



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0062555
(43) 공개일자 2010년06월10일

(51) Int. Cl.

H04B 7/02 (2006.01) H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0121257

(22) 출원일자 2008년12월02일

심사청구일자 2008년12월02일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

(72) 발명자

공형윤

울산광역시 중구 약사동 삼성래미안2차 203-1105

보웬옥바오

울산광역시 남구 무거2동 산29번지 울산대학교 7호관 522호

(74) 대리인

리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

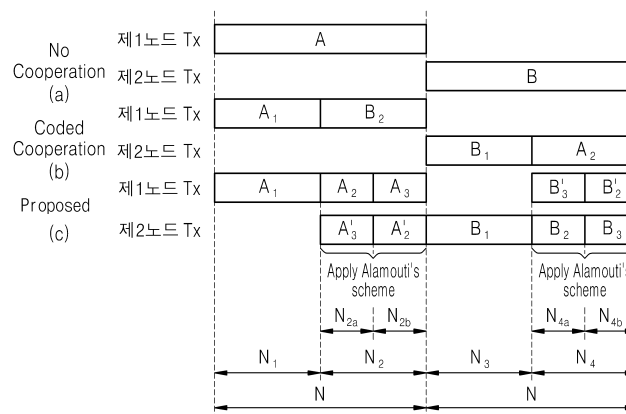
(54) 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법 및 그 시스템

(57) 요약

본 발명은 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법 및 부호화 협력통신 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 (a) 제1노드가 목적노드로 전송할 제1데이터를 부호화한 제1코드(A_1)를 생성하여 목적노드 및 제1노드의 파트너인 제2노드로 송신하는 단계; (b) 제1노드가 생성된 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴(Alamouti's scheme)을 적용하여 시공간 블록 코드(space-time block code: A_2, A_3)를 생성하고, 생성된 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드로 송신하는 단계; (c) 제2노드가 제1노드로부터 송신된 제1코드에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(space-time block code: A_3', A_2')를 생성하고, 생성된 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 (c) 단계와 동시에 목적노드로 송신하는 단계; (d) 목적노드가 제1 및 제2노드로부터 각각 송신된 시공간 블록 코드를 이용하여 제1데이터를 획득하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 의하면, 파트너가 복호화에 실패한 경우에도 목적노드에서 완전한 코드를 수신할 수 있으며, 노드간 인터채널의 품질에 대한 의존도를 감소시킬 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R01-2007-000-20400-0
부처명	한국과학재단
연구사업명	특정기초연구지원사업(학제기초)
연구과제명	USN에서 저 전력 및 효율적인 주파수 활용 지원을 위한 네트워크 부호화 협력 통신 프로
토콜 개발	
주관기관	울산대학교 산학협력단
연구기간	2008년 09월 01일 ~ 2009년 08월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 제1노드가 목적노드로 전송할 제1데이터를 부호화한 제1코드(A_1)를 생성하여 목적노드 및 상기 제1노드의 파트너인 제2노드로 송신하는 단계;
- (b) 상기 제1노드가 상기 생성된 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴(Alamouti's scheme)을 적용하여 시공간 블록 코드(space-time block code: A_2, A_3)를 생성하고, 상기 생성된 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 상기 목적노드로 송신하는 단계;
- (c) 상기 제2노드가 상기 제1노드로부터 송신된 제1코드에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(space-time block code: A_3', A_2')를 생성하고, 상기 생성된 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 상기 (c) 단계와 동시에 상기 목적노드로 송신하는 단계; 및
- (d) 상기 목적노드가 상기 제1 및 제2노드로부터 각각 송신된 시공간 블록 코드를 이용하여 상기 제1데이터를 획득하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는

- (c1) 상기 제2노드가 상기 제1노드로부터 송신된 제1코드를 복호화(decoding)하는 단계; 및
- (c2) 상기 제2노드가, 복호화에 성공하면 상기 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하여 상기 (b) 단계와 동시에 상기 목적노드로 송신하는 단계; 및
- (c3) 상기 제2노드가, 복호화에 실패하면 유희상태(idle)를 유지하는 단계;를 포함하며,
- 상기 제1노드는 상기 제2노드의 복호화 성공여부와 무관하게 상기 생성된 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 상기 목적노드로 송신하는 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 방법은

- (d) 제2노드가 목적노드로 전송할 제2데이터를 부호화한 제2코드(B_1)를 생성하여 목적노드 및 상기 제2노드의 파트너인 상기 제1노드로 송신하는 단계;
- (e) 상기 제2노드가 상기 생성된 제2코드(B_1)에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(B_2, B_3)를 생성하고, 상기 생성된 시공간 블록코드(B_2, B_3)를 상기 목적노드로 송신하는 단계;
- (f) 상기 제1노드가 상기 제2노드로부터 송신된 제2코드에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(B_3', B_2')를 생성하고, 상기 생성된 시공간 블록코드(B_3', B_2')를 상기 목적노드로 송신하는 단계; 및
- (g) 상기 목적노드가 상기 제1 및 제2노드로부터 각각 송신된 시공간 블록 코드로부터 상기 제2데이터를 획득하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 (f) 단계는

- (f1) 상기 제1노드가 상기 제2노드로부터 송신된 제2코드를 복호화(decoding)하는 단계; 및
- (f2) 상기 제1노드가, 복호화에 성공하면 상기 시공간 블록 코드(B_3', B_2')를 생성하여 상기 (e) 단계와 동시에 상기 목적노드로 송신하는 단계; 및

(f3) 상기 제2노드가, 복호화에 실패하면 유희상태(idle)를 유지하는 단계;를 포함하며,

상기 제2노드는 상기 제1노드의 복호화 성공여부와 무관하게 상기 생성된 시공간 블록 코드(B_2, B_3)를 상기 목적노드로 송신하는 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법.

