하는 노드를 소스 노드 (source node)라 하고, 신호를 수신하는 노드를 목적 노드 (destination node)라 한다.

[0007] 예컨대 소스 노드에 의해 전송되는 신호는 목적 노드와 릴레이 노드에 의해 수신된다. 그리고 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 상기 목적 노드로 전송한다.

[0008] 따라서 상기 목적 노드는 상기 소스 노드로부터 전송된 신호와 상기 릴레이 노드로부터 전송된 신호를 수신함으로써, 신호의 수신 확률을 증가 시킬 수 있다.

[0009] 상기 릴레이 네트워크의 가장 대표적인 기술로는 IEEE 802.15.3 기반의 무선 개인 영역 네트워크 (WPAN: Wireless Personal Area Network)에서 사용되는 릴레이 기반 네트워크가 있다.

[0010] 통상적으로 릴레이 노드는 중계 방식에 따라 두 가지로 나누어 진다. 즉 소스 노드에서 전송한 데이터를 릴레이 노드에서 복호하여 목적 노드로 전송하는 DF (Decode-and-Forward) 중계 방식과 복호하지 않고 증폭만 시켜 전송하는 AF (Amplify-and-Forward) 중계 방식이 있다.

[0011] 상기 AF 중계 방식을 지원하는 중계기에서 단순히 신호를 증폭시켜 단말에 전송하게 되면 잡음 또한 증폭시킬 수 있다. 따라서 기지국에서 보낸 신호와 단말에서 복호화된 신호의 평균제곱오차 (MSE: mean-square-error)가 커지게 되어 통신의 품질이 떨어지게 된다.

[0012] 상술한 이유로 통신의 품질이 떨어지는 것을 방지하기 위한 방안으로 상기 DF 중계 방식이 적용될 수 있다. 상기 DF 중계방식은 상기 AF 중계 방식에 비해 상대적으로 지능화된 중계방식이라 할 수 있다.

[0013] 하지만 상기 DF 중계 방식의 경우, 릴레이 노드는 수신한 신호를 복조 및 복호하고, 상기 복조 및 복호된 신호를 다시 채널 부호화 및 변조하여 전송한다. 따라서 상기 DF 중계 방식을 지원하기 위한 릴레이 노드의 복잡도 뿐만 아니라 높은 신호 처리 능력을 요구한다.

[0014] 이러한 점을 고려할 때, DF 중계 방식을 릴레이 노드에 구현하기 위한 보다 효율적인 방안 마련이 절실하다고 할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명의 실시 예에서는 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩을 사용하여 데이터를 중계할 시에 사용 주파수 대역의 효율성을 높일 수 있는 릴레이 노드 및 데이터 중계 방법을 제안한다.

[0016] 또한 본 발명의 실시 예에서는 비대칭의 양방향 채널 환경에서 네트워크 코딩을 서비스하는 릴레이 노드 및 데이터 중계 방법을 제안한다.

[0017] 또한 본 발명의 실시 예에서는 양방향 통신을 위한 두 개의 소스 노드로부터 수신한 서로 다른 크기의 데이터를 네트워크 코딩을 통해 목적 노드로 전달하는 릴레이 노드 및 데이터 중계 방법을 제안한다.

[0018] 또한 본 발명의 실시 예에서는 양방향 통신을 위한 두 개의 소스 노드로부터 수신한 서로 다른 크기의 데이터의 크기를 일치시켜 네트워크 코딩을 수행하는 릴레이 노드 및 데이터 중계 방법을 제안한다.

[0019] 또한 본 발명의 실시 예에서는 릴레이 노드에 의해 강제로 크기가 맞추어져 네트워크 코딩이 이루어지는 데이터를 수신하는 통신 노드 및 데이터 수신 방법을 제안한다.

과제의 해결 수단

[0020] 본 발명의 실시 예에서 제안하는 릴레이 네트워크의 릴레이 노드에서 제1노드와 제2노드 간의 양방향 통신을 지

원하는 방법은, 상기 제1노드로부터 수신한 제1 데이터의 크기 ($SIZE_N_1$)와 상기 제2노드로부터 수신된 제2 데이터의 크기 ($SIZE_N_2$)를 동일한 크기로 일치시키는 과정과, 상기 동일한 크기로 일치시킨 제1 데이터와 제2 데이터를 네트워크 코딩하여 하나의 코딩 데이터를 생성하는 과정과, 상기 제1노드와의 채널 품질과 상기 제2노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한 부호화 율 및 변조 차수를 사용하여 상기 생성된 하나의 코딩 데이터를 부호화 및 변조하여 상기 제1노드와 상기 제2노드로 전송하는 과정과, 상기 제1데이터 또는 상기 제2데이터 중 크기를 일치시키기고 남은 데이터 ($SIZE_|N_1-N_2|$)를 목적 노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한 부호화 율 및 변조 차수를 사용하여 부호화 및 변조하여 상기 목적 노드로 전송하는 과정을 포함하며,

여기서 상기 남은 데이터 ($SIZE_|N_1-N_2|$)가 상기 제1데이터의 일부인 경우에 상기 목적 노드는 상기 제2노드이며, 상기 남은 데이터 ($SIZE_|N_1-N_2|$)가 상기 제2데이터의 일부인 경우에 상기 목적 노드는 상기 제1노드임을 특징으로 한다.

[0021] 또한 본 발명의 실시 예에서 제안하는 릴레이 네트워크에서 제1노드와 제2노드 간의 양방향 통신을 지원하는 릴레이 노드는, 상기 제1노드로부터 수신한 제1 데이터의 크기 ($SIZE_N_1$)와 상기 제2노드로부터 수신된 제2 데이터의 크기 ($SIZE_N_2$)를 동일한 크기로 일치시키는 데이터 크기 조정부와, 상기 동일한 크기로 일치시킨 제1 데이터와 제2 데이터를 네트워크 코딩하여 하나의 코딩 데이터를 생성하는 네트워크 코딩부와, 상기 제1노드와의 채널 품질과 상기 제2노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한 부호화 율 및 변조 차수를 사용하여 상기 생성된 하나의 코딩 데이터를 부호화 및 변조하고, 상기 제1데이터 또는 상기 제2데이터 중 크기를 일치시키고 남은 데이터 ($SIZE_|N_1-N_2|$)를 목적 노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한 부호화 율 및 변조 차수를 사용하여 부호화 및 변조하는 부호화 및 변조부를 포함하며,

상기 부호화 및 변조된 코딩 데이터는 상기 제1노드와 상기 제2노드로 전송되고, 상기 부호화 및 변조된 남은 데이터는 상기 남은 데이터 ($SIZE_|N_1-N_2|$)가 상기 제1데이터의 일부인 경우에 상기 제2노드로 전송되며, 상기 남은 데이터 ($SIZE_|N_1-N_2|$)가 상기 제2데이터의 일부인 경우에 상기 제1노드로 전송됨을 특징으로 한다.

[0022] 또한 본 발명의 실시 예에서 제안하는 릴레이 네트워크의 노드에서 릴레이 노드와의 양방향 통신을 수행하는 방법은, 상기 릴레이 노드로 소정 크기를 가지는 데이터를 전송하는 과정과, 상기 전송한 데이터를 임시로 저장하는 과정과, 상기 릴레이 노드로부터 수신한 데이터를 복조 및 복호하는 과정과, 상기 복조 및 복호된 데이터가 네트워크 코딩된 경우, 상기 복조 및 복호된 데이터를 상기 임시로 저장된 데이터에 의해 네트워크 디-코딩하여 소스 노드로부터 전송된 데이터를 획득하는 과정, 및 상기 복조 및 복호된 데이터가 네트워크 코딩되지 않은 경우, 상기 복조 및 복호된 데이터를 상기 획득한 데이터에 결합하여 출력하는 과정을 포함한다.

[0023] 또한 본 발명의 실시 예에서 제안하는 릴레이 네트워크에서 릴레이 노드와의 양방향 통신을 수행하는 통신 노드는, 상기 릴레이 노드로 전송된 소정 크기를 가지는 데이터를 임시로 저장하는 버퍼와, 상기 릴레이 노드로부터 수신한 데이터를 복조 및 복호하는 복조 및 복호화부와, 상기 복조 및 복호된 데이터가 네트워크 코딩된 경우, 상기 복조 및 복호된 데이터를 상기 임시로 저장된 데이터에 의해 네트워크 디-코딩하여 소스 노드로부터 전송된 데이터를 획득하는 네트워크 디코딩부, 및 상기 복조 및 복호된 데이터가 네트워크 코딩되지 않은 경우, 상기 복조 및 복호된 데이터를 상기 획득한 데이터에 결합하여 출력하는 데이터 재 구성부를 포함한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 실시 예에서 제안하는 릴레이 노드에서의 데이터 중계 방식에 따르면, 네트워크 코딩을 사용하는 릴레이 노드가 목적 노드로 데이터를 전달하기 위한 채널 부호화 율(coding rate)과 복조 성능을 향상시킬 수 있다. 이는 무선 자원을 사용하는 릴레이 네트워크에서 보다 향상된 주파수 대역의 사용 효율을 얻을 수 있도록 한다.

[0025] 한편 그 외의 다양한 효과는 후술될 본 발명의 실시 예에 따른 상세한 설명에서 직접적 또는 암시적으로 개시될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 릴레이 네트워크에서 일반적으로 수행되는 양방향 중계 동작의 일 예를 개념적으로 보이고 있는 도면;

도 2는 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩 기술을 사용하여 양방향 중계 동작을 수행하는 일 예를 개념적으로 보이고 있는 도면;

도 3은 본 발명의 실시 예를 적용하기 위한 릴레이 네트워크의 구성을 보이고 있는 도면;

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 양방향 통신을 지원하는 중계기의 구성을 보이고 있는 도면;

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 양방향 통신을 수행하는 통신 노드의 구성을 보이고 있는 도면;

도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 릴레이 노드에서 수행하는 제어 흐름을 보이고 있는 도면;

도 7은 본 발명의 실시 예에 따라 양방향 통신을 위한 데이터를 송/수신하는 통신 노드에서의 제어 흐름을 보이고 있는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 하기의 설명에서는 본 발명에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트러뜨리지 않도록 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.

