



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월27일
(11) 등록번호 10-1922846
(24) 등록일자 2018년11월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/155 (2006.01) H04B 17/336 (2014.01)
- (52) CPC특허분류
H04B 7/15592 (2013.01)
H04B 17/336 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0090741
(22) 출원일자 2018년08월03일
심사청구일자 2018년08월03일
- (56) 선행기술조사문헌
He Chen et al., "Performance of incremental selective decode-and-forward relaying cooperative communications over Rayleigh fading channels," Proc. IEEE WCSP, p. 1, (2009.11)*
Zheng Yang et al., "The Impact of Power Allocation on Cooperative Non-orthogonal Multiple Access Networks With SWIPT," IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS, VOL. 16, NO. 7, P. 4332, (2017.07)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
- (72) 발명자
곽경섭
인천광역시 연수구 해돋이로84번길 10 (송도동, 송도풍림아이원6단지아파트)
- 류홍무
인천광역시 남구 인주대로 260, 2층(용현동)
- (74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 13 항

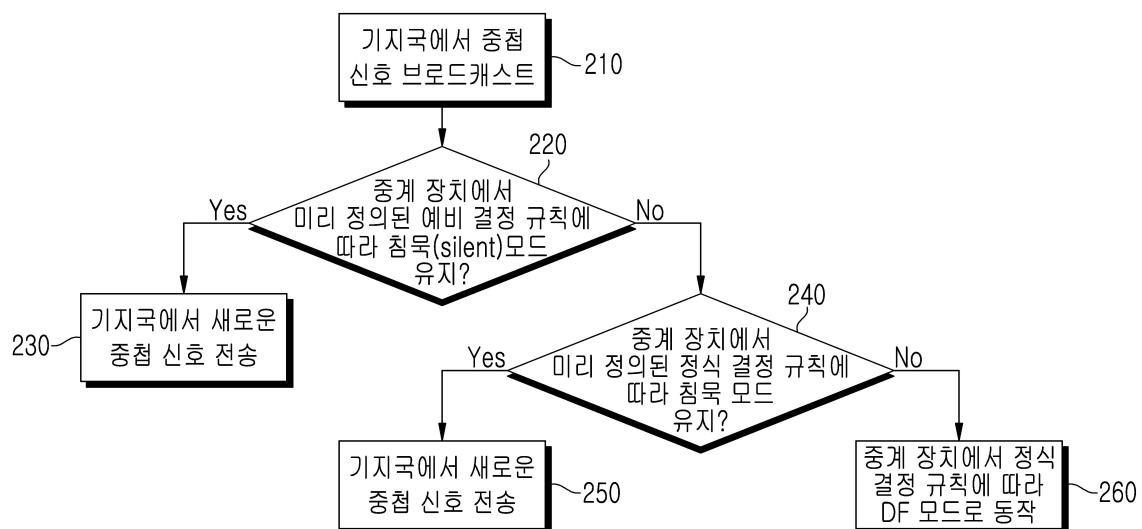
심사관 : 신상길

(54) 발명의 명칭 협력적 비직교 다중접속 시스템을 위한 직접 및 중계전송의 연계 방법

(57) 요약

협력적 비직교 다중접속 시스템을 위한 직접 및 중계전송의 연계 방법이 개시된다. 기지국, 중계 장치 및 복수의 사용자 단말들이 네트워크를 형성하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF(Incremental Selective Decode and Forward) 중계 전송 방법에 있어서, 상기 기지국에 속하는 복수의 사용자 단말들 및 기지국에 속하는 중계 장치 (뒷면에 계속)

대표도



를 대상으로 기지국에서 브로드캐스트한 신호를 기반으로 추정된 SNR(Signal to Noise Ratio) 이벤트를 상기 복수의 사용자 단말들로부터 수신하는 단계, 수신된 상기 SNR 이벤트에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말들 각각에 해당하는 신호 및 중첩 신호(superposition signal) 중 어느 하나를 전달할지 여부를 결정하는 예비결정(preliminary decision) 단계, 상기 예비 결정에 기초하여 중계 장치에서의 수신 SNR을 평가하는 단계, 및 평가된 상기 수신 SNR 및 미리 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF(Decode and Forward) 모드로 동작할지, 침묵(silent) 모드를 유지할지 여부를 결정하는 정식 결정 단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04B 7/15557 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20141007290051001
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	정보통신기술진흥센터
연구사업명	대학 IT연구센터 육성·지원
연구과제명	[IITP-ezbaro][정부] 스마트한 주파수 이용을 위한 스펙트럼 및 전파기술(5차년도)
기 여 율	1/2
주관기관	인하대학교 산학협력단
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018022917
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	중견연구
연구과제명	[Ezbaro] 나노 인체영역네트워크 핵심기술 연구: 분자-전자파 나노통신 하이브리드 메카니
기 여 율	1/2
주관기관	인하대학교
연구기간	2018.03.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

기지국, 중계 장치 및 복수의 사용자 단말들이 네트워크를 형성하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF(Incremental Selective Decode and Forward) 중계 전송 방법에 있어서,

상기 기지국에 속하는 복수의 사용자 단말들 및 기지국에 속하는 중계 장치를 대상으로 기지국에서 브로드캐스트한 신호를 기반으로 추정된 SNR(Signal to Noise Ratio) 이벤트를 상기 복수의 사용자 단말들로부터 수신하는 단계;

수신된 상기 SNR 이벤트에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말들 각각에 해당하는 신호 및 중첩 신호(superposition signal) 중 어느 하나를 전달할지 여부를 결정하는 예비 결정(preliminary decision) 단계;

상기 예비 결정에 기초하여 중계 장치에서의 수신 SNR을 평가하는 단계; 및

평가된 상기 수신 SNR 및 미리 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF(Decode and Forward) 모드로 동작할지, 침묵(silent) 모드를 유지할지 여부를 결정하는 정식 결정 단계

를 포함하고,

상기 SNR 이벤트는, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR, 사용자 단말 1에서의 기준 SNR, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR, 및 사용자 단말 2의 기준 SNR에 기초하는 복수개의 SNR 이벤트를 포함하는 것