청구항 5

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 제1노드와 상기 제2노드가 협력하는 협력레벨은 33% 이상 50% 이하인 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 따른 부호화 협력통신 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 7

목적노드로 전송할 제1데이터를 부호화한 제1코드(A_1)를 생성하여 송신하고, 상기 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴을 적용하여 생성한 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 송신하는 제1노드;

상기 제1노드로부터 상기 제1코드를 수신하고, 상기 수신된 제1코드에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하며, 상기 제1노드가 상기 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 송신하는 동안 상기 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 송신하는 제2노드; 및

상기 제1 및 제2노드로부터 각각 송신된 시공간 블록 코드를 이용하여 상기 제1데이터를 획득하는 목적노드;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제2노드는,

상기 제1노드로부터 송신된 제1코드를 복호화(decoding)하고, 복호화에 성공하면 상기 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하여 송신하고, 복호화에 실패하면 유희상태(idle)를 유지하며,

상기 제1노드는 상기 제2노드의 복호화 성공여부와 무관하게 상기 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 상기 목적노드로 송신하는 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 시스템.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서, 상기 제1노드와 상기 제2노드가 협력하는 협력레벨은 33% 이상 50% 이하인 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 부호화 협력통신 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법 및 시스템에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 한국과학재단 및 울산대학교 산학협력단의 특정기초연구지원사업(학제기초)의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다.

[0003] [과제관리번호: R01-2007-000-20400-0, 과제명: USN에서 저 전력 및 효율적인 주파수 활용 지원을 위한 네트 워크 부호화 협력 통신 프로토콜 개발]

배경기술

- [0004] 다중경로 전송(multipath propagation)으로 인한 신호 페이딩(감쇠, fading)은 무선 통신에 있어서 심각한 문제를 야기하며, 다이버시티(diversity)는 다중경로 전송으로 인한 페이딩에 대한 효과적인 도구로 고려된다. 다중경로 감쇠는 모바일 유닛에서 통신 신호 레벨의 랜덤한 변동을 유발한다.
- [0005] 다이버시티는 페이딩된 신호의 복사본을 효율적으로 전송하거나 독립적으로 처리함으로써 획득된다. 다이버시티 기술 중, 공간 다이버시티는 지리적으로 분리된 송신기(transmitter)로부터 송신된 신호가 독립적으로 페이딩되는 원리에 기초하며, 다이버시티가 없는 시스템과 비교하여 중대한 성능의 향상을 가져온다.
- [0006] 최근 공간 다이버시티는 송신기와 수신기(receiver)의 양단에 복수의 안테나를 배치함으로써 효율적인 해결책으로서 많은 주목을 받고있다. 그러나 무선 모바일 기기는 크기 또는 다른 제한들 때문에 복수의 안테나를 지원하기가 곤란하기 때문에, 공간 다이버시티를 적용하는 것이 불가능하다.
- [0007] 무선 모바일 기기가 복수의 안테나를 지원할 수 없는 경우에 다이버시티를 제공하기 위해서, 협력통신이라는 모바일 유저를 위한 새로운 방식의 다이버시티 기술이 제안되었다. 협력통신에는 예를 들어 AF(amplify-and-forward), DF(decode-and-forward), HDF(hybrid decode-and-forward), 및 부호화 협력통신(coded cooperation) 등과 같은 다양한 전송 프로토콜이 있다.
- [0008] 부호화 협력통신이란 채널부호화(channel coding)와 협력통신을 결합한 기술로서, 각 사용자가 목적지로 전달하고자 하는 신호를 부호화한 부호어를 서로 다른 비율로 분할하여 두 개의 독립적인 경로를 통해 목적지로 전달하는 기술이다. 부호화 협력통신은 다양한 채널 환경에 중대한 성능 이득을 제공한다. 이러한 성능 이득은 컴패티블한(compatible) 코드를 통해 상이한 부호율(code rate)을 채용함으로써 얻어진다. 상이한 부호율 및 분할을 적용함으로써 부호화 협력통신은 채널 환경에 적합한 많은 유연성을 제공한다.
- [0009] 도 1은 종래기술에 의한 부호화 협력통신을 예시하는 도면이다.
- [0010] 도 1에서, 제1노드(10) 및 제2노드(20)로부터 목적노드(30)로 전송되는 부호화된 코드는 부호화 협력통신의 두 번째 시간 슬롯을 나타낸 것이며, 각 노드(10, 20)는 첫 번째 시간 슬롯에서 서로의 정보를 교환한다.
- [0011] 제1노드(10)와 제2 노드(20)로부터 목적노드로 송신되는 부호화된 코드는 각각 두 개의 서브프레임으로 분할된다.
- [0012] 제1노드(10)는 처음 서브프레임(Frame1)에서 자신의 정보를 부호화한 코드(A_1)를 목적노드(30)로 송신하고, 다음 서브프레임(Frame2)에서 파트너인 제2노드(20)의 정보를 부호화한 코드(B_2)를 목적노드(30)로 송신한다. 그와 동일한 방식으로 제2노드(20)는 자신의 정보를 부호화한 코드(B_1)와 파트너인 제1노드(10)의 정보를 부호화한 코드(A_2)를 각각 목적노드(30)로 송신한다.
- [0013] 그러나 상기와 같은 종래기술에 의한 부호화 협력통신은 업링크 채널(uplink channel, ch1-T, ch2-T)들이 빠르게 페이딩되는 채널이고, 그 파트너가 디코딩에 실패하는 경우에는 어떠한 이익도 얻지 못한다.
- [0014] 즉, 종래기술에 의한 부호화 협력통신은 두 노드(10, 20)간의 협력이 성공적인 경우에만 목적노드(30)가 완전한 코드워드를 수신할 수 있다는 문제점이 있다. 파트너가 디코딩에 실패하는 경우 그 성능은 직접 전송(direct transmission)에 비하여 심각하게 저하된다. 이는 부호화 협력통신이 노드간 인터채널(ch1-2)의 SNR(signal to noise ratio)에 의존하는 이유가 된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0015] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 목적노드가 각 노드의 파트너의 디코딩 상태를 고려하지 않고 완전한 코드를 항상 수신할 수 있는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법 및 부호화 협력통신 시스템을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0016] 상기한 과제를 해결하기 위해 본 발명은, (a) 제1노드가 목적노드로 전송할 제1데이터를 부호화한 제1코드(A_1)를 생성하여 목적노드 및 제1노드의 파트너인 제2노드로 송신하는 단계; (b) 제1노드가 생성된 제1코드(A_1)에