[0028] 후술 될 본 발명의 실시 예에서는 네트워크 부호화를 사용하여 양방향 중계를 수행할 때, 목적 노드들에서 요구하는 수신신호의 최소 비트 오류 율, 혹은 최소 패킷 오류 율을 만족하도록 중계기 (혹은 릴레이 노드)가 데이터들을 중계하도록 한다. 이때 상기 데이터의 중계는 보다 높은 채널 부호화 율(coding rate)과 변조 차수(modulation order)를 사용할 수 있도록 네트워크 코딩을 수행함으로써, 대역 효율성을 향상시킬 수 있도록 한다.

[0029] 이를 위해 중계기 (혹은 릴레이 노드)는 양방향 통신을 수행하는 두 개의 통신 노드들로부터 수신된 데이터의 크기를 비교하고, 상기 비교에 의해 두 개의 데이터의 크기가 동일하지 않을 시에 상기 두 개의 데이터 크기를 일치시킨 후 네트워크 코딩을 수행한다.

[0030] 또한 본 발명의 실시 예에서는 두 개의 데이터 크기를 일치시키기 위한 방안으로, 크기가 큰 데이터를 기준으로 하는 방안과 크기가 작은 데이터를 기준으로 하는 방안 각각에 대해서도 구체적으로 설명할 것이다.

[0031] 그리고 후술될 본 발명의 실시 예에 따른 설명에서는 데이터, 비트 열, 부호화 비트 열, 변조 심볼 열 등의 용어가 사용될 것이다. 이러한 용어들은 상세한 설명 내에서 암시적으로 정의된 바와 같은 의미로 해석되어야 한다.

[0032] 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0033] 후술될 본 발명의 상세한 설명에서는 릴레이 네트워크에서의 양방향 통신을 위한 중계 동작에 대해 살펴본 후, 이를 위해 구체적인 릴레이 네트워크의 구성 및 동작에 대해 살펴볼 것이다. 그리고 본 발명의 실시 예에 따른 릴레이 노드의 구체적인 구성과 동작 및 양방향 통신에 따라 상기 릴레이 노드와 통신을 수행하는 통신노드의 구체적인 구성과 동작에 대해서도 설명한다. 이때 상기 통신노드는 양방향 통신에 따른 소스 노드와 목적 노드로써 동작하는 기지국과 단말이 될 수 있다.

[0034] **A. 양방향 통신을 위한 중계 동작**

[0035] 도 1은 릴레이 네트워크에서 일반적으로 수행되는 양방향 중계 동작의 일 예를 개념적으로 보이고 있다. 도 1에서는 기지국과 단말이 각각 하나씩 존재하는 상황에서 특정 릴레이가 상기 기지국과 단말 양방향으로 데이터를 중계하는 것을 가정하고 있다. 그리고 도 1에서 릴레이 네트워크는 시 분할 다중화 (Time Division Duplexing; TDD) 방식에 의해 양방향 중계를 지원함을 가정하고 있다.

[0036] 도 1을 참조하면, 첫 번째 전송 단계에서 기지국(BS: Base Station)은 하향 링크(DL: Down Link)를 통해 중계

기(RS: Relay Station)로 데이터를 전송한다. 이때 상기 기지국에 의해 전송되는 데이터는 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 부호화 및 변조가 이루어진 상태이다.

[0037] 상기 중계기는 상기 기지국으로부터 수신한 데이터를 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 복조 및 복호하여 소스 데이터를 획득한다. 이때 소스 데이터는 어떠한 부호화 및 변조가 이루어지지 않은 데이터를 의미한다. 그리고 상기 중계기는 상기 소스 데이터를 다시 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 채널 부호화 및 변조한다. 이때 상기 중계기에서 사용된 소정 채널 부호화 율 및 변조방식은 상기 기지국에서 사용된 채널 부호화 율 및 변조방식과 일치하거나 다를 수도 있다.

[0038] 그 후 두 번째 전송 단계에서 상기 중계기는 다시 채널 부호화 및 변조된 데이터를 하향 링크를 통해 단말(MS: Mobile Station)로 전달한다.

[0039] 세 번째 전송 단계에서 단말은 상향 링크(UL: Up Link)를 통해 상기 중계기로 데이터를 전송한다. 이때 상기 단말에 의해 전송되는 데이터는 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 부호화 및 변조가 이루어진 상태이다.

[0040] 상기 중계기는 상기 단말로부터 수신한 데이터를 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 복조 및 복호하여 소스 데이터를 획득한다. 이때 소스 데이터는 어떠한 부호화 및 변조가 이루어지지 않은 데이터를 의미한다. 그리고 상기 중계기는 상기 소스 데이터를 다시 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 채널 부호화 및 변조한다. 이때 상기 중계기에서 사용된 소정 채널 부호화 율 및 변조방식은 상기 단말에서 사용된 채널 부호화 율 및 변조방식과 일치하거나 다를 수도 있다.

[0041] 그 후 네 번째 전송 단계에서 상기 중계기는 다시 채널 부호화 및 변조된 데이터를 상향 링크를 통해 상기 기지국으로 전달한다.

[0042] 상술한 바와 같이 도 1에서 보이고 있는 예에서는 기지국과 단말 간의 양방향 통신을 위해 전체적으로 4번의 전송 단계가 필요하다. 여기서 양방향 통신은 기지국이 중계기를 거쳐 단말로 하향 링크 데이터를 전송하고, 단말이 중계기를 거쳐 기지국으로 상향 링크 데이터를 전송하는 경우를 의미한다.

[0043] 즉, 하향 링크 데이터를 전송할 경우, 기지국이 중계기로 데이터를 전송하는 제1 전송단계 (기지국 → 중계기)와, 중계기가 단말로 데이터를 전송하는 제2 전송단계 (중계기 → 단말)가 필요하다. 그리고 상향 링크 데이터를 전송할 경우, 단말이 중계기로 데이터를 전송하는 제3 전송단계 (단말 → 중계기)와, 중계기가 기지국으로 데이터를 전송하는 제4 전송단계 (중계기 → 기지국) 가 필요하게 된다.

[0044] 따라서 릴레이 네트워크에서 한정된 주파수 자원을 보다 효율적으로 사용하기 위해 양방향 통신을 위한 전송 횟수를 줄이는 것이 요구된다. 그 일 예가 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩 기술을 이용하여 양방향 통신을 지원하는 방안이 있을 수 있다.

[0045] 도 2는 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩 기술을 사용하여 양방향 중계 동작을 수행하는 일 예를 개념적으로 보이고 있다. 도 2에서는 기지국과 단말이 각각 하나씩 존재하는 상황에서 특정 릴레이가 네트워크 코딩 기술을 사용하여 상기 기지국과 단말 양방향으로 데이터를 중계하는 것을 가정하고 있다. 그리고 도 2에서 릴레이 네트워크는 양방향 중계를 위해 TDD 방식을 사용하고 있음을 가정한다.

[0046] 도 2를 참조하면, 첫 번째 전송 단계에서 기지국은 하향 링크를 통해 중계기로 데이터를 전송하고, 상기 전송한 데이터를 버퍼에 저장한다. 이때 상기 기지국에 의해 전송되는 데이터는 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 부호화 및 변조가 이루어진 상태이다. 그리고 상기 저장되는 데이터는 부호화 및 변조 이전의 데이터가 될 수도 있다.

[0047] 상기 중계기는 상기 기지국으로부터 수신한 데이터를 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 복조 및 복호하여 소스 데이터를 획득한다. 이때 소스 데이터는 어떠한 부호화 및 변조가 이루어지지 않은 데이터를 의미한다.

[0048] 그 후 두 번째 전송 단계에서 단말은 상향 링크를 통해 상기 중계기로 데이터를 전송하고, 상기 전송한 데이터를 버퍼에 저장한다. 이때 상기 단말에 의해 전송되는 데이터는 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 부호화 및 변조가 이루어진 상태이다. 그리고 상기 저장되는 데이터는 부호화 및 변조 이전의 데이터가 될 수도 있다.

[0049] 상기 중계기는 상기 단말로부터 수신한 데이터를 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 복조 및 복호하여 소스 데이터를 획득한다. 이때 소스 데이터는 어떠한 부호화 및 변조가 이루어지지 않은 데이터를 의미한다.

[0050] 상기 중계기는 상기 기지국과 상기 단말 각각으로부터 수신하여 복조 및 복호된 소스 데이터에 대한 네트워크

코딩을 수행한다. 이때 상기 네트워크 코딩의 일 예로, 배타적 논리합 연산자 (XOR)를 사용하여 상기 기지국으로부터 수신한 소스 데이터와 상기 단말로부터 수신한 소스 데이터를 결합하여 하나의 데이터를 얻도록 하는 방식이 사용될 수 있다.

[0051] 상기 중계기는 상기 네트워크 코딩에 의해 획득한 하나의 데이터를 다시 소정 채널 부호화 율 및 변조방식에 의해 채널 부호화 및 변조한다. 이때 상기 중계기에서 사용된 소정 채널 부호화 율 및 변조방식은 상기 기지국 또는 상기 단말에서 사용된 채널 부호화 율 및 변조방식과 일치하거나 다를 수도 있다.

[0052] 한편 상기 중계기에 의해 다시 부호화 및 변조가 이루어진 데이터는 세 번째 전송 단계에서 상기 기지국과 상기 단말로 방송된다.

[0053] 상술한 바와 같이 도 2에서 보이고 있는 예에서는 기지국과 단말 간이 양방향 통신을 위해 전체적으로 3번의 전송단계가 필요하다. 여기서 양방향 통신은 기지국이 중계기를 거쳐 단말로 하향 링크 데이터를 전송하고, 단말이 중계기를 거쳐 기지국으로 상향 링크 데이터를 전송하는 경우를 의미한다.