을 특징으로 하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 예비 결정 단계는,

수신된 상기 SNR 이벤트가 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제1 SNR 이벤트, 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 이상이면서 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 2에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수신 SNR을 평가하는 단계는,

상기 예비 결정 단계에서 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정됨에 따라, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ϵ_1), 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의

감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2), 및 제3 SNR(ε_3) 중 어느 하나에 해당하는지 여부를 확인하는 단계를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 정식 결정 단계는,

평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고,

수신된 상기 SNR 이벤트가 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 이상임을 나타내는 제1 SNR 이벤트, 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 이상이면서 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 2에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우,

미리 정의된 최대 전송 전력으로 상기 사용자 단말 2에 해당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 정식 결정 단계는,

평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고,

수신된 상기 SNR 이벤트가 제1 SNR 이벤트 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 보다 작음을 나타내는 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우,

제2 타임 슬롯에서 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 정식 결정 단계는,

평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고,

수신된 상기 SNR 이벤트가 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제4 SNR 이벤트, 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR보다 이상이면서 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 2에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제5 SNR 이벤트를 포함하는 경우,

미리 정의된 최대 전송 전력으로 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 8

기지국, 중계 장치 및 복수의 사용자 단말들이 네트워크를 형성하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF(Incremental Selective Decode and Forward) 중계 전송 방법에 있어서,

상기 기지국에 속하는 복수의 사용자 단말들 및 기지국에 속하는 중계 장치를 대상으로 기지국에서 브로드캐스트한 신호를 기반으로 추정된 SNR(Signal to Noise Ratio) 이벤트를 상기 복수의 사용자 단말들로부터 수신하는 단계;

수신된 상기 SNR 이벤트에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말들 각각에 해당하는 신호 및 중첩 신호(superposition signal) 중 어느 하나를 전달할지 여부를 결정하는 예비 결정(preliminary decision) 단계;

상기 예비 결정에 기초하여 중계 장치에서의 수신 SNR을 평가하는 단계; 및

평가된 상기 수신 SNR 및 미리 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF(Decode and Forward) 모드로 동작할지, 침묵(silent) 모드를 유지할지 여부를 결정하는 정식 결정 단계

를 포함하고,

상기 정식 결정 단계는,

평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ϵ_1)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 9

기지국, 중계 장치 및 복수의 사용자 단말들이 네트워크를 형성하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF(Incremental Selective Decode and Forward) 중계 전송 방법에 있어서,

상기 기지국에 속하는 복수의 사용자 단말들 및 기지국에 속하는 중계 장치를 대상으로 기지국에서 브로드캐스트한 신호를 기반으로 추정된 SNR(Signal to Noise Ratio) 이벤트를 상기 복수의 사용자 단말들로부터 수신하는 단계;

수신된 상기 SNR 이벤트에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말들 각각에 해당하는 신호 및 중첩 신호(superposition signal) 중 어느 하나를 전달할지 여부를 결정하는 예비 결정(preliminary decision) 단계;

상기 예비 결정에 기초하여 중계 장치에서의 수신 SNR을 평가하는 단계; 및

평가된 상기 수신 SNR 및 미리 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF(Decode and Forward) 모드로 동작할지, 침묵(silent) 모드를 유지할지 여부를 결정하는 정식 결정 단계

를 포함하고,

상기 정식 결정 단계는,

평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ϵ_1)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 정식 결정 단계는,

평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ϵ_2)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제1 SNR 이벤트 및 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 정식 결정 단계는,

평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제5 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 정식 결정 단계는,

평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 정식 결정 단계는,

평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 미리 정의된 최대 전송 전력으로 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계

를 포함하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 중계 전송 방법.

청구항 14

기지국, 중계 장치 및 복수의 사용자 단말들이 네트워크를 형성하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF(Incremental Selective Decode and Forward) 기반 상기 중계 장치에 있어서,

상기 기지국에 속하는 복수의 사용자 단말들 및 기지국에 속하는 중계 장치를 대상으로 기지국에서 브로드캐스트한 신호를 기반으로 추정된 SNR(Signal to Noise Ratio) 이벤트를 상기 복수의 사용자 단말들로부터 수신하는 정보 수신부;

수신된 상기 SNR 이벤트에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말들 각각에 해당하는 신호 및 중첩 신호(superposition signal) 중 어느 하나를 전달할지 여부를 결정하는 예비 결정부;

상기 예비 결정에 기초하여 중계 장치에서의 수신 SNR을 평가하는 SNR 평가부; 및

평가된 상기 수신 SNR 및 미리 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF(Decode and Forward) 모드로 동작할지, 침묵(silent) 모드를 유지할지 여부를 결정하는 정식 결정부

를 포함하고,

상기 SNR 이벤트는, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR, 사용자 단말 1에서의 기준 SNR, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호

(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR, 및 사용자 단말 2의 기준 SNR에 기초하는 복수개의 SNR 이벤트를 포함하는 것

을 특징으로 하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF 기반 중계 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 비직교 다중접속 시스템(Non-Orthogonal Multiple Access System, NOMA)에서의 협력적 직접 전송 및 중계 전송(Coordinated Direct and Relay Transmission, CDRT) 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 비직교 다중접속(NOMA) 기술은 5G 네트워크를 위한 유망한 다중접속 기술로 기대되고 있다. 아래의 비특허 문헌 [1] Higuchi, K., and Benjebbour, A.: "Non-orthogonal multiple access (NOMA) with successive interference cancellation ", IEICE Trans. Commun., 2015, E98-B, (3), pp. 402-414.에 제시된 비직교 다중접속 NOMA(Non-Orthogonal Multiple Access NOMA)는 다른 전력 레벨을 갖지만 동일한 시간/주파수/코드 등의 자원을 사용하여 다중접속을 지원하는 기술이다. 최근 들어, 아래의 비특허 문헌 [2] J. Men and J. Ge, "Non-orthogonal multiple access for multiple-antenna relaying networks, " IEEE Commun. Lett., vol. 19, no. 10, pp. 1686-1689, Oct. 2015.에 제시된 중계를 통합하는 협력적(cognitive) NOMA 방식이 시스템 성능을 강화시키는 기술이 제안되고 있다. 협력적 시스템에서 직접 링크(direct link)가 이용 가능할 때, 선택적 중계(selective relaying) 및 증분 중계(incremental relaying)와 같은 적응적(adaptive) 중계 방식들은 중계기에서의 감지 실패로부터 발생하는 에러 전파를 감소시키기 위하여 적용 가능하다.