알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 생성하고, 생성된 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드로 송신하는 단계; (c) 제2노드가 제1노드로부터 송신된 제1코드에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하고, 생성된 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 (c) 단계와 동시에 목적노드로 송신하는 단계; 및 (d) 목적노드가 제1 및 제2노드로부터 각각 송신된 시공간 블록 코드를 이용하여 제1데이터를 획득하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 방법을 제공하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하게는, 상기 (c) 단계는, (c1) 제2노드가 제1노드로부터 송신된 제1코드를 복호화(decoding)하는 단계; (c2) 제2노드가, 복호화에 성공하면 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하여 (b) 단계와 동시에 목적노드로 송신하는 단계; 및 (c3) 제2노드가 복호화에 실패하면 유흡상태(idle)를 유지하는 단계;를 포함하며, 제1노드는 제2노드의 복호화 성공여부와 무관하게 생성된 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드로 송신할 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 제1노드와 상기 제2노드가 협력하는 협력레벨은 33% 이상 50% 이하인 것이 바람직하다.

[0019] 또한 상기한 과제를 해결하기 위해 본 발명은, 목적노드로 전송할 제1데이터를 부호화한 제1코드(A_1)를 생성하여 송신하고, 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴을 적용하여 생성한 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 송신하는 제1노드; 제1노드로부터 제1코드를 수신하고, 수신된 제1코드에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하며, 제1노드가 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 송신하는 동안 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 송신하는 제2노드; 및 제1 및 제2노드로부터 각각 송신된 시공간 블록 코드를 이용하여 제1데이터를 획득하는 목적노드;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 노드간 인터채널에 대한 의존도를 감소시키는 부호화 협력통신 시스템을 제공한다.

[0020] 또한 상기한 과제를 해결하기 위해 본 발명은, 상기 부호화 협력통신 방법을 실현하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

효 과

[0021] 본 발명에 의하면, 각 노드가 파트너의 디코딩 상태에 영향받지 않고 시공간 블록 코드를 목적노드로 송신하므로 목적노드에서 완전한 코드가 수신될 수 있고 노드간 인터채널의 품질에 대한 의존도를 감소시킬 수 있으며, 알라마우티 스킴에 의하여 시간 및 공간 다이버시티를 달성하여 신뢰성 및 성능이 향상될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0023] 도 2는 직접송신 방식, 종래기술에 의한 부호화 협력통신 방식, 및 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방식을 비교한 도면이다.

[0024] 도 2에서, (a)는 직접송신 방식으로서 제1노드와 제2노드가 서로 협력하지 않고 자신의 데이터만을 목적노드로 전송하는 방식이며, (b)는 종래기술에 의한 부호화 협력통신 방식으로서 도 1에서 설명한 것과 같다.