[0054] 즉, 기지국이 중계기로 하향 링크 데이터를 전송하는 제1 전송단계 (기지국 → 중계기)와, 단말이 중계기로 상향 링크 데이터를 전송하는 제2 전송단계 (단말 → 중계기)가 필요하다. 그리고 중계기가 상기 상향 링크 데이터와 상기 하향 링크 데이터에 대한 네트워크 코딩을 수행하여 상기 단말과 상기 기지국으로 방송하는 제3 전송단계가 필요하데 된다.

[0055] 따라서 네트워크 코딩 기법을 적용하는 경우, 중계기에서 상향 링크 데이터와 하향 링크 데이터를 한번의 전송에 의해 단말과 기지국으로 전송할 수 있어 3번의 전송 단계에 의해 양방향 통신이 가능하도록 한다.

[0056] 이로 인해 양방향 통신을 위해 네트워크 코딩 기법을 사용함으로써, 시스템 수율 성능에서 이득을 얻을 수 있다. 그러나 시스템 수율 성능에 있어서의 이득은 양방향 링크가 대칭성을 가질 때 보장 받을 수 있다. 여기서 양방향 링크가 대칭성을 가진다는 것은 상/하향 링크의 품질이 유사하고, 상/하향 링크 데이터의 양이 동일한 것을 의미한다. 즉 기지국과 중계기 사이의 링크 품질과 중계기와 단말 사이의 링크 품질이 유사하고, 기지국에서 단말로 전송하는 데이터의 양과 단말에서 기지국으로 전송하는 데이터의 양이 동일할 때를 의미한다.

[0057] 하지만 일반적으로 통신 시스템에서 양방향 링크가 대칭성을 가지는 채널 환경에 비해 비-대칭성을 가지는 채널 환경이 상대적으로 많이 발생한다. 여기서 비-대칭성은 기지국과 중계기 사이의 링크와 중계기와 단말 사이의 링크 품질(예를 들어, 신호 대 간섭 및 잡음 비: Signal-to-Interference and Noise Ratio (SINR))이 서로 다르고, 하향 링크 데이터의 양과 상향 링크 데이터의 양이 다른 때를 의미한다.

[0058] 이와 같이 양방향 링크가 비-대칭성을 갖고 상/하향 링크 데이터의 양이 상이한 채널 환경에서는 네트워크 코딩을 사용하더라도 양호한 시스템 수율 이득을 얻기 어려울 수 있다.

[0059] 한편으로 채널 부호화 기법으로 터보 부호화 기법을 사용할 때, 수신 데이터 블록의 비트 오류 율 및 패킷 오류 율에 있어, 다른 채널 부호화 기법에 비해 높은 채널 부호화 이득을 얻을 수 있다. 따라서 네트워크 코딩된 데이터 블록을 전송하기 위해 사용할 채널 부호화 기법으로 터보 부호화 기법을 고려한다.

[0060] 참고로 상기 터보 부호화 기법에 의한 채널 부호화 이득은 부호화를 위해 입력되는 데이터 블록의 크기에 따라 조금씩 차이를 보인다. 즉 상기 터보 부호화 기법은 입력되는 데이터 블록의 길이가 길수록 더 높은 채널 부호화 이득을 얻을 수 있다.

[0061] **B. 릴레이 네트워크 구성 및 동작**

[0062] 도 3은 본 발명의 실시 예를 적용하기 위한 릴레이 네트워크의 구성을 보이고 있다.

[0063] 도 3을 참조하면, 기지국(310)은 하향 링크를 통해 소정의 크기 ($SIZE_N_1$)를 가지는 데이터 (N_1)를 중계기(320)로 전송하고, 단말(330)은 상향 링크를 통해 소정의 크기 ($SIZE_N_2$)를 가지는 데이터 (N_2)를 상기 중계기(320)로 전송한다. 이때 상기 기지국(310)과 상기 단말(330)는 전송할 데이터를 소정의 부호화 율에 의해 부호화 및 소정의 변조 차수에 상응하는 변조 방식에 의해 변조하여 전송한다.

[0064] 상기 기지국(310)에 의해 전송될 데이터 (N_1)와 상기 단말(330)에 의해 전송될 데이터 (N_2)는 부호화 및 변조가 이루어지기 전의 데이터를 의미한다. 따라서 상기 기지국(310)에 의해 전송될 데이터의 크기 ($SIZE_N_1$)와 상기

단말(330)에 의해 전송될 데이터의 크기 ($SIZE_N_2$)는 부호화 및 변조가 이루어지기 전의 데이터 크기가 될 것이다. 상기 데이터의 크기는 일 예로 해당 데이터를 구성하는 비트 수를 의미한다.

[0065] 상기 기지국(310)과 상기 단말(330)은 대상 링크의 품질에 따라 데이터의 전송을 위한 부호화 율과 변조 차수를 조정하는 적응 변조 및 부호화 (AMC: Adaptive Modulation and Coding) 기법을 사용한다. 상기 대상 링크는 기지국(310)과 단말(330) 각각이 데이터를 전송하거나 수신하는 채널에 대응한다.

[0066] 그리고 상기 기지국(310)과 상기 중계기(320) 사이의 상/하향 채널 상황과 상기 중계기(320)와 상기 단말(330) 사이의 상/하향 채널 상황은 서로 독립적으로 변화하므로, 상기 AMC 기법을 사용할 시 양쪽 링크의 채널 상황이 서로 다를 경우도 고려한다. 상기 채널 상황이 서로 다르다는 것은 채널 품질이 다르다는 것과 동일한 의미로 해석될 수 있다. 또한 상기 AMC 기법을 사용하여 데이터를 송신하는 경우에는 링크의 품질, 즉 채널 상황에 따라 최소 오류 율을 만족할 수 있는 채널 부호화 율과 변조 차수를 적용한다.

[0067] 따라서 상기 기지국(310)에 의해 전송되는 데이터의 크기 ($SIZE_N_1$)와 상기 단말(330)에 의해 전송되는 데이터의 크기 ($SIZE_N_2$)는 동일하지 않을 수 있다. 상기 부호화 율과 상기 변조 차수에 따라 전송 가능한 데이터의 크기가 상이할 수 있음은 너무도 자명한 사항이므로, 구체적인 설명은 생략한다. 뿐만 아니라 상기 기지국(310)과 상기 단말(330)에서 동일한 부호화 율과 변조 차수에 의해 데이터를 전송하는 경우라 하더라도, 전송하고자 하는 데이터의 크기가 상이할 수도 있다.

[0068] 상기 기지국(310)은 하향 링크를 통해 중계기(320)로 전송한 데이터 N_1을 내부 버퍼에 저장한다. 상기 단말(330)은 상향 링크를 통해 상기 중계기(320)로 전송한 데이터 N_2을 내부 버퍼에 저장한다.

[0069] 상기 중계기(320)는 상기 기지국(310)과 상기 단말(330)로부터 수신한 두 개의 데이터 블록 각각에 대한 복조 및 복호화를 수행한다. 그리고 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록의 길이가 동일 ($SIZE_N_1 = SIZE_N_2$)한 경우, 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록에 대한 네트워크 코딩을 수행한다. 일 예로 상기 네트워크 코딩은 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록을 비트 단위로 배타적 논리 합 (XOR) 연산하는 것에 해당한다.

[0070] 하지만 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록의 길이가 상이 ($SIZE_N_1 \neq SIZE_N_2$)한 경우, 상기 중계기(320)는 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록의 크기를 동일하게 맞추어 네트워크 코딩을 수행한다. 이때 네트워크 코딩을 수행할 데이터 블록의 크기를 동일하게 맞추는 방법은 분할 (NaF: Network Coding after Fragmentation)에 의한 방안과 패딩 (NaP: Network Coding after Padding)에 의한 방안으로 구분된다.

[0071] 상기 NaF는 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록들 중 상대적으로 큰 크기를 가지는 데이터 블록을 두 개의 데이터 블록으로 분할한다. 상기 분할된 두 개의 데이터 블록들 중 하나는 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록들 중 상대적으로 작은 크기를 가지는 데이터 블록과 동일한 크기를 가질 것이다. 그리고 상기 분할된 두 개의 데이터 블록들 중 나머지 하나의 데이터 블록은 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1 - N_2|$)를 가진다.

[0072] 상기 NaP는 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록들 중 상대적으로 작은 크기를 가지는 데이터 블록에 리던던시 (redundancy) 비트를 삽입하여 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록들 중 상대적으로 큰 크기를 가지는 데이터 블록과 동일한 크기를 갖도록 한다. 상기 리던던시 비트는 제로 패딩 (zero padding)에 따른 비트, 데이터 반복 (repetition)에 따른 비트, 및 패리티 비트 (parity bit) 중 적어도 하나가 될 수 있다. 한편 상기 리던던시 (redundancy) 비트의 수는 상기 복조 및 복호된 두 개의 데이터 블록 간의 오차 크기 ($SIZE_|N_1 - N_2|$)에 의해 결정된다.

[0073] 상기 중계기(320)는 상기 네트워크 코딩을 통해 획득한 하나의 데이터 블록을 소정 부호화 율에 의해 부호화한 후 소정 변조 차수에 상응하는 변조 방식에 의해 변조하여 방송 (broadcasting)한다. 즉 상기 부호화 및 변조된 데이터 블록을 상/하향 링크를 통해 상기 기지국(110)과 상기 단말(330)로 전송한다.

[0074] 이때 상기 네트워크 코딩을 통해 획득한 하나의 데이터 블록을 부호화 및 변조하기 위해 사용된 부호화 율과 변조 차수는 두 개의 전송 링크들 중 품질이 상대적으로 열악한 전송 링크에서의 최적 부호화 율 및 변조 차수로 결정된다. 상기 두 개의 전송 링크들은 상기 중계기(320)에서 상기 기지국(310)으로의 상향 링크와, 상기 중계기(320)에서 상기 단말(330)로의 하향 링크를 의미한다.