[0003] 한국공개특허 제10-2015-0181684호는 무선 통신 시스템에서 비직교 다중 접속을 위한 장치 및 방법에 관한 것으로서, 다중 안테나를 기반으로 제1 단말의 채널 정보, 제2 단말의 채널 정보, 각 단말에 할당된 전력을 기반으로 복수의 전송 모드들 중 채널 용량이 가장 큰 전송 모드를 결정하고, 결정된 전송 모드는 비직교 다중 접속을 포함하는 기술을 개시하고 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0004] (비특허문헌 0001) [1] Higuchi, K., and Benjebbour, A.: "Non-orthogonal multiple access (NOMA) with successive interference cancellation", IEICE Trans. Commun., 2015, E98-B, (3), pp. 402-414.
(비특허문헌 0002) [2] J. Men and J. Ge, "Non-orthogonal multiple access for multiple-antenna relaying networks, " IEEE Commun. Lett., vol. 19, no. 10, pp. 1686-1689, Oct. 2015.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 증분 중계(incremental relaying)와 선택적 복호-전달(Selective Decode-and-Forward, SDF) 중계를 다중 접속을 위한 전력 도메인(domain) 상의 중첩(superposition)을 고려하여 협력적 NOMA 시스템에 적용하는 기술에 관한 것이다. 즉, 직접 링크(direct link) 및 중계 링크(relay link)를 모두 활용하여 두 원거리 사용자 단말들에 대한 아웃티지(outage) 성능을 향상시키기 위한 협력적 비직교 다중접속 시스템에 증분-선택적 복호-전달 중계 방식(Incremental Selective Decode-and-Forward, ISDF)을 적용한 기술에 관한 것이다.

[0006] 또한, 중계 장치에서 수신된 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 이벤트를 고려하여, 적응적으로 복호 전달 모드(Decode and Forward, DF)로 동작하거나 침묵 모드(silent)를 유지하도록 중계 전송을 제어하는 기술에 관한 것이다.

[0007] 또한, 중계 장치에서의 신호 감지 결과를 고려하여, 두 사용자 단말들로부터 수신된 SNR 이벤트를 대상으로 제

한된 피드백(feedback)을 이용함으로써, 에러 전파를 방지하고, 불필요한 중계를 감소시키는 기술에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 기지국, 중계 장치 및 복수의 사용자 단말들이 네트워크를 형성하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF(Incremental Selective Decode and Forward) 중계 전송 방법에 있어서, 상기 기지국에 속하는 복수의 사용자 단말들 및 기지국에 속하는 중계 장치를 대상으로 기지국에서 브로드캐스트한 신호를 기반으로 추정된 SNR(Signal to Noise Ratio) 이벤트를 상기 복수의 사용자 단말들로부터 수신하는 단계, 수신된 상기 SNR 이벤트에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말들 각각에 해당하는 신호 및 중첩 신호(superposition signal) 중 어느 하나를 전달할지 여부를 결정하는 예비 결정(preliminary decision) 단계, 상기 예비 결정에 기초하여 중계 장치에서의 수신 SNR을 평가하는 단계, 및 평가된 상기 수신 SNR 및 미리 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF(Decode and Forward) 모드로 동작할지, 침묵(silent) 모드를 유지할지 여부를 결정하는 정식 결정 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 일측면에 따르면, 상기 SNR 이벤트는, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR, 사용자 단말 1에서의 기준 SNR, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR, 및 사용자 단말 2의 기준 SNR에 기초하는 복수개의 SNR 이벤트를 포함할 수 있다.
- [0010] 다른 측면에 따르면, 상기 예비 결정 단계는, 수신된 상기 SNR 이벤트가 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제1 SNR 이벤트, 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 이상이면서 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 2에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 또 다른 측면에 따르면, 상기 수신 SNR을 평가하는 단계는, 상기 예비 결정 단계에서 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정됨에 따라, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ϵ_1), 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ϵ_2), 및 상기 제3 SNR(ϵ_3) 중 어느 하나에 해당하는지 여부를 확인하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 또 다른 측면에 따르면, 상기 정식 결정 단계는, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ϵ_1)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 이상임을 나타내는 제1 SNR 이벤트, 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 이상이면서 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 2에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 미리 정의된 최대 전송 전력으로 상기 사용자 단말 2에 해당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정할 수 있다.
- [0013] 또 다른 측면에 따르면, 상기 정식 결정 단계는, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ϵ_1)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제1 SNR 이벤트 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 보다 작음을 나타내는 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 제2 타임 슬롯에서 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 또 다른 측면에 따르면, 상기 정식 결정 단계는, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ϵ_1)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제4 SNR 이벤트, 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호