[0025] 도 2의 (c)는 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방식으로서, 본 발명의 목적은 파트너 노드가 디코딩을 성공했는지 여부를 고려하지 않고 목적노드에서 완전한 코드를 항상 수신하게 하는 프로토콜을 디자인하는 것이다. 예를 들어 제1노드의 파트너인 제2노드가 제1노드가 생성하여 송신한 제1코드(A_1)를 복호화(decoding)하는데 실패한 경우에도 목적노드에서 완전한 코드를 수신하는 것을 의미한다.

[0026] 제1노드 및 제2노드는 각각 자신의 데이터를 서로 협력하여 목적노드로 송신한다. 목적노드(target node)로 전송할 제1데이터(A)에 대해서, 제1노드는 소스노드(source node)이고, 제2노드는 중계노드(relay node)이다. 한편, 목적노드로 전송할 제2데이터(A)에 대해서는, 제2노드가 소스노드이며, 제1노드는 중계노드이다. 즉, 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방식에서 각각의 노드는 자신의 데이터에 대해서는 소스노드로 동작하는 동시에, 파트너의 데이터에 대해서는 중계노드로 동작하여 협력통신을 수행한다.

[0027] 제1노드는 첫번째 서브프레임에서 목적노드로 전송할 자신의 제1데이터(A)를 부호화한 제1코드(A_1)를 생성하여 목적노드 및 파트너인 제2노드로 송신한다.

- [0028] 제1노드는 두번째 서브프레임에서 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴(alamouti's scheme)을 적용하여 생성된 간단하고 효율적인 시공간 블록 코드(space-time block code: A_2, A_3)를 목적노드로 송신한다. 제2노드는 제1노드로부터 송신된 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하고, 이를 목적노드로 송신한다. 여기서 제1노드가 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드로 송신하는 동안에, 제2노드는 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 목적노드로 송신한다.
- [0029] 결국, 파트너인 제2노드가 제1노드로부터 수신한 제1코드(A_1)를 정확히 디코딩(decoding:복호화)한 경우 제1노드와 제2노드가 모두 알라마우티 스킴에 의해 생성된 STBC(space-time block code) 형태의 코드를 목적노드로 동시에 전송한다.
- [0030] 여기에서 중요한 점은 제1노드에서의 시공간 블록 코드(A_2, A_3)의 전송이 파트너인 제2노드의 제1코드(A_1)에 대한 복호화 성공 여부에 영향받지 않는다는 점이다. 이는 제1노드가 파트너인 제2노드로부터 복호화 프로세스를 성공했는지 실패했는지에 대한 승인(acknowledgment)을 받지 않아도 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드로 전송한다는 것을 의미한다.
- [0031] 그에 따라 목적노드는 항상 완전한 코드를 수신할 수 있다. 이것이 본 발명에 따라 제안된 프로토콜과 종래의 부호화 협력통신 방식과의 차이점이며, 제안된 프로토콜은 인터채널간의 품질(quality)에 덜 의존적이다. 본 발명에 따른 프로토콜은 알라마우티 스킴의 공간 다이버시티 때문에 잉여정보가 증가하는 경우(incremental redundancy) 그 신뢰성을 증가시킬 수 있다.
- [0032] 한편, 제2노드가 목적지로 전송할 데이터(B)와 관련해서는 상기에서 설명한 것과 동일한 방식으로 목적노드로 송신되므로 이에 대한 설명은 생략하도록 한다.
- [0033] 본 발명에 있어서, 협력레벨이란 각 노드가 목적노드로 보내는 데이터의 총 비트수 대 알라마우티 스킴을 이용하여 보내는 시공간 블록 코드의 비트수 비이다. 도 2(c)의 경우 협력레벨은 다음의 [수학식 1]처럼 표현될 수 있다.

수학식 1

$$\text{협력레벨} = \frac{N_2}{N} = \frac{(N_{2a} + N_{2b})}{N} = \frac{N_4}{N} = \frac{(N_{4a} + N_{4b})}{N}$$

- [0034]
- [0035] N, N_1, N_2, N_3 , 및 N_4 은 각 노드가 목적노드로 보내는 데이터의 비트수를 각각 의미하며, 도 2(c)에서 $N_1 = N_3$ 이고, $N_2 = N_4$ 이다.
- [0036] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 부호화 협력통신 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [0037] 제1노드는 목적노드로 전송할 제1데이터를 부호화하여 제1코드(A_1)를 생성하고, 생성된 제1코드(A_1)를 목적노드 및 제1노드의 파트너인 제2노드로 송신한다(s10).
- [0038] 제1노드는 생성된 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴(Alamouti's scheme)을 적용하여 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 생성하고, 생성된 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드로 송신한다(s20).
- [0039] 제2노드는 제1노드로부터 송신된 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하고, 생성된 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 목적노드로 송신한다(s30). 시공간 블록 코드(A_2, A_3)가 제1노드에서 목적노드로 송신되는 시간 동안, 시공간 블록 코드(A_3', A_2')가 제2노드에서 목적노드로 송신된다.
- [0040] S30 단계는 상세하게는 다음의 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0041] 제2노드는 제1노드로부터 송신된 제1코드(A_1)를 복호화(decoding)한다.
- [0042] 제2노드는 제1노드로부터 송신된 제1코드(A_1)의 복호화에 성공하면 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하고, 제1노드가 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드로 송신하는 시간 동안 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 목적노드로

송신한다.