[0075] 한편 상기 NaF를 사용한 경우, 상기 중계기(320)는 데이터 분할을 통해 새로이 획득한 데이터 블록을 소정 부호화 율에 의해 부호화한 후 소정 변조 차수에 상응하는 변조 방식에 의해 변조하여 목적 노드로 전송한다.

[0076] 여기서의 목적 노드는 새로운 데이터 블록의 획득을 위해 사용된 데이터 블록을 전달받을 노드이다. 예컨대 상기 기지국(310)으로부터 수신한 데이터 블록 (N_1)의 크기 ($SIZE_N_1$)가 상기 단말(330)로부터 수신한 데이터 블록 (N_2)의 크기 ($SIZE_N_2$)보다 큰 경우, 상기 데이터 블록 N_1을 전달받을 상기 단말(330)이 목적 노드가 된다.

[0077] 그리고 상기 데이터 분할을 통해 새로이 획득한 데이터 블록을 부호화 및 변조하기 위해 사용된 부호화 율과 변조 차수는 상기 목적 노드로의 전송 링크에 상응하는 채널 품질을 기반으로 최적 부호화 율 및 변조 차수로 결정된다.

[0078] 상기 기지국(310)과 상기 단말(330) 각각은 네트워크 코딩을 사용하여 상기 중계기(320)로부터 방송되는 데이터 블록을 복조 및 복호화한 후 앞서 내부 버퍼에 저장한 데이터와의 네트워크 디코딩을 수행한다. 여기서 상기 네트워크 디코딩은 상기 중계기(320)에 의해 이루어진 네트워크 코딩과 동일한 동작이다. 단지 이해의 편의를 위해 다른 용어로써 구분하였을 뿐이다.

[0079] 상기 기지국(310)과 상기 단말(330) 각각은 네트워크 디코딩을 통해 상대 노드로부터 방송된 데이터 블록을 획득할 수 있다. 하지만 상기 네트워크 디코딩을 통해 획득된 데이터 블록은 상기 상대 노드에서 전달하기 위한 완전한 데이터 블록이 아닐 수 있다. 이에 대해서는 전술한 중계기(320)가 두 개의 데이터 블록의 크기를 일치시키기 위한 동작에서 구체적으로 설명되었다.

[0080] 따라서 상기 중계기(320)가 NaP에 의해 데이터 블록의 크기를 맞추었다면, 상기 기지국(310) 또는 상기 단말(330)은 상기 네트워크 디코딩을 통해 획득한 데이터 블록 내의 리던던시 비트들을 제거함으로써, 상대 노드에 의해 전송된 순수한 소스 데이터를 획득한다.

[0081] 하지만 상기 중계기(320)가 NaF에 의해 데이터 블록의 크기를 맞추었다면, 상기 기지국(310) 또는 상기 단말(330)은 상기 중계기(320)로부터 데이터 분할에 의해 추가 획득된 데이터 블록을 수신하고, 상기 수신한 데이터 블록에 대한 복조 및 복호화를 수행한다. 그리고 상기 복조 및 복호화된 데이터 블록을 선행한 네트워크 디코딩을 통해 획득한 데이터 블록과 결합함으로써, 상대 노드에 의해 전송된 순수한 소스 데이터를 획득한다. 이때 상기 추가 획득된 데이터 블록의 부호화 및 변조를 위해 사용된 부호화 율과 변조 차수는 상기 네트워크 코딩된 데이터 블록의 부호화 및 변조를 위해 사용된 부호화 율과 변조 차수와 상이할 수도 있다.

[0082] 따라서 상술한 바와 같이 기지국(310)과 단말(330)에서 NaF 또는 NaP에 의해 중계기(320)로부터 방송 또는 전송되는 데이터 블록을 복원하기 위해서는 상기 중계기(320)가 전송하는 데이터 블록의 타입을 정의하는 식별 정보를 상기 기지국(310)과 상기 단말(330)로 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 또한 상기 중계기(320)에 의해 전송되는 데이터 블록의 네트워크 코딩 여부에 대한 식별 정보와, 상기 데이터 블록을 위해 사용된 부호화 율 및 변조 차수 (또는 변조 방식)에 대한 정보가 중계기(320)에서 기지국(310) 및 단말(330)로 제공될 수 있다.

[0083] **C. 릴레이 구성 및 동작**

[0084] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 양방향 통신을 지원하는 중계기의 구성을 보이고 있다.

[0085] 도 4를 참조하면, 복조부(410)는 양방향 통신의 대상인 제1노드에 의해 전송된 제1 심볼 열 (N_{Symbol_RX1})과 제2노드에 의해 전송된 제2 심볼 열 (N_{Symbol_RX2})을 입력으로 하고, 상기 제1 심볼 열 (N_{Symbol_RX1})과 상기 제2 심볼 열 (N_{Symbol_RX2}) 각각에 대한 복조를 수행한다. 상기 복조부(410)가 상기 제1 심볼 열 (N_{Symbol_RX1})의 복조를 위해 고려할 변조 방식은 중계기와 제1노드 간의 채널 품질에 상응하며, 상기 제2 심볼 열 (N_{Symbol_RX2})의 복조를 위해 고려할 변조 방식은 중계기와 제2노드 간의 채널 품질에 상응한다. 따라서 상기 제1 심볼 열 (N_{Symbol_RX1})의 복조를 위한 변조 방식의 차수와 상기 제2 심볼 열 (N_{Symbol_RX2})의 복조를 위한 변조 방식의 차수는 서로 상이할 수도 있다.

[0086] 상기 복조부(410)는 상기 제1 심볼 열 (N_{Symbol_RX1})의 복조에 의한 제1 부호화 비트 열 (coded bit stream) N_{CBS_RX1} 과 상기 제2 심볼 열 (N_{Symbol_RX2})의 복조 복조에 의한 제2 부호화 비트 열 (coded bit stream)

N_{CBS_RX2} 을 채널 복호화부(420)로 출력한다.

[0087] 상기 채널 복호화부(420)는 상기 제1 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX1})과 상기 제2 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX2})을 입력으로 하고, 상기 제1 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX1})과 상기 제2 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX2}) 각각에 대한 복호화를 수행한다. 상기 채널 복호화부(420)가 상기 제1 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX1})의 복호화를 위해 고려할 부호화 율은 중계기와 제1노드 간의 채널 품질에 상응하며, 상기 제2 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX2})의 복호화를 위해 고려할 부호화 율은 중계기와 제2노드 간의 채널 품질에 상응한다. 따라서 상기 제1 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX1})의 복호화를 위한 부호화 율과 상기 제2 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX2})의 복호화를 위한 부호화 율은 서로 상이할 수도 있다.

[0088] 상기 채널 복호화부(420)는 상기 제1 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX1})의 복호화에 의한 제1 비트 열 (first bit stream) N_1 과 상기 제2 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX2})의 복호화에 의한 제2 비트 열 (second bit stream) N_2 을 데이터 크기 조정부(430)로 출력한다.

[0089] 상기 데이터 크기 조정부(430)는 상기 제1 비트 열 N_1 과 상기 제2 비트 열 N_2 을 입력으로 하여 동일한 크기를 가지는 두 개의 비트 열 $\overline{N_1}$ 과 $\overline{N_2}$ 을 출력한다. 그리고 데이터 크기 조정을 위해 사용되는 방식에 따라 추가의 비트 열 $|N_1 - N_2|$ 이 발생할 수 있다.

[0090] 상기 데이터 크기 조정부(430)는 상기 N_1 의 크기 $SIZE_N_1$ 와 상기 N_2 의 크기 $SIZE_N_2$ 가 동일한 경우에는 별도의 데이터 크기 조정을 수행하지 않는다. 즉 상기 $SIZE_N_1$ 와 상기 $\overline{N_1}$ 의 크기 $SIZE_\overline{N_1}$ 는 동일하며, 상기 $SIZE_N_2$ 와 상기 $\overline{N_2}$ 의 크기 $SIZE_\overline{N_2}$ 는 동일하다.

[0091] 하지만 상기 N_1 의 크기 $SIZE_N_1$ 와 상기 N_2 의 크기 $SIZE_N_2$ 가 동일하지 않을 경우에는 상기 N_1 과 N_2 중 하나의 비트 열에 대한 데이터 크기를 조정한다. 본 발명의 실시 예에서는 데이터 크기 조정 방안으로 NaF와 NaP를 제안한다.

[0092] 앞에서도 정의된 바와 같이 상기 NaF는 두 개의 비트 열 중 길이 (즉 크기)가 큰 비트 열을 분할하여 길이 (즉 크기)가 작은 나머지 하나의 비트 열과 동일한 길이 ($\min(N_1, N_2)$)의 비트 열을 획득하는 방안이다. 이 경우 데이터 분할에 의해 다른 하나의 새로운 비트 열을 획득할 수 있다. 상기 새로운 비트 열 $|N_1 - N_2|$ 의 길이 (즉 크기)는 두 개의 비트 열 간의 길이 차 ($SIZE_|N_1 - N_2|$)에 해당한다.

[0093] 예컨대 $SIZE_N_1 > SIZE_N_2$ 로 가정하면, 비트 열의 길이가 긴 N_1 을 분할하여 길이가 $SIZE_N_2$ 인 비트 열 $\overline{N_1}$ 과 길이가 $SIZE_|N_1 - N_2|$ 인 비트 열 $|N_1 - N_2|$ 을 획득한다. 이때 길이가 상대적으로 짧은 N_2 에 대해서는 그 크기를 조정하지 않는다. 즉 길이가 상대적으로 짧은 N_2 는 그대로 $\overline{N_2}$ 로 출력된다. 상기한 조건의 반대에 해당하는 경우, N_2 에 대한 데이터 분할이 이루어지는 것은 자명하다.