(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR보다 이 상이면서 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단 말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 2에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제5 SNR 이벤트를 포함하는 경 우, 미리 정의된 최대 전송 전력으로 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정 하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또 다른 측면에 따르면, 상기 정식 결정 단계는, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제2 SNR 이벤트를 포함 하는 경우, 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 또 다른 측면에 따르면, 상기 정식 결정 단계는, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제3 SNR 이벤트를 포함 하는 경우, 상기 중첩 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 또 다른 측면에 따르면, 상기 정식 결정 단계는, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제1 SNR 이벤트 및 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 사용자 단말 1에 해 당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 또 다른 측면에 따르면, 상기 정식 결정 단계는, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제5 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 사용자 단말 1에 해 당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 또 다른 측면에 따르면, 상기 정식 결정 단계는, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 사용자 단말 1에 해 당하는 신호를 선택적으로 전달하는 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 또 다른 측면에 따르면, 상기 정식 결정 단계는, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 상기 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우, 미리 정의된 최대 전 송 전력으로 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하는 것으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 기지국, 중계 장치 및 복수의 사용자 단말들이 네트워크를 형성하는 비직교 다중 접속을 위한 ISDF(Incremental Selective Decode and Forward) 기반 상기 중계 장치에 있어서, 상기 기지국에 속하는 복수의 사용자 단말들 및 기지국에 속하는 중계 장치를 대상으로 기지국에서 브로드캐스트한 신호를 기반으로 추정된 SNR(Signal to Noise Ratio) 이벤트를 상기 복수의 사용자 단말들로부터 수신하는 정보 수신부, 수신된 상기 SNR 이벤트에 기 초하여 상기 복수의 사용자 단말들 각각에 해당하는 신호 및 중첩 신호(superposition signal) 중 어느 하나를 전달할지 여부를 결정하는 예비 결정부, 상기 예비 결정에 기초하여 중계 장치에서의 수신 SNR을 평가하는 SNR 평가부, 및 평가된 상기 수신 SNR 및 미리 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF(Decode and Forward) 모드로 동작할지, 침묵(silent) 모드를 유지할지 여부를 결정하는 정식 결정부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은 증분 중계(incremental relaying)와 선택적 복호-전달(Selective Decode-and-Forward, SDF) 중계를 다중 접속을 위한 전력 도메인(domain) 상의 중첩(superposition)을 고려하여 협력적 NOMA 시스템에 적용함으로 써, 기지국에 속하는 두 사용자 단말들에 대한 아웃티지(outage) 성능을 향상시킬 수 있다. 즉, 직접 링크(direct link) 및 중계 링크(relay link)를 모두 활용하여 두 원거리 사용자 단말들에 대한 아웃티지(outage) 성능을 향상시킬 수 있다.

[0023] 또한, 중계 장치에서의 신호 감지 결과를 고려하여, 두 사용자 단말들로부터 수신된 SNR 이벤트를 대상으로 제 한된 피드백(feedback)을 이용함으로써, 에러 전파를 방지하고, 불필요한 중계를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 중계 장치, 기지국 및 사용자 단말들을 포함하는 네트워크 환경을 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, ISDF 중계 방식의 동작 절차를 도시한 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 비직교 다중접속 시스템을 위한 협력적 직접 전송 및 중계 전송 방법을 도시한 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 중계 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 기지국의 블록 구조를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0027] 본 실시예들은 비직교 다중접속 시스템을 위한 협력적 직접 전송 및 중계 전송 방법에 관한 것으로서, 특히, 기지국과 사용자 단말 간에 형성된 채널(즉, 직접 링크) 및 기지국과 사용자 단말 사이에 위치하는 중계 장치와 사용자 단말 간에 형성된 채널을 모두 이용하여 서로 멀리 떨어진 원거리의 사용자 단말들에 대한 아웃티지(outage) 성능을 향상시키는 기술에 관한 것이다. 즉, 중계 장치에서 사용자 단말들로부터 수신된 SNR 이벤트를 기반으로 DF(Decode-and-Forward) 모드로 동작할지, 침묵 모드(silent)를 유지할지를 결정하고, 결정 결과를 기반으로 중계 전송을 제어하는 기술에 관한 것이다.
- [0028] 본 실시예들에서는 사용자 단말이 2개인 네트워크 환경을 가정하나, 이는 실시예에 해당되며, 기지국에 속한 사용자 단말은 3개 이상 존재할 수 있다.
- [0029] 본 실시예들에서, 기지국, 중계 장치, 사용자 단말들 각각은 하나의 안테나를 장착한 경우를 가정하며, 반이중 방식(half-duplex mode)로 동작함을 가정할 수 있다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 중계 장치, 기지국 및 사용자 단말들을 포함하는 네트워크 환경을 도시한 도면이다.
- [0032] 도 1을 참고하면, 비직교 다중접속을 위한 협력적 NOMA 시스템은 기지국(110), 중계 장치(120), 기지국에 속하는 복수의 사용자 단말들(130, 140)을 포함할 수 있다. 도 1에서는 하향 링크(downlink) 협력적 NOMA 시스템을 고려할 수 있다.
- [0033] 중계 장치(120)는 기지국(110) 및 사용자 단말들(130, 140) 사이에 신호 전송을 중계하는 장치로서, 기지국(110)의 커버리지(coverage) 내에 위치할 수 있다.
- [0034] 도 1에서, h_{12} 은 기지국(110)으로부터 중계 장치(120) 간에 형성된 채널의 채널 정보를 나타내고, h_{21} 은 기지국(110)으로부터 사용자 단말들(130, 140) 각각 간에 형성된 채널 정보(즉, 직접 링크)를 나타내고, h_{13} 은 중계 장치(120)로부터 사용자 단말들(130, 140) 각각 간에 형성된 채널 정보(즉, 중계 링크)를 나타낼 수 있다. 도 1에서 i 는 사용자 단말을 나타내는 것으로서, 사용자 단말이 2개인 경우, i 는 1, 2를 포함할 수 있다. 그리고, U_1 은 사용자 단말 1(130), U_2 는 사용자 단말 2(140)를 나타낼 수 있다.
- [0035] 모든 수신측(즉, 사용자 단말들 및 중계 장치)에서 백색 가우시안 잡음(Additive White Gaussian Noises, AWGN)은 평균이 0(zero mean)이면서 분산이 σ^2 임을 가정하고, U_i 에 대한 정보 신호(즉, U_i 에 해당하는 원하는 신호(desired signal))는 $E\{x_i\}=0$ and $E\{|x_i|^2\}=1$ 를 만족하는 x_i 로 표현될 수 있다. 그리고, 도 1의 네트워크 환경에서, 서비스 품질(Quality Of Service, QOS) 기반 사용자 페어링을 적용하고, 사용자 단말 1 U_1 (130)은 낮은 목표 전송률(target rate) 및 시기 적절한(timely) 서비스를 요구하고, 사용자 단말 2 U_2 (130)는 사용자 단말 1 U_1 (130)보다 상대적으로 더 많은 지연을 허용(more delay-tolerated)하되 더 높은 처리량(throughput)을 필요로 한다고 가정할 수 있다. 이러한 시스템 모델은 채널 상태(channel condition) 기반의 사용자 페어링을 갖는 협력적 NOMA 시스템에도 적용될 수 있다.
- [0037] 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, ISDF 중계 방식의 동작 절차를 도시한 흐름도이다.