- [0043] 그러나, 제2노드는 제1코드(A_1)의 복호화에 실패하면 유희상태(idle)를 유지한다. 이때 제1노드는 제1코드에 대한 제2노드의 복호화 성공여부와 무관하게 생성된 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드로 송신한다.
- [0044] 한편, 제2노드는 목적노드로 전송할 제2데이터를 부호화하여 제2코드(B_1)를 생성하고, 생성된 제2코드(B_1)를 목적노드 및 제2노드의 파트너인 제1노드로 송신할 수 있다(s40).
- [0045] 제2노드는 생성된 제2코드(B_1)에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(B_2, B_3)를 생성하고, 생성된 시공간 블록코드(B_2, B_3)를 목적노드로 송신할 수 있다(s50).
- [0046] 제1노드는 제2노드로부터 송신된 제2코드(B_1)에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(B_3', B_2')를 생성하고, 생성된 시공간 블록코드(B_3', B_2')를 목적노드로 송신할 수 있다(s60). 시공간 블록 코드(B_2, B_3)가 제2노드에서 목적노드로 송신되는 시간 동안, 시공간 블록 코드(B_3', B_2')가 제2노드에서 목적노드로 송신된다.
- [0047] S60 단계는 상세하게는 다음의 과정을 더 포함할 수 있다.
- [0048] 제1노드는 제2노드로부터 송신된 제2코드(B_1)를 복호화(decoding)한다.
- [0049] 제1노드는 제2노드로부터 송신된 제2코드(B_1)의 복호화에 성공하면 시공간 블록 코드(B_3', B_2')를 생성하고, 제1노드가 시공간 블록 코드(B_2, B_3)를 목적노드로 송신하는 시간 동안 시공간 블록 코드(B_3', B_2')를 목적노드로 송신한다.
- [0050] 그러나, 제1노드는 제2코드(B_1)의 복호화에 실패하면 유희상태(idle)를 유지한다. 이때 제2노드는 제1노드의 제2코드에 대한 복호화 성공여부와 무관하게 생성된 시공간 블록 코드(B_2, B_3)를 목적노드로 송신한다.
- [0051] 목적노드는 제1 및 제2노드로부터 각각 송신된 시공간 블록 코드를 이용하여 제1데이터(A) 및 제2데이터(B)를 획득한다(s70).
- [0052] 한편, 제1노드와 제2노드의 협력레벨은 33% 이상 50% 이하인 것이 바람직하다.
- [0053] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 부호화 협력통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0054] 본 발명의 실시예에 따른 부호화 협력통신 시스템은 제1노드(100), 제2노드(200), 및 목적노드(300)를 포함하며, 상기에서 설명한 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방법과 실질적으로 동일하므로 중복된 설명은 생략하도록 한다.
- [0055] 제1노드(100)는 목적노드(300)로 전송할 제1데이터를 부호화한 제1코드(A_1)를 생성하여 목적노드(300) 및 제2노드(200)로 송신하고, 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴을 적용하여 생성한 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드(300)로 송신한다.
- [0056] 제2노드(200)는 제1노드(100)로부터 제1코드(A_1)를 수신하고, 수신된 제1코드(A_1)에 알라마우티 스킴을 적용하여 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 생성하며, 제1노드(100)가 시공간 블록 코드(A_2, A_3)를 목적노드(300)로 송신하는 동안에 시공간 블록 코드(A_3', A_2')를 목적노드(300)로 송신한다.
- [0057] 목적노드(300)는 제1 및 제2노드로부터 각각 송신된 시공간 블록 코드를 이용하여 제1데이터를 획득한다.
- [0058] 시간 t 에 제1노드(100)는 s_0 를 전송하고 제2노드(200)는 s_1 을 전송하며, 시간 $t+T$ 에 제1노드(100)는 $-s_1^*$ 를 전송하고 제2노드(200)는 s_0^* 를 전송하며, 목적노드(300)는 데이터를 복구하게 됩니다.
- [0059] 도 5 내지 도 9는 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방식 및 종래기술을 비교한 그래프로서, 도 5 내지 도 9의 모든 그래프에서 세로축은 비트에러율(BER: bit error rate)이고 가로축은 각 노드로부터 목적노드 채널간 SNR(signal to noise ratio)이다.
- [0060] 도 5 내지 도 8은 종래의 부호화 협동통신 방식과 25%, 33%, 및 50% 협력레벨을 가지는 본 발명의 부호화 협동

통신 방식의 BER을 인터채널간 SNR에 따라 비교한 그래프이다.