[0094] 그리고 상기 NaP는 두 개의 비트 열 중 길이, 즉 크기가 작은 비트 열에 리던던시 비트들을 추가하여 길이, 즉 크기가 큰 나머지 하나의 키트 열과 동일한 길이 ($\max(N_1, N_2)$)의 비트 열을 획득하는 방안이다. 이 경우 상기 추가되는 리던던시 비트들의 길이 (즉 크기)는 두 개의 비트 열 간의 길이 차 ($SIZE_|N_1 - N_2|$)에 해당한다. 상기 리던던시 비트의 추가는 제로 패딩, 비트 반복, 및 패리티 비트 추가 중 적어도 하나에 의해 이루어질 수 있다.

[0095] 예컨대 $SIZE_N_1 > SIZE_N_2$ 로 가정하면, 비트 열의 길이가 짧은 N_2 에 $SIZE_|N_1 - N_2|$ 에 해당하는 리던던시 비트들을 추가함으로써, 길이가 $SIZE_N_1$ 인 비트 열 $\overline{N_2}$ 를 출력한다. 이 경우에는 추가의 비트 열이 생성되지는 않는다. 상기한 조건의 반대에 해당하는 경우, N_2 에 대한 데이터 분할이 이루어지는 것은 자명하다.

[0096] 상기 데이터 조정부(430)는 동일한 크기를 가지는 두 개의 비트 열 $\overline{N_1}$ 과 $\overline{N_2}$ 을 네트워크 코딩부(440)로

출력한다. 만약 추가 비트 열 $|N_1 - N_2|$이 발생되었다면, 상기 발생된 $|N_1 - N_2|$을 채널 부호화부(450)로 출력한다.

[0097] 상기 네트워크 코딩부(440)는 두 개의 비트 열 $\overline{N_1}$과 $\overline{N_2}$에 대한 네트워크 코딩을 수행하여 하나의 비트 열 N_{NCB}을 출력한다. 상기 출력되는 하나의 비트 열 N_{NCB}은 네트워크 코딩된 비트 열 (Network Coding Bit stream)이다. 그리고 상기 출력되는 하나의 비트 열 N_{NCB}은 상기 두 개의 비트 열 $\overline{N_1}$과 $\overline{N_2}$의 크기와 동일한 크기를 가질 수 있다. 상기 네트워크 코딩의 일 예로는 배타적 논리합 연산이 사용될 수 있다. 상기 배타적 논리합 연산을 통해 두 개의 비트 열을 하나의 비트 열로 출력하는 것은 잘 알려진 기술임에 따라 구체적인 설명은 생략한다.

[0098] 상기 네트워크 코딩부(440)에 의해 출력되는 비트 열 N_{NCB}은 상기 채널 부호화부(450)로 제공된다. 이때 상기 비트 열 N_{NCB}은 ($\min(N_1, N_2)$) 또는 ($\max(N_1, N_2)$)의 길이를 가질 수 있다. 상기 비트 열 N_{NCB}의 길이는 앞에서 설명한 바와 같이 데이터 크기를 조정하는 방식에 의존한다.

[0099] 상기 채널 부호화부(450)는 상기 네트워크 코딩부(440)로부터 네트워크 코딩된 비트 열 N_{NCB}에 대한 채널 부호화를 수행한다. 상기 채널 부호화부(450)는 상기 네트워크 코딩된 비트 열 N_{NCB}의 부호화를 위한 부호화 율을 제1 노드와의 링크 품질 또는 제2 노드와의 링크 품질을 고려하여 결정한다. 즉 상기 제1 노드와의 링크 품질과 상기 제2 노드와의 링크 품질을 비교하고, 상기 비교 결과에 의해 상대적으로 낮은 링크 품질을 기반으로 상기 N_{NCB}의 부호화를 위한 부호화 율을 결정한다.

[0100] 또한 상기 채널 부호화부(450)는 NaF에 의해 데이터 크기가 조정됨에 따라 상기 데이터 크기 조정부(430)로부터 입력되는 추가 비트 열 $|N_1 - N_2|$에 대한 채널 부호화를 수행한다. 상기 채널 부호화부(450)는 추가 비트 열 $|N_1 - N_2|$의 부호화를 위한 부호화 율을 제1 노드와의 링크 품질 또는 제2 노드와의 링크 품질을 고려하여 결정한다. 즉 상기 채널 복호화부(420)로부터 출력되는 두 개의 비트 열 중 크기가 큰 비트 열이 전송될 목적 노드와의 링크 품질을 기반으로 상기 추가 비트 열 $|N_1 - N_2|$의 부호화를 위한 부호화 율을 결정한다.

[0101] 예컨대 상기 제 1노드로부터 상기 제2 노드로 전달될 비트 열의 크기가 상기 제2 노드로부터 상기 제1 노드로 전달될 비트 열의 크기보다 크다면, 상기 추가 비트 열 $|N_1 - N_2|$의 부호화를 위한 부호화 율은 상기 제2 노드와의 링크 품질을 고려하여 결정한다.

[0102] 상기 채널 부호화부(450)는 상기 N_{NCB}에 대한 부호화를 통해 생성된 부호화 비트 열 (Coded Bit Stream) N_{CBS}와, 상기 $|N_1 - N_2|$에 대한 부호화를 통해 생성된 부호화 비트 열 (Coded Bit Stream) $N_{CodedDdif}$를 변조부(460)로 출력한다.

[0103] 상기 변조부(460)는 상기 채널 부호화부(450)로부터 제공되는 N_{CBS}를 소정 변조 차수에 상응하는 변조방식에 의해 변조하여 변조 심볼 열 N_{Symbol_data}를 출력한다. 이때 상기 N_{CBS}를 변조하기 위한 소정 변조 차수는 제1 노드와의 링크 품질 또는 제2 노드와의 링크 품질을 고려하여 결정한다. 즉 상기 제1 노드와의 링크 품질과 상기 제2 노드와의 링크 품질을 비교하고, 상기 비교 결과에 의해 상대적으로 낮은 링크 품질을 기반으로 상기 N_{CBS}를 변조하기 위한 소정 변조 차수를 결정한다.

[0104] 또한 상기 변조부(460)는 상기 채널 부호화부(450)로부터 제공되는 N_{Coded_dif}를 소정 변조 차수에 상응하는 변조방식에 의해 변조하여 변조 심볼 열 N_{Symbol_dif}를 출력한다. 이때 상기 N_{Coded_dif}를 변조하기 위한 소정 변조 차수는 제1 노드와의 링크 품질 또는 제2 노드와의 링크 품질을 고려하여 결정한다. 즉 상기 채널 복호화부(420)로부터 출력되는 두 개의 비트 열 중 크기가 큰 비트 열이 전송될 목적 노드와의 링크 품질을 기반으로 상기 N_{Coded_dif}의 변조를 위한 변조 차수를 결정한다.

[0105] 예컨대 상기 제 1노드로부터 상기 제2 노드로 전달될 비트 열의 크기가 상기 제2 노드로부터 상기 제1 노드로 전달될 비트 열의 크기보다 크다면, 상기 N_{Coded_dif}의 변조를 위한 변조 차수는 상기 제2 노드와의 링크 품질을 고려하여 결정한다.

[0106] 한편 도면 상에서는 보이고 있지 않으나 상기 변조부(460)에 의해 출력되는 변조 심볼 열 N_{Symbol_data} 은 제1 노드와 제2 노드 모드에게 전달되어야 하므로, 상기 변조 심볼 열 N_{Symbol_data} 은 방송 (broadcasting)된다. 하지만 상기 변조부(460)에 의해 출력되는 변조 심볼 열 N_{Symbol_dif} 은 목적 노드로만 전송 (unicasting)한다.

[0107] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 릴레이 노드에서 수행하는 제어 흐름을 보이고 있다. 이때 상기 릴레이 노드는 도 4를 참조하여 살펴본 중계기와 동일한 구성을 가진다.

[0108] 도 6을 참조하면, 릴레이 노드는 610단계에서 양방향 통신이 이루어지고 있는 두 개의 통신 노드들 각각으로부터 변조 심볼 열을 수신한다. 상기 변조 심볼 열은 소정의 변조방식에 의해 변조된 심볼 열을 의미한다. 그리고 상기 두 개의 변조 심볼 열은 서로 다른 시점에서 수신이 이루어질 수 있다. 이는 상기 두 개의 통신 노드들 각각으로부터 변조 심볼 열이 전송되는 시점을 달리하기 때문이거나 무선 링크 상에서의 서로 다른 지연 시간으로 인한 것일 수 있다. 따라서 상기 릴레이 노드는 하나의 통신 노드로부터 변조 심볼 열을 수신한 후 다른 통신 노드로부터 변조 심볼 열이 수신될 때까지 먼저 수신한 변조 심볼 열을 버퍼링할 수 있다.

[0109] 상기 릴레이 노드는 두 개의 통신 노드 각각으로부터 변조 심볼 열을 수신하면, 612단계에서 상기 수신한 변조 심볼 열 각각에 대한 복조 및 복호화를 수행한다. 즉 상기 릴레이 노드는 해당 통신 노드에서 사용된 변조 차수를 고려하여 상기 수신한 변조 심볼의 복조를 수행한다. 그리고 상기 릴레이 노드는 상기 복조가 이루어진 두 개의 부호화 비트 열 각각에 대한 채널 복호화를 수행한다. 상기 채널 복호화는 해당 통신 노드에서 이루어진 채널 부호화에 상응하는 동작으로, 해당 통신 노드에서 사용된 부호화 율을 참조하여 수행될 수 있다.

[0110] 상기 릴레이 노드는 상기 복조 및 복호화에 의해 두 개의 비트 열을 획득하면, 614단계에서 상기 획득한 두 개의 비트 열의 크기, 즉 길이를 일치시키기 위한 크기 조정을 수행한다. 즉 상기 두 개의 통신 노드들로부터 수신한 데이터 크기를 동일한 크기로 일치시키기 위한 동작을 수행한다. 하지만 복조 및 복호화를 통해 획득한 두 개의 비트 열의 길이가 동일하다면, 상기 두 개의 비트 열의 길이를 동일한 길이로 조정하기 위한 동작이 생략될 수 있음은 자명하다.