- [0038] 도 2의 각 단계들(210 내지 260)은 도 1의 장치들(예컨대, 기지국, 중계 장치 및 사용자 단말)에 의해 수행될 수 있다.
- [0039] 210 단계에서, 기지국(110)은 기지국에 커버(cover)하는 셀 내에 위치하는 중계 장치(120) 및 사용자 단말들(130, 140)을 대상으로 중첩 신호(superposition signal)를 브로드캐스트(broadcast)할 수 있다.
- [0040] 220 단계에서, 중계 장치(120)는 미리 정의된 예비 결정(preliminary decision) 규칙에 따라 침묵 모드(silent)를 유지할지 여부를 결정할 수 있다. 예컨대, 중계 장치(120)는 사용자 단말들(130, 140)로부터 수신된 SNR 이벤트에 기초하여 신호/중첩 신호를 전달할지, 침묵 모드(silent)를 유지할지 여부를 결정할 수 있다.
- [0041] 230 단계에서, 중계 장치(120)가 침묵 모드(silent)를 유지하는 것으로 결정된 경우(220:Yes), 기지국(110)은 새로운 중첩 신호를 전송할 수 있다.
- [0042] 240 단계에서, 중계 장치(120)가 침묵 모드(silent)를 유지하지 않는 것으로 결정한 경우(220:No), 즉, 신호/중첩 신호를 전송하는 것으로 결정한 경우, 중계 장치(120)는 미리 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 침묵 모드를 유지할지 여부를 결정할 수 있다.
- [0043] 250 단계에서, 중계 장치(120)가 정식 결정 규칙에 따라 침묵 모드를 유지하는 것으로 결정하면(240:Yes), 기지국(110)은 새로운 중첩 신호를 전송할 수 있다.
- [0044] 260 단계에서, 중계 장치(120)가 정식 결정 규칙에 따라 침묵 모드를 유지하지 않는 것으로 결정하면(240:No), 중계 장치(120)는 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF 모드로 동작하는 것으로 결정할 수 있다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 비직교 다중접속 시스템을 위한 협력적 직접 전송 및 중계 전송 방법을 도시한 흐름도이고, 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 중계 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이다.
- [0047] 도 4에 따르면, 중계 장치(400)는 정보 수신부(410), 예비 결정부(420), SNR 평가부(430) 및 정식 결정부(440)를 포함할 수 있다. 이외에 중계 장치(400)는 기능에 따른 추가적인 구성 요소를 더 포함할 수도 있다. 예컨대, RF 처리를 위한 RF 신호 처리부, 변조 기능을 위한 변조부 등을 더 포함할 수 있다. 그리고, 도 3의 각 단계들(310 내지 340 단계들)은 도 4의 중계 장치(400)의 구성 요소인 정보 수신부(410), 예비 결정부(420), SNR 평가부(430) 및 정식 결정부(440)에 의해 수행될 수 있다.
- [0048] 310 단계에서, 정보 수신부(410)는 기지국(401)에 속하는 복수의 사용자 단말들(402, 402) 및 기지국에 속하는 중계 장치(400)를 대상으로 기지국(401)에서 브로드캐스트한 신호를 기반으로 SNR 이벤트를 복수의 사용자 단말들(402, 402)로부터 수신할 수 있다. 예컨대, 정보 수신부(410)는 상기 브로드캐스트한 신호를 기반으로 각 사용자 단말에서 추정된 SNR 이벤트를 해당 사용자 단말들 각각으로부터 피드백(feedback) 받을 수 있다.
- [0049] 320 단계에서, 예비 결정부(420)는 수신된 SNR 이벤트에 기초하여 복수의 사용자 단말들(402, 402) 각각에 해당하는 신호(desired signal) 및 중첩 신호(superposition signal) 중 어느 하나를 사용자 단말들로 전송할지 여부를 결정할 수 있다. 이때, 예비 결정부(420)는 아래의 표 1과 같이 미리 정의된 예비 결정(preliminary decision) 규칙에 따라 사용자 단말들(402, 402) 각각에 해당하는 신호(desired signal) 및 중첩 신호(superposition signal) 중 어느 하나를 사용자 단말들로 전송할지 여부를 결정할 수 있다.

표 1

Decision \ U_2			
	$\tilde{e}_1$	$\tilde{e}_2$	$\tilde{e}_3$
U_1			
$\hat{e}_1$	Silent	x_2	x_b
$\hat{e}_2$	x_1	x_b	x_b

[0050]

- [0051] 위의 표 1은 ISDF 중계를 위한 예비 결정 규칙을 나타내는 것으로서, 사용자 단말 1(402) 및 사용자 단말 2(403) 중 어느 하나 또는 필요 시 둘 다로 신호를 전달하기 위한 규칙을 나타낼 수 있다. 그리고, 사용자 단말 1(402) 및 사용자 단말 2(403)로부터 피드백되는 SNR 이벤트는 아래의 표 2와 같이 정의될 수 있다.