- [0061] 도 4, 6, 7, 및 8 에서는, 평균적인 인터채널(제1노드와 제2노드간 채널)의 SNR이 0dB, 10 dB, 및 20dB인 경우에 본 발명에 따른 부호화 협력통신의 협력레벨이 20%, 33%, 및 50% 인 경우를 고려한다.
- [0062] 도 5를 참조하면, 협력레벨이 25%일 때는 본 발명에 따른 부호화 협력통신이 비효율적임을 보여준다. 협력레벨이 25%일 때의 성능은 모든 SNR 영역(regimes)에서 종래기술의 부호화 협력통신보다 더 성능이 나쁘다. 그러나, 협력레벨을 33%와 50%로 상향하는 경우에는 그 상황이 변화한다. 따라서, 본 발명에서는 제1노드와 제2노드의 협력레벨은 33% 이상 50% 이하인 것이 바람직하다.
- [0063] 협력레벨이 작은 때에는, 본 발명에 따른 부호화 협력통신은 공간 다이버시티(spatial diversity)로부터 어떠한 이익도 얻을 수 없다. 그러나 협력레벨을 증가시키면, 본 발명에 따른 부호화 협력통신은 모든 시간 공간 다이버시티를 이루기 때문에 그 성능이 더욱 향상되며 종래기술에 의한 부호화 협력통신을 능가한다.
- [0064] 추가로, 본 발명에 따른 부호화 협력통신은 인터채널의 퀄리티에 대한 성능 의존도를 현저하게 감소시킨다. 목적노드에서 수신된 평균 SNR이 4dB 보다 큰 경우, 본 발명에 따른 부호화 협력통신은 인터채널의 SNR이 0dB, 10dB, 20dB인 경우의 종래기술에 의한 부호화 협력통신보다 더욱 성능이 좋아진다. 본 발명에 따른 부호화 협력통신에 대하여 최고의 성능을 달성하게 하는 협력레벨은 50% 주변에서 변화하고 인터채널 퀄리티에 의존한다. 협력레벨이 25%인 경우 종래기술에 의한 부호화 협력통신과 비교하여 아무런 이득을 얻을 수 없다.
- [0065] 도 9는 AF 프로토콜 방식과 본 발명의 부호화 협동통신 방식을 비교한 그래프이다.
- [0066] AF(amplify-and-forward) 프로토콜은 모든 다이버시티를 달성하기 때문에 기준선(baseline)으로 이용된다. 중계노드는 소스노드가 자신의 데이터를 송신하는 것을 도와 전체적으로 1/4 부호율(code rate)을 유발하기 때문에, 공평한 비교를 위해 AF(Amplify-and-forward) 프로토콜에 대하여 1/2 콘벌루션 코드를 이용한다. AF 프로토콜의 협력레벨은 50%로 고정된다.
- [0067] 도 9는 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방식이 모든 다이버시티를 획득하고 모든 SNR에서 AF 프로토콜보다 더 나은 성능을 얻는 것을 보여준다. 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방식의 장점은 AF 프로토콜에 비하여 높은 SNR에서 더욱 우세하다. 10^{-5} 의 BER을 얻기 위해, 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방식은 대략 13dB의 전송 파워만을 필요로 하지만, AF 프로토콜은 20dB 이상의 전송 파워를 소비한다. 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방식은 종래기술보다 대략 7dB의 전송 파워를 절감할 수 있음이 명확하다.
- [0068] 한편, 본 발명의 상기 방법은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0069] 이상에서는 도면에 도시된 구체적인 실시예를 참고하여 본 발명을 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하므로, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 기술을 가진 자라면 이로부터 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 보호 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 해석되어야 하고, 그와 동등 및 균등한 범위 내에 있는 모든 기술적 사상은 본 발명의 보호 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

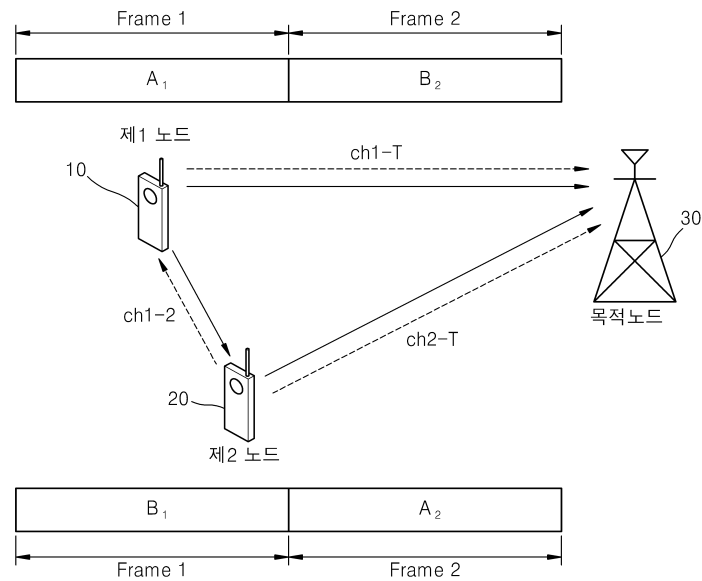
도면의 간단한 설명

- [0070] 도 1은 종래기술에 의한 부호화 협력통신을 예시한 도면.
- [0071] 도 2는 직접송신 방식, 종래기술에 의한 부호화 협력통신 방식, 및 본 발명에 따른 부호화 협력통신 방식을 비교한 도면.
- [0072] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 부호화 협력통신 방법을 나타낸 흐름도.
- [0073] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 부호화 협력통신 시스템을 나타낸 블록도.
- [0074] 도 5는 종래의 부호화 협동통신 방식과 25% 협력레벨을 가지는 본 발명의 부호화 협동통신 방식의 BER을 인터채널간 SNR에 따라 비교한 그래프.