[0111] 본 발명의 실시 예에서는 서로 다른 크기의 데이터를 동일한 크기로 일치시키기 위해 두 가지 방안을 제안하고 있다. 즉 앞에서도 살펴본 바와 같이 본 발명에서는 NaF와 NaP 두 가지 방안 중 한 가지 방안에 의해 서로 다른 크기를 가지는 데이터의 크기를 일치시킨다.

[0112] 상기 NaF와 상기 NaP에 의해 두 개의 서로 다른 크기를 가지는 데이터의 크기를 일치시키기 위한 동작에 대해서는 앞에서 이미 상세히 기술되었다. 하여 상기 NaF와 상기 NaP에 의해 데이터의 크기를 조정하는 것에 대해 간략하게만 설명한다.

[0113] 상기 릴레이 노드는 상기 NaF를 사용하여 두 개의 비트 열의 길이를 일치시키는 경우, 두 개의 비트 열 중 길이가 긴 비트 열을 두 개의 비트 열로 분할한다. 이때 상기 분할된 두 개의 비트 열 중 하나의 비트 열은 상기 두 개의 비트 열 중 길이가 짧은 비트 열과 동일한 길이를 갖도록 한다. 그리고 상기 분할된 두 개의 비트 열 중 나머지 하나의 비트 열의 길이는 상기 길이가 긴 비트 열에서 상기 길이가 짧은 비트 열의 오차 길이를 갖는다.

[0114] 이를 위해 상기 릴레이 노드는 복조 및 복호화를 통해 제공되는 두 개의 비트 열의 길이를 비교하고, 상기 비교를 통해 상기 두 개의 비트 열 간의 오차 길이를 계산한다. 그리고 상기 두 개의 비트 열 중 길이가 긴 비트 열에서 상기 오차 길이에 해당하는 비트들을 잘라 낸다.

[0115] 따라서 상기 NaF를 사용하는 경우, 최종적으로 두 개의 동일한 길이를 가지는 두 개의 비트 열과 크기 조정을 위해 입력된 두 개의 비트 열 간의 오차 길이를 가지는 추가 비트 열로 이루어진 총 3개의 비트 열을 얻을 수 있다.

[0116] 하지만 상기 릴레이 노드는 상기 NaP를 사용하여 두 개의 비트 열의 길이를 일치시키는 경우, 두 개의 비트 열 중 길이가 짧은 비트 열에 리던던시 비트들을 추가하여 다른 하나의 비트 열과 동일한 길이를 갖도록 한다.

[0117] 이를 위해 상기 릴레이 노드는 복조 및 복호화를 통해 제공되는 두 개의 비트 열의 길이를 비교하고, 상기 비교를 통해 상기 두 개의 비트 열 간의 오차 길이를 계산한다. 그리고 상기 두 개의 비트 열 중 길이가 짧은 비트 열에 상기 오차 길이에 해당하는 리던던시 비트들을 추가한다. 상기 리던던시 비트들의 추가는 제로 패딩, 반복, 및 패리티 비트 추가 중 적어도 하나에 의해 이루어질 수 있다.

[0118] 따라서 상기 NaP를 사용하는 경우, 최종적으로 두 개의 동일한 길이를 가지는 두 개의 비트 열을 얻을 수 있다. 상기 NaP를 사용하는 경우에 얻을 수 있는 비트 열의 길이는 상기 NaF에 의해 얻어진 비트 열의 길이보다 길 길

이를 가짐을 알 수 있다.

[0119] 통상적으로 채널 부호화를 위한 대표적인 기법인 터보 코딩의 경우, 입력되는 비트 열의 길이가 길수록 코딩 개인 (coding gain)이 좋게 나타난다. 따라서 상기 NaF에 비해 상기 NaP를 적용할 시에 더 양호한 부호화 성능을 얻을 수 있다.

[0120] 상기 릴레이 노드는 동일한 길이를 가지는 두 개의 비트 열을 획득하면, 616단계에서 상기 동일한 길이를 가지는 두 개의 비트 열을 이용한 네트워크 코딩을 수행한다. 상기 네트워크 코딩의 일 예로 두 개의 비트 열을 비트 단위로 XOR 연산을 취함으로써, 하나의 네트워크 코딩된 비트 열을 얻을 수 있다.

[0121] 상기 릴레이 노드는 하나의 네트워크 코딩된 비트 열을 획득하면, 618단계에서 상기 네트워크 코딩된 하나의 비트 열에 대한 채널 부호화 및 변조를 수행한다. 이때 상기 채널 부호화를 위한 부호화 율과 상기 변조를 위한 변조 차수는 상기 두 개의 통신 노드들 각각에 대응한 채널 품질들 중 상대적으로 낮은 레벨의 채널 품질을 기반으로 결정한다. 그 이유는 상기 네트워크 코딩된 비트 열은 상기 두 개의 통신 노드 모두에 의해 정상적으로 수신될 수 있어야 하기 때문이다.

[0122] 한편 앞서 수행된 크기 조정에서 NaF가 사용된 경우, 상기 릴레이 노드는 상기 618단계에서 추가로 획득한 비트 열에 대한 채널 부호화 및 변조를 수행한다. 이때 상기 채널 부호화를 위한 부호화 율과 상기 변조를 위한 변조 차수는 상기 추가 비트 열을 획득한 비트 열을 전달할 목적 노드와의 채널 품질을 기반으로 결정한다. 그 이유는 상기 추가 비트 열은 상기 두 개의 통신 노드들 중 하나의 통신 노드, 즉 목적 노드에게만 전달되면 되기 때문이다.

[0123] 상기 릴레이 노드는 620단계에서 상기 네트워크 코딩된 비트 열의 채널 부호화 및 변조를 통해 획득한 변조 심볼 열을 상기 두 개의 통신 노드 모두가 수신할 수 있도록 방송한다. 그리고 상기 릴레이 노드는 상기 620단계에서 상기 추가 비트 열의 채널 부호화 및 변조를 통해 획득한 변조 심볼을 목적 노드만이 수신할 수 있도록 전송한다.

[0124] 상술한 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 양방향 통신을 지원하기 위해 릴레이 노드는 두 개의 통신 노드로부터 수신한 데이터의 크기를 일치시킨 후 이를 네트워크 코딩하여 상기 두 개의 통신 노드로 방송한다. 그리고 데이터 크기를 일치시키기 위한 방식에 따라 추가로 획득한 비트 열에 대해서는 네트워크 코딩을 수행하지 않고, 목적 노드로만 전송한다.

[0125] **통신 노드 구성 및 동작**

[0126] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 양방향 통신을 수행하는 통신 노드의 구성을 보이고 있다.

[0127] 도 5를 참조하면, 채널 부호화부(510)는 AMC 기법을 기반으로 전송할 데이터, 즉 비트 열 N_{Data_TX} 에 대한 채널 부호화를 수행한다. 상기 채널 부호화부(510)는 상기 N_{Data_TX} 의 부호화를 위한 부호화 율을 릴레이 노드 (중계기)와의 링크 품질을 고려하여 결정한다.

[0128] 상기 전송할 데이터, 즉 비트 열 N_{Data_TX} 은 상기 채널 부호화부(510)뿐만 아니라 버퍼(530)로 제공되어 임시로 저장된다. 이는 향후 릴레이 노드에 의해 제공되는 네트워크 코딩된 비트 열로부터 자신이 수신할 비트 열을 추출하기 위해 사용될 것이다.

[0129] 변조부(520)는 상기 채널 부호화부(510)로부터 제공되는 N_{CBS_TX} 를 소정 변조 차수에 상응하는 변조방식에 의해 변조하여 변조 심볼 열 N_{Symbol_TX} 를 출력한다. 이때 상기 N_{CBS_TX} 를 변조하기 위한 소정 변조 차수는 릴레이 노드 (중계기)와의 링크 품질을 고려하여 결정한다.

[0130] 복조부(540)는 상기 릴레이 노드에 의해 전송된 심볼 열 (N_{Symbol_RX})을 입력으로 하고, 상기 심볼 열 (N_{Symbol_RX})에 대한 복조를 수행한다. 상기 복조부(540)가 상기 심볼 열 (N_{Symbol_RX})의 복조를 위해 고려할 변조 차수 (또는 변조 차수)에 관한 정보는 상기 릴레이 노드로부터 제공될 수 있다. 상기 복조부(540)는 상기 심볼 열 (N_{Symbol_RX})에 대한 복조에 의해 획득된 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX})을 채널 복호화부(550)로 출력한다.

[0131] 또한 상기 복조부(540)는 상기 릴레이 노드에 의해 추가로 전송된 심볼 열 (N_{Symbol_dif})을 입력으로 하고, 상기 추가 심볼 열 (N_{Symbol_dif})에 대한 복조를 수행한다. 상기 복조부(540)가 상기 추가 심볼 열 (N_{Symbol_dif})의 복조를 위해 고려할 변조 차수 (또는 변조 차수)에 관한 정보는 상기 릴레이 노드로부터 제공될 수 있다. 상기 복조부(540)는 상기 추가 심볼 열 (N_{Symbol_dif})에 대한 복조에 의해 획득된 부호화 비트 열 (N_{Coded_dif})을 상기 채널 복호화부(550)로 출력한다.

[0132] 상기 채널 복호화부(550)는 상기 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX})을 입력으로 하고, 상기 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX})에 대한 복호화를 수행한다. 상기 채널 복호화부(550)가 상기 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX})의 복호화를 위해 고려할 부호화 율에 관한 정보는 상기 릴레이 노드로부터 제공될 수 있다. 상기 채널 복호화부(550)는 상기 부호화 비트 열 (N_{CBS_RX})에 대한 복호화에 의해 획득된 비트 열 (N_{NCB})을 네트워크 코딩부(560)로 출력한다.