표 2

$$\begin{aligned}
 \hat{\varepsilon}_1 &:= \gamma_1^{x_1} \geq \gamma_{th,1}, \\
 \hat{\varepsilon}_2 &:= \gamma_1^{x_1} < \gamma_{th,1}, \\
 \tilde{\varepsilon}_1 &:= (\gamma_2^{x_1} \geq \gamma_{th,1}) \cap (\gamma_2^{x_2} \geq \gamma_{th,2}), \\
 \tilde{\varepsilon}_2 &:= (\gamma_2^{x_1} \geq \gamma_{th,1}) \cap (\gamma_2^{x_2} < \gamma_{th,2}), \\
 \tilde{\varepsilon}_3 &:= \gamma_2^{x_1} < \gamma_{th,1},
 \end{aligned}$$

표 2에서, $\gamma_1^{x_1}$ 는 첫 번째 타임 슬롯에서 사용자 단말 1 U_1 (402)에 해당하는 신호 x_1 을 감지하기 위한 U_1 에서 의 수신 SNR을 나타낼 수 있으며, 아래의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

[수학적 식 1]

$$\gamma_1^{x_1} = \frac{\alpha_1 \rho |h_{s1}|^2}{\alpha_2 \rho |h_{s1}|^2 + 1}$$

표 2에서, $\gamma_2^{x_1}$ 및 $\gamma_2^{x_2}$ 는 첫 번째 타임 슬롯(즉, 제1 타임 슬롯)에서 각각 x_1 및 x_2 를 감지하기 위한 사용자 단말 2 U_2 (403)에서의 수신 SNR을 나타내는 것으로서, 아래의 수학적 식 2 및 수학적 식 3과 같이 표현될 수 있다.

[수학적 식 2]

$$\gamma_2^{x_1} = \frac{\alpha_1 \rho |h_{s2}|^2}{\alpha_2 \rho |h_{s2}|^2 + 1}$$

[수학적 식 3]

$$\gamma_2^{x_2} = \alpha_2 \rho |h_{s2}|^2$$

위의 표 2, 그리고 수학적 식 1 내지 수학적 식 3을 참고하면, SNR 이벤트는 SNR 이벤트는, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR, 사용자 단말 1에서의 기준 SNR, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR, 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR, 및 사용자 단말 2의 기준 SNR에 기초하는 복수개의 SNR 이벤트를 포함할 수 있다.

다시 표 1을 참고하면, 예비 결정부(420)는 각 사용자 단말로부터 수신된 상기 SNR 이벤트가 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제1 SNR 이벤트($\hat{\varepsilon}_1 := \gamma_1^{x_1} \geq \gamma_{th,1}$), 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 이상이면서 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 2에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제2 SNR 이벤트($\tilde{\varepsilon}_2 := (\gamma_2^{x_1} \geq \gamma_{th,1}) \cap (\gamma_2^{x_2} < \gamma_{th,2})$)를 포함하는 경우(즉, 표 1의 $\{\hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_2\}$ 에 해당하는 경우), 중첩 신호(superposition signal) x_b 를 전달하는 것으로 결정할 수 있다.

330 단계에서, SNR 평가부(430)는 예비 결정에 기초하여 중계 장치(400)에서의 수신 SNR평가를 수행할 수 있다. 즉, 예비 결정이 내려지면, SNR 평가부(430)는 자신의 수신 SNR을 평가할 수 있다.

[0064] 예컨대, 예비 결정이 전달하는 것으로 결정되면, 중계 장치(400)는 자신의 수신 SNR이 요구 신호(required signal), 즉, 사용자 단말에서 원하는 신호(desired signal)를 정확하게 재생성하기에 충분한지 여부를 확인할 수 있다. 즉, 요구 신호/중첩 신호를 정확하게 재생성할 수 있어야지만, 중계 장치(400)는 신호/중첩 신호를 전달하며, 그 외의 경우, 중계 장치(400)는 침묵 모드(silent)를 유지할 수 있다. 이때, 기지국(401)은 새로운 전송, 즉, 새로운 중첩 신호를 전송할 수 있다.

[0065] 일례로, SNR 평가부(430)는 정식 결정을 내리기 위해 SNR 이벤트가 $\{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3\}$ 중 어느 것에 해당하는지, 자신의 수신 SNR을 평가할 수 있다. 예컨대, ε_1 에 해당하는 경우, 예비 결정부(420)는 중첩 신호 x_b 를 전달하는 것으로 결정할 수 있다. ε_2 에 해당하는 경우, 예비 결정부(420)는 사용자 단말 2에서 원하는 신호 x_2 에 대한 감지 실패로 인해 오직 사용자 단말 1에 해당하는 신호 x_1 을 선택적으로 전달하는 것으로 결정할 수 있다. ε_3 에 해당하는 경우, 예비 결정부(420)는 상기 SNR 이벤트가 $\{\hat{\varepsilon}_2, \hat{\varepsilon}_3\}$ 를 포함하고 있더라도 신호를 전송하지 않는 침묵 모드(silent)를 유지하는 것으로 결정할 수 있다. 여기서, 각 사용자 단말들은 전달되는 신호의 표시 정보를 획득 가능함을 가정할 수 있다. 예컨대, $\{x_1, x_2, x_b\}$ 에 대한 신호가 전달되는 경우, MRC(Maximum Ratio Combining)가 각 사용자 단말에서 적응적으로 수행될 수 있다.

[0066] 340 단계에서, 정식 결정부(440)는 평가된 수신 SNR 및 미리 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF 모드로 동작할지, 침묵 모드를 유지할지 여부를 최종 결정할 수 있다. 예컨대, 정식 결정부(440)는 아래의 표 3과 같이 정의된 정식 결정(formal decision) 규칙에 따라 DF 모드로 동작할지, 침묵 모드를 유지할지 여부를 최종 결정할 수 있다.