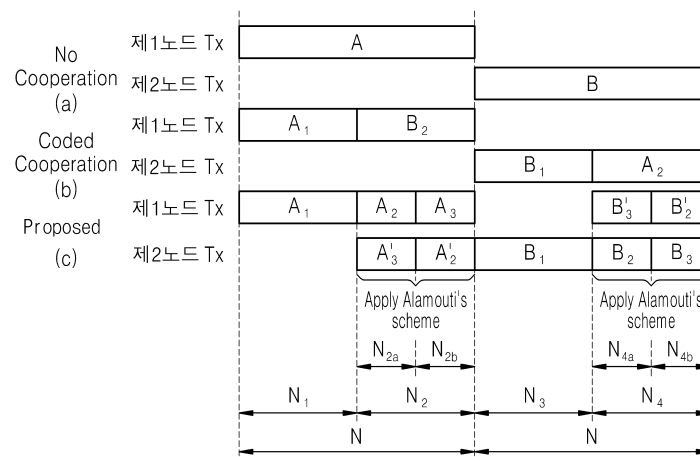
- [0075] 도 6는 종래의 부호화 협동통신 방식과 33% 협력레벨을 가지는 본 발명의 부호화 협동통신 방식의 BER을 인터 채널간 SNR에 따라 비교한 그래프.
- [0076] 도 7은 종래의 부호화 협동통신 방식과 50% 협력레벨을 가지는 본 발명의 부호화 협동통신 방식의 BER을 인터 채널간 SNR에 따라 비교한 그래프.
- [0077] 도 8은 본 발명의 부호화 협동통신 방식의 협력레벨에 따른 BER을 노드-목적노드간 채널의 SNR에 따라 비교한 그래프.
- [0078] 도 9는 AF 프로토콜 방식과 본 발명의 부호화 협동통신 방식을 비교한 그래프.