[0133] 상기 채널 복호화부(550)는 상기 추가 부호화 비트 열 (N_{Coded_dif})이 입력되면, 상기 추가 부호화 비트 열 (N_{Coded_dif})에 대한 복호화를 수행한다. 상기 채널 복호화부(550)가 상기 추가 부호화 비트 열 (N_{Coded_dif})의 복호화를 위해 고려할 부호화 율에 관한 정보는 상기 릴레이 노드로부터 제공될 수 있다. 상기 채널 복호화부(550)는 상기 부호화 비트 열 (N_{Coded_dif})에 대한 복호화에 의해 획득된 비트 열 ($|N_1 - N_2|$)을 데이터 재구성부(570)로 출력한다.

[0134] 상기 네트워크 디코딩부(560)는 상기 채널 복호화부(550)에 의해 제공되는 비트 열 (N_{NCB})에 대한 네트워크 디코딩을 수행하여 수신하고자 하는 비트 열 $\bar{N}_{Data_RX}$ 을 추출한다. 상기 네트워크 디코딩을 위해서는 배타적 논리합 연산이 사용될 수 있다. 이 경우 상기 네트워크 디코딩부(560)는 상기 채널 복호화부(550)에 의해 제공되는 비트 열 (N_{NCB})과 상기 버퍼(530)에 저장된 비트 열 (N_{Data_TX})을 XOR 연산함으로써 원하는 비트 열 $\bar{N}_{Data_RX}$ 을 얻을 수 있다.

[0135] 상기 데이터 재구성부(570)는 상기 $\bar{N}_{Data_RX}$ 또는 상기 $\bar{N}_{Data_RX}$ 와 상기 $|N_1 - N_2|$을 입력으로 하고, 상기 $\bar{N}_{Data_RX}$ 또는 상기 $\bar{N}_{Data_RX}$ 와 상기 $|N_1 - N_2|$ 을 재구성하여 최종 비트 열 N_{Data_RX} 을 출력한다.

[0136] 상기 데이터 재구성부(570)는 릴레이 노드에서 데이터 크기를 조정하기 위해 사용되는 방식에 따라 상기 최종 비트 열 N_{Data_RX} 을 얻기 위한 데이터 재구성 동작을 달리한다. 따라서 상기 릴레이 노드에서 데이터 크기를 조정하기 위해 사용되는 방식에 관한 정보는 상기 릴레이 노드에 의해 제공될 수 있다.

[0137] 상기 릴레이 노드에서 데이터 크기를 조정하기 위해 사용되는 방식이 NaF인 경우, 상기 데이터 재구성부(570)는 상기 $\bar{N}_{Data_RX}$ 와 상기 $|N_1 - N_2|$를 결합하여 최종 비트 열 N_{Data_RX} 을 출력한다.

[0138] 하지만 상기 릴레이 노드에서 데이터 크기를 조정하기 위해 사용되는 방식이 NaP인 경우, 상기 데이터 재구성부(570)는 상기 $\bar{N}_{Data_RX}$ 에서 추가된 리던던시 비트를 제거함으로써, 최종 비트 열 N_{Data_RX} 을 출력한다.

[0139] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따라 양방향 통신을 위한 데이터를 송/수신하는 통신 노드에서의 제어 흐름을 보이고 있다. 이때 상기 릴레이 노드는 도 5를 참조하여 살펴본 통신 노드와 동일한 구성을 가진다. 그리고 상기 통신 노드로서 동작하는 기지국과 단말 모두에 대해 도 7에서의 제어 흐름은 동일하게 적용될 수 있다.

[0140] 도 7을 참조하면, 통신 노드는 710단계에서 상대 통신 노드, 즉 목적 노드로 전달할 변조 심볼 열을 릴레이 노드로 송신한다. 상기 변조 심볼 열은 소정의 길이, 즉 크기를 가지는 비트 열을 채널 부호화한 후 변조한 데이터를 의미한다. 이때 채널 부호화를 위한 부호화 율과 변조를 위한 변조 차수는 통상적인 AMC 기법에 의해 정하여 질 수 있다.

[0141] 그 후 상기 통신 노드는 712단계에서 상기 변조 심볼 열의 생성을 위해 사용된 비트 열을 버퍼 등의 기록 매체에 임시로 저장한다. 상기 임시로 저장된 비트 열은 향후 네트워크 디-코딩을 위해 사용될 것이다.

[0142] 상기 통신 노드는 714단계에서 상기 릴레이 노드로부터 변조 심볼 열을 수신하고, 상기 수신한 변조 심볼 열에

대한 복조 및 복호화를 수행한다. 즉 상기 통신 노드는 상기 릴레이 노드에서 사용된 변조 차수를 고려하여 상기 수신한 변조 심볼의 복조를 수행한다. 그리고 상기 통신 노드는 상기 복조가 이루어진 부호화 비트 열에 대한 채널 복호화를 수행한다. 상기 채널 복호화는 상기 릴레이 노드에서 이루어진 채널 부호화에 상응하는 동작으로, 상기 릴레이 노드에서 사용된 부호화 율을 참조하여 수행될 수 있다.

[0143] 상기 변조 심볼 열은 상기 릴레이 노드를 통해 소스 노드, 즉 상대 통신 노드로부터 전달된 데이터에 상응하는 것이다. 그리고 상기 변조 심볼 열의 복조를 위해 고려할 변조 차수 및 상기 채널 부호화를 위해 고려할 부호화 율은 상기 릴레이 노드로부터 별도의 제어 정보로 제공될 수 있다.

[0144] 상기 통신 노드는 수신한 변조 심볼에 대한 복조 및 복호화가 완료되면, 716단계에서 상기 복호화된 비트 열에 대한 네트워크 디-코딩을 수행한다. 상기 통신 노드는 상기 네트워크 디-코딩을 위해 앞서 임시로 저장한 비트 열을 사용한다. 예컨대 상기 네트워크 디-코딩은 상기 복호화된 비트 열과 상기 임시 저장된 비트 열을 비트 단위로 XOR를 취하는 것이 될 수 있다.

[0145] 하지만 상기 복호화된 비트 열이 네트워크 코딩되어 있지 않는 경우, 상기 통신 노드는 상기 716단계에서의 네트워크 디-코딩의 수행을 생략할 수 있다. 일 예로 상기 릴레이 노드에서 데이터 크기를 일치시키기 위해 NaF를 사용하였다면, 상기 통신 노드는 네트워크 코딩이 되지 않은 추가 비트 열을 수신할 수 있다. 이 경우 상기 통신 노드는 상기 추가 비트 열에 대해서는 상기 716단계에서의 네트워크 디-코딩을 생략할 수 있다.

[0146] 이를 위해 상기 릴레이 노드는 변조 심볼 열을 패킷의 형식으로 전송하는 경우, 상기 패킷의 헤더 또는 상기 패킷의 페이로드에 해당 패킷의 타입을 식별하는 정보를 추가할 수 있다. 이때 상기 식별 정보는 릴레이 노드가 패킷 형식으로 전송하는 변조 심볼 열이 NaF에 의해 구성된 것인지 아니면 MaP에 의해 구성된 것인지를 구분하기 위한 정보가 될 수 있다. 다른 예로써 상기 식별 정보는 릴레이 노드가 패킷 형식으로 전송하는 변조 심볼 열이 네트워크 코딩이 이루어진 것인지 아니면 네트워크 코딩이 이루어지지 않은 것인지를 구분하기 위한 정보가 될 수도 있다. 또 다른 예로 상기 식별 정보는 릴레이 노드가 패킷 형식으로 전송하는 변조 심볼 열이 NaF의 사용으로 인한 추가 비트 열인지 아닌지를 직접 표현하는 정보가 될 수 있다.

[0147] 따라서 상기 통신 노드는 비트 열을 복호화함에 있어 앞서 정의된 식별 정보에 의해 해당 비트 열이 추가 비트 열이 아니라고 판단되면, 상기 716단계에서의 네트워크 디-코딩 동작을 수행하지 않는다.

[0148] 상기 통신 노드는 상기 714단계에서의 복조 및 복호화 수행이 완료되거나 상기 716단계에서 네트워크 디-코딩이 완료되면, 718단계로 진행하여 수신한 비트 열에 의해 데이터 재구성을 수행한다.

[0149] 만약 상기 릴레이 노드에서 NaF가 사용되었다면, 상기 데이터 재구성은 네트워크 디-코딩을 통해 획득한 비트 열과 상기 네트워크 디-코딩 없이 복호화를 통해 획득한 추가 비트 열을 결합하여 하나의 비트 열을 구성하는 동작에 상응한다.

[0150] 하지만 상기 릴레이 노드에서 NaP가 사용되었다면, 상기 데이터 재구성은 네트워크 디-코딩을 통해 획득한 비트 열에서 상기 릴레이 노드에 의해 추가된 리던던시 비트를 제거하는 동작에 상응한다. 상기 리던던시 비트는 상기 릴레이 노드가 제로 패딩, 반복, 및 패리티 비트 추가로 인해 삽입된 비트가 될 수 있다.

[0151] 상술한 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 양방향 통신을 수행하는 통신 노드는 릴레이 노드로부터 수신한 변조 심볼 열의 타입, 즉 데이터 크기를 일치시키기 위해 NaF와 NaP 중 어떠한 방식이 사용되었는지를 고려하여 수신한 데이터를 재구성한다.

[0152] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허 청구의 범위뿐만 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[0153] 예컨대 NaP를 통해 네트워크 코딩을 실시하는 경우, NaF를 이용하는 경우에 비해 긴 데이터 블록을 이용하여 채널 부호화를 수행하게 된다. 이 경우에는 채널 부호화를 위해 터보 코딩 기술을 사용하는 것이 보다 나은 채널 부호화 이득을 얻게 된다.