표 3

Decision \ Feedback	$\{\hat{\varepsilon}_1, \hat{\varepsilon}_1\}$	$\{\hat{\varepsilon}_1, \hat{\varepsilon}_2\}$	$\{\hat{\varepsilon}_1, \hat{\varepsilon}_3\}$	$\{\hat{\varepsilon}_2, \hat{\varepsilon}_1\}$	$\{\hat{\varepsilon}_2, \hat{\varepsilon}_2\}$	$\{\hat{\varepsilon}_2, \hat{\varepsilon}_3\}$
Relay's SNR						
ε_1	Silent	x_2	x_b	x_1	x_b	x_b
ε_2	Silent	Silent	x_1	x_1	x_1	x_1
ε_3	Silent	Silent	Silent	Silent	Silent	Silent

[0067] 일례로, 평가된 상기 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고, 수신된 상기 SNR 이벤트가 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 이상임을 나타내는 제1 SNR 이벤트, 및 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR 이상이면서 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 2에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우(즉, 표 3의 $\{\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_1, \hat{\varepsilon}_2\}$ 에 해당하는 경우), 정식 결정부(440)는 미리 정의된 최대 전송 전력으로 상기 사용자 단말 2에 해당하는 신호 x_2 를 선택적으로 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 즉, 중계 장치(400)는 사용자 단말 2 U_2 (403)를 돕기 위해, 자신의 최대 전송 전력으로 오직 신호 x_2 만을 선택적으로 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 그리고, 중계 장치(400)는 결정에 따라 자신의 최대 전송 전력으로 x_2 를 전송할 수 있다. 그러면, 사용자 단말 1 U_1 (402)에서 자신의 end-to-end 수신 SNR은 첫 번째 타임 슬롯(즉, 제1 타임 슬롯)에서의 자신의 수신 신호에 의해 결정될 수 있으며, 상기 U_1 (402)에서 자신의 end-to-end 수신 SNR은 아래의 수학적 식 4와 같이 표현될 수 있다.

[0069] [수학식 4]

$$\gamma_{1,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_2) \geq \gamma_{\text{th},1}$$

[0071] 사용자 단말 2 U_2 (403)는 제1 타임 슬롯에서 수신된 신호에 기반하여 x_1 을 감지할 수 있다. 이때, $\tilde{\varepsilon}_2$ 이 발생 할 때, 사용자 단말 2 U_2 (403)는 신호 x_1 을 성공적으로 감지할 수 있으므로, 아래의 수학식 5와 같은 식을 얻을 수 있다.

[0072] [수학식 5]

$$\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_2) \geq \gamma_{\text{th},1}$$

[0074] x_1 을 제1 타임 슬롯의 수신 신호에서 뺀 이후, MRC는 x_2 를 복원하기 위해 남은 신호 및 제2 타임 슬롯에서 수신된 신호에 적용될 수 있다. 이에 따라, 사용자 단말 2 U_2 (403)에서 신호 x_2 를 감지하기 위한 end-to-end 수신 SNR은 아래의 수학식 6과 같이 표현될 수 있다.

[0075] [수학식 6]

$$\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_2}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_2) = \rho(\alpha_2 |h_{s2}|^2 + |h_{r2}|^2)$$

[0077] 다른 예로, 평가된 수신 SNR이 중계 장치(400)에서 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고, 수신된 SNR 이벤트가 제1 SNR 이벤트 및 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1(402)에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2(403)에서의 수신 SNR이 사용자 단말 1(402)에서의 기준 SNR 보다 작음을 나타내는 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우(즉, 표 3의 $\{\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_3\}$ 에 해당하는 경우), 정식 결정부(440)는 제2 타임 슬롯에서 중첩 신호 x_b 를 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 즉, SNR 이벤트가 $\hat{\varepsilon}_1$ 를 포함하므로, U_1 은 제1 타임 슬롯에서 수신된 신호(예컨대, 기지국에서 제1 타임슬롯에 브로드캐스트한 중첩 신호)에 기반하여 신호 x_1 을 감지할 수 있다. 이에 따라, U_1 에서의 신호 x_1 을 감지하기 위한 end-to-end 수신 SNR은 아래의 수학식 7과 같이 표현될 수 있다.

[0078] [수학식 7]

$$\gamma_{1,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_3) \geq \gamma_{\text{th},1}$$

[0080] 사용자 단말 2 U_2 에서 MRC는 제2 타임 슬롯에서의 수신된 신호에 기반하여 신호 x_1 을 감지하기 위해 적용될 수 있다. 그러면, SIC(Successive Interference Cancellation)이 x_2 감지를 위해 수행될 수 있다. 사용자 단말 2 U_2 에서의 x_1 및 x_2 감지를 위한 단대단(end-to-end) 수신 SNR은 각각 아래의 수학식 8 및 9와 같이 표현될 수 있다.

[0081] [수학식 8]

$$\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_3) = \frac{\alpha_1 \rho(|h_{s2}|^2 + |h_{r2}|^2)}{\alpha_2 \rho(|h_{s2}|^2 + |h_{r2}|^2) + 1}$$

[0082]

[0083] [수학식 9]

[0084]

[0085]

$$\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_2}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_3) = \alpha_2 \rho(|h_{s2}|^2 + |h_{r2}|^2)$$

또 다른 예로, 평가된 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 상기 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고, 수신된 SNR 이벤트가 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 1에서의 수신 SNR이 사용자 단말 1에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제4 SNR 이벤트, 및 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 1에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 상기 사용자 단말 1에서의 기준 SNR보다 이상이면서 상기 제1 타임 슬롯에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호(desired signal)를 감지하기 위한 사용자 단말 2에서의 수신 SNR이 사용자 단말 2에서의 기준 SNR보다 작음을 나타내는 제5 SNR 이벤트를 포함하는 경우(즉, $\{\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_1\}$ 에 해당하는 경우), 정식 결정부(440)는 미리 정의된 최대 전송 전력으로 사용자 단말 1(402)에 해당하는 신호 x_1 를 선택적으로 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 즉, 중계 장치(400)는 사용자 단말 1 U_1 (402)을 보조하기 위하여 자신의 최대 전송 전력으로 상기 신호 x_1 를 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 그러면, 사용자 단말 1 U_1 (402)에서, MRC는 x_1 을 감지하기 위하여 적용되며 end-to-end 수신 SNR은 아래의 수학식 10과 같이 표현될 수 있다.