도면

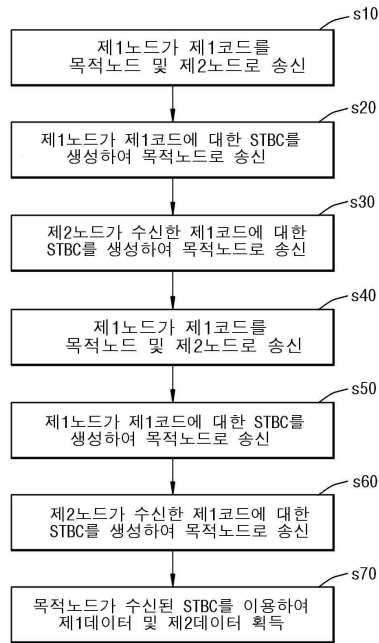
도면1



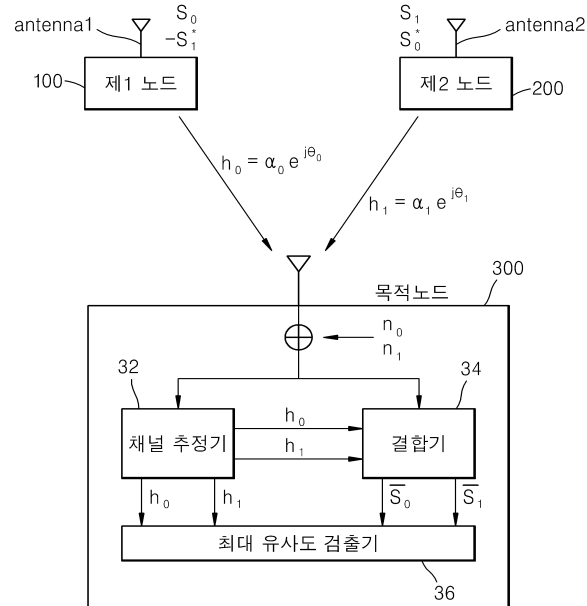
도면2



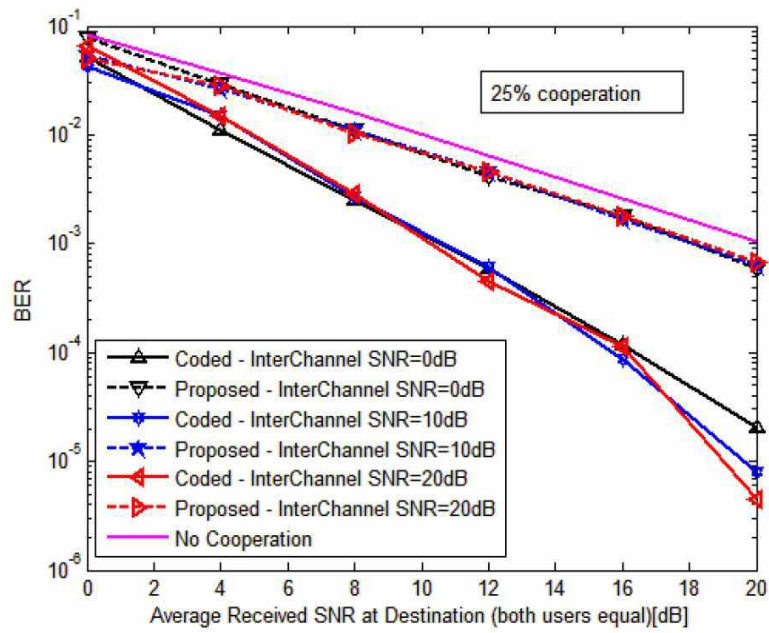
도면3



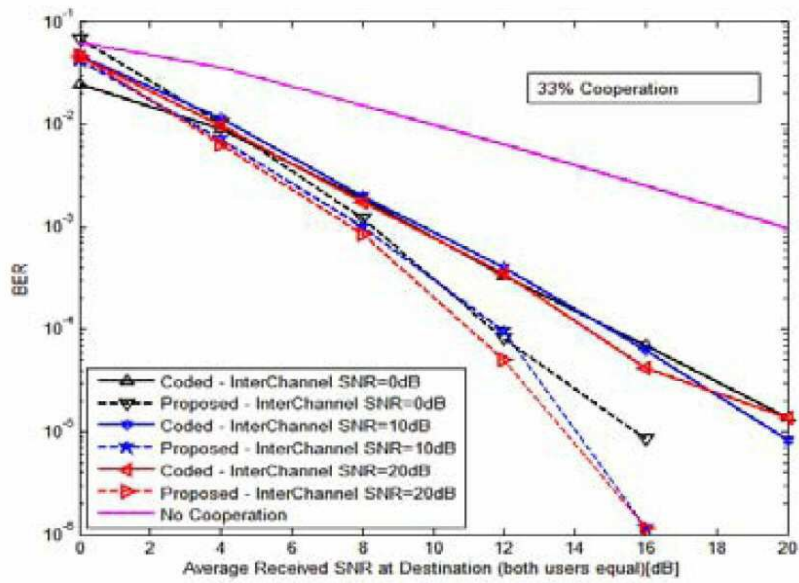
도면4



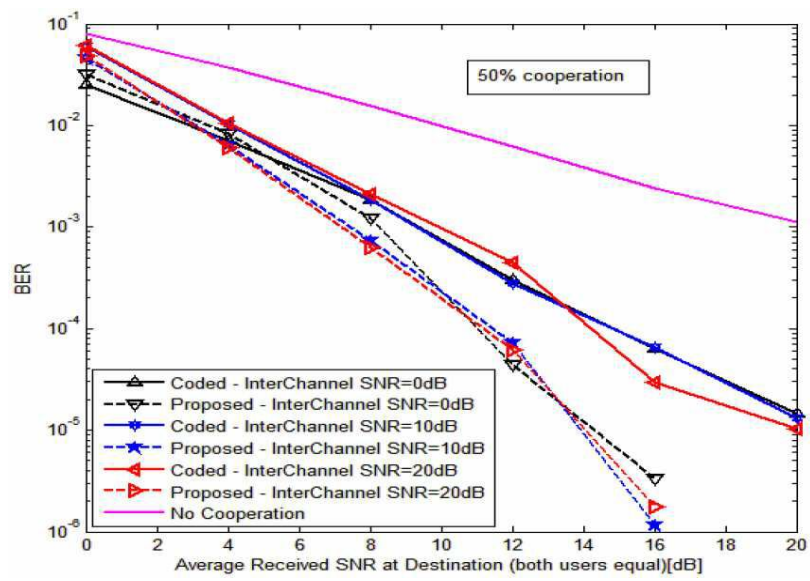
도면5



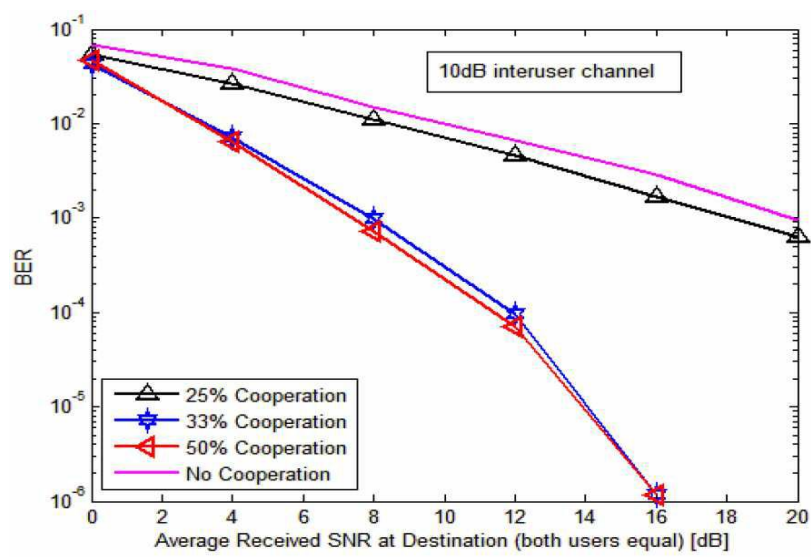
도면6



도면7



도면8



도면9