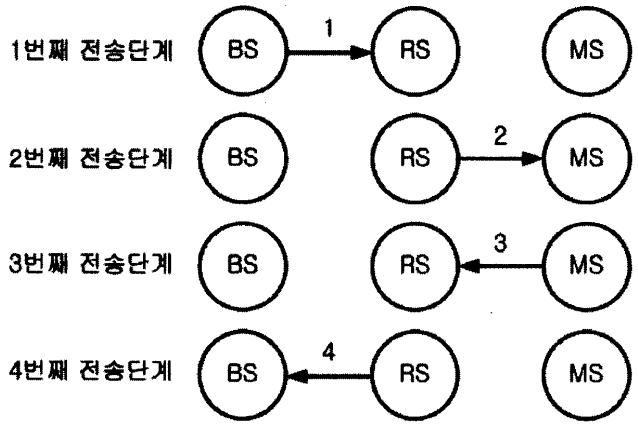
[0154] 반대로 NaF를 통해 네트워크 코딩을 실시하는 경우, NaP를 이용하는 경우에 비해 짧은 데이터 블록을 이용하여 채널 부호화를 수행하게 된다. 이 경우에는 채널 부호화를 위해 컨볼루션널 코딩 기술을 사용하는 것이 보다 나

은 채널 부호화 이득을 얻게 된다.

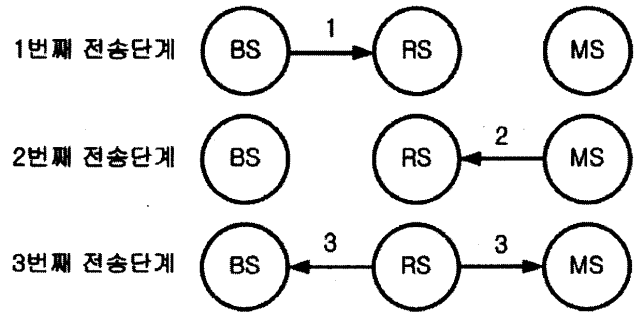
[0155] 따라서 본 발명의 실시 예에서는 채널 부호화 이득을 위해 채널 상황에 따라 데이터 크기를 조정하기 위한 기법으로 NaF와 NaP를 선택적으로 사용할 수 있다. 이 경우 앞에서 밝힌 바와 같이 릴레이 노드에서 데이터 크기를 조정하기 위해 사용한 기법을 상대 노드가 인식할 수 있도록 하는 식별 정보를 상기 상대 노드로 제공하는 것이 바람직하다.

도면

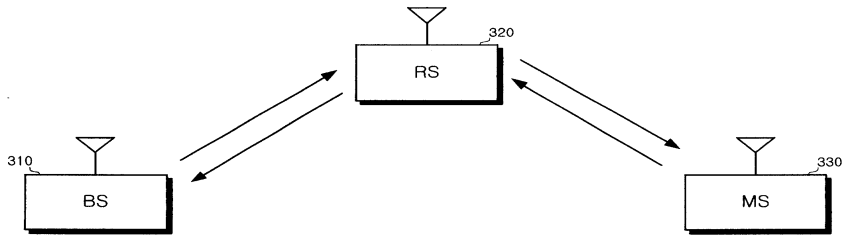
도면1



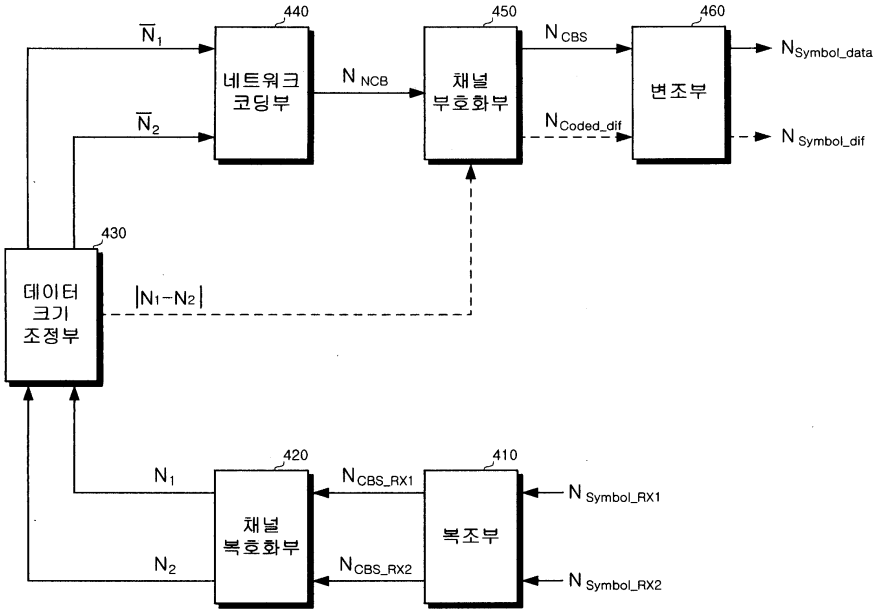
도면2



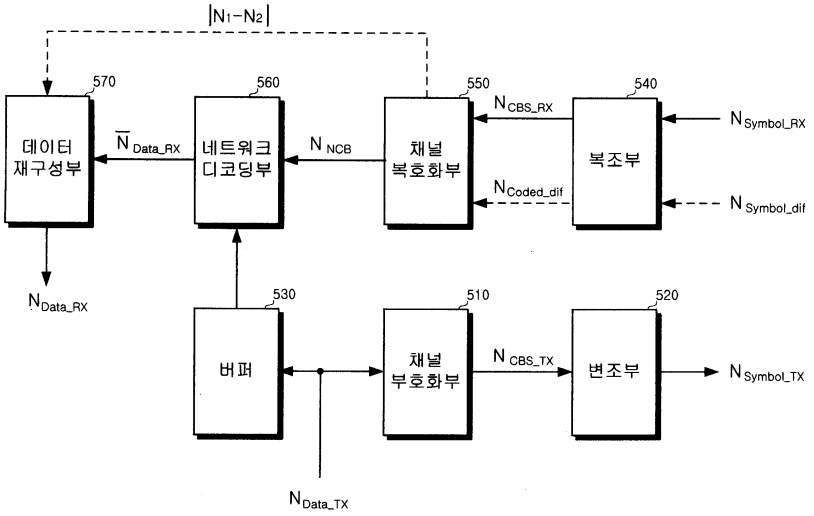
도면3



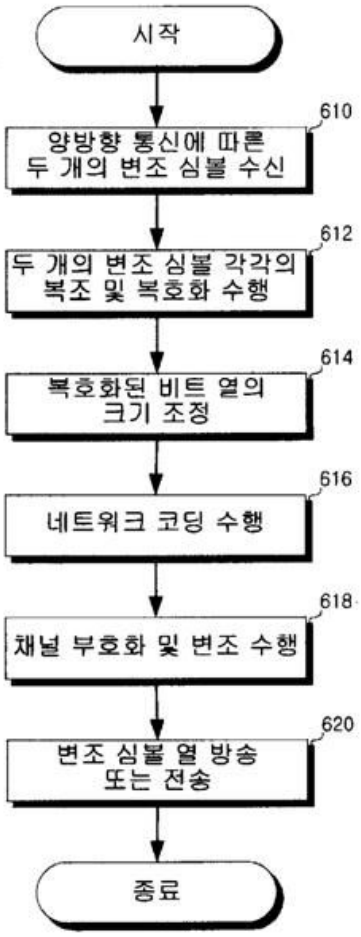
도면4


440
450
460
$\overline{N}_1$
$\overline{N}_2$
네트워크 코딩부
N_{NCB}
채널 부호화부
N_{CBS}
N_{Coded_dif}
변조부
N_{Symbol_data}
N_{Symbol_dif}
430
데이터 크기 조정부
$|N_1-N_2|$
420
410
N_1
N_2
채널 복호화부
N_{CBS_RX1}
N_{CBS_RX2}
복조부
N_{Symbol_RX1}
N_{Symbol_RX2}

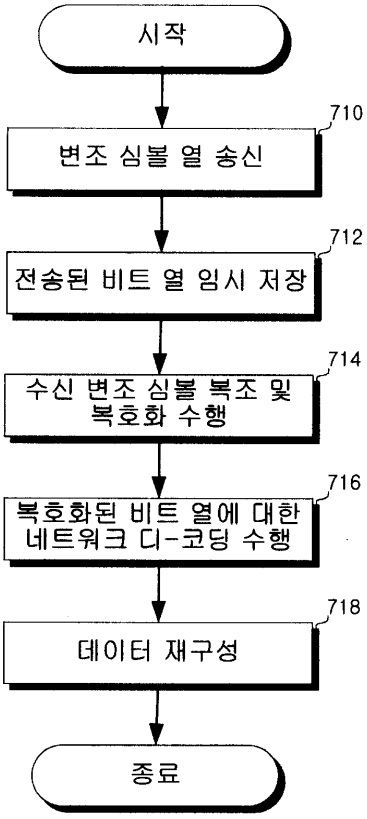
도면5


$|N_1-N_2|$
570
560
550
540
데이터 재구성부
$\overline{N}_{Data_RX}$
네트워크 디코딩부
N_{NCB}
채널 복호화부
N_{CBS_RX}
N_{Coded_dif}
복조부
N_{Symbol_RX}
N_{Symbol_dif}
N_{Data_RX}
530
510
520
버퍼
채널 부호화부
N_{CBS_TX}
변조부
N_{Symbol_TX}
N_{Data_TX}

도면6


시작
610
양방향 통신에 따른 두 개의 변조 심볼 수신
612
두 개의 변조 심볼 각각의 복조 및 복호화 수행
614
복호화된 비트 열의 크기 조정
616
네트워크 코딩 수행
618
채널 부호화 및 변조 수행
620
변조 심볼 열 방송 또는 전송
종료

도면7


시작
710
변조 심볼 열 송신
712
전송된 비트 열 임시 저장
714
수신 변조 심볼 복조 및 복호화 수행
716
복호화된 비트 열에 대한 네트워크 디-코딩 수행
718
데이터 재구성
종료