[0086] [수학식 10]

$$\gamma_{1,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_1) = \frac{\rho(\alpha_1 |h_{s1}|^2 + |h_{r1}|^2)}{\alpha_2 \rho |h_{s1}|^2 + 1}$$

[0087]

$\tilde{\varepsilon}_1$ 에 의해 사용자 단말 2 U_2 (403)는 제1 타임 슬롯에서의 자신의 수신 신호(예컨대, 기지국에서 제1 타임 슬롯에 브로드캐스트한 중첩 신호)에 기반하여 자신이 원하는 신호(desired message)를 감지할 수 있다. 이때, 사용자 단말 2 U_2 (403)에서의 end-to-end 수신 SNR은 아래의 수학식 11 및 수학식 12를 만족할 수 있다.

[0089] [수학식 11]

$$\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_1) \geq \gamma_{\text{th},1}$$

[0090]

[0091] [수학식 12]

$$\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_2}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_1) \geq \gamma_{\text{th},2}$$

[0092]

또 다른 예로, 평가된 수신 SNR이 중계 장치(400)에서 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고, 수신된 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우(즉, $\{\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_2\}$ 에 해당하는 경우), 정식 결정부(440)는 중첩 신호 x_b 를 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 이때, 중계 장치(400)에서 중첩 신호 x_b 가 전달되면, MRC는 두 사용자 단말들(402, 403) 모두에 적용될 수 있다. 그러면, x_1 감지를 위한 사용자 단말 1 U_1 (402)에서의 end-to-end 수신 SNR은 아래의 수학식 13과 같이 표현될 수 있다.

[0094] [수학식 13]

$$\gamma_{1,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_1) = \frac{\alpha_1 \rho(|h_{s1}|^2 + |h_{r1}|^2)}{\alpha_2 \rho(|h_{s1}|^2 + |h_{r1}|^2) + 1}$$

[0095]

[0096] 제2 타임 슬롯에서 $\tilde{\varepsilon}_2$ 가 이미 발생했기 때문에, MRC의 도움으로 x_1 을 감지하기 위한 $U_2(403)$ 에서의 end-to-end 수신 SNR은 아래의 수학적식 14를 만족할 수 있다.

[0097] [수학적식 14]

[0098]
$$\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_2) \geq \gamma_{\text{th},1}$$

[0099] x_2 를 감지하기 위한 사용자 단말 2 $U_2(403)$ 에서의 end-to-end 수신 SNR은 위의 수학적식 9와 같을 수 있다.

[0100] 또 다른 예로, 평가된 수신 SNR이 중계 장치(400)에서 중첩 신호를 전달하기 위한 제1 SNR(ε_1)에 해당하고, 수신된 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우(즉, 표 3의 $\{\varepsilon_1, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_3\}$ 에 해당하는 경우), 정식 결정부(440)는 중첩 신호 x_b 를 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 그러면, 중계 장치(400)에서 중첩 신호 x_b 가 전달되므로, U_1 에서의 end-to-end 수신 SN은 위의 수학적식 13과 같고, U_2 에서 x_1 및 x_2 감지를 위한 end-to-end 수신 SNR은 각각 위의 수학적식 8 및 9와 같을 수 있다.

[0101] 또 다른 예로, 평가된 수신 SNR이 중계 장치(400)에서 사용자 단말 2(403)에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 SNR 이벤트가 제1 SNR 이벤트 및 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우(즉, 표 3의 $\{\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_3\}$ 에 해당하는 경우), 정식 결정부(440)는 사용자 단말 1(402)에 해당하는 신호 x_1 를 선택적으로 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 즉, 중계 장치(400)는 ε_2 를 고려하여 오직 신호 x_1 만을 전달할 수 있다. 그러면, $\hat{\varepsilon}_1$ 에 기반하여 $\gamma_{1,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_3) \geq \gamma_{\text{th},1}$ 를 얻을 수 있다. 이때, U_2 에서, x_1 및 x_2 감지를 위한 end-to-end 수신 SNR은 각각 아래의 수학적식 15 및 16과 같이 유도될 수 있다.

[0102] [수학적식 15]

[0103]
$$\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_3) = \frac{\rho(\alpha_1 |h_{s2}|^2 + |h_{r2}|^2)}{\alpha_2 \rho |h_{s2}|^2 + 1}$$

[0104] [수학적식 16]

[0105]
$$\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_2}(\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_1, \tilde{\varepsilon}_3) = \alpha_2 \rho |h_{s2}|^2$$

[0106] 또 다른 예로, 평가된 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호 x_2 의 감지를 실패함에 따라 사용자 단말 1에 해당하는 신호 x_1 를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제5 SNR 이벤트를 포함하는 경우(즉, 표 3의 $\{\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_1\}$ 에 해당하는 경우), 정식 결정부(440)는 사용자 단말 1(402)에 해당하는 신호 x_1 를 선택적으로 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 그러면, 중계 장치(400)는 오직 신호 x_1 만을 전달할 수 있다. 이때, U_1 에서의 end-to-end 수신 SNR은 위의 수학적식 110과 같고, U_2 에서의 end-to-end 수신 SNR은 $\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_1}(\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_1) \geq \gamma_{\text{th},1}$ 및 $\gamma_{2,\text{isdf}}^{x_2}(\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_1) \geq \gamma_{\text{th},2}$ 와 같이 표현될 수 있다.

[0107] 또 다른 예로, 평가된 수신 SNR이 상기 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라

사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제2 SNR 이벤트를 포함하는 경우(즉, 표 3의 $\{\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_2\}$ 에 해당하는 경우), 정식 결정부(440)는 사용자 단말 1에 해당하는 신호 x_1 를 선택적으로 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 즉, 중계 장치(400)는 ε_2 에 의해 오직 사용자 단말 1에 해당하는 신호 x_1 만을 전달할 수 있으며, 이에 따라, U_1 에서의 end-to-end 수신 SNR은 MRC를 사용함으로써 위의 수학적 식 10과 같이 개선될 수 있다. 그리고, U_2 에서 end-to-end 수신 SNR은 제1 타임 슬롯에서의 자신의 수신 신호(예컨대, 기지국에서 브로드캐스트한 중첩 신호 x_b)에 기반하며, $\gamma_{2,jsdf}^{x_1}(\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_2) \geq \gamma_{th,1}$ 와 $\gamma_{2,jsdf}^{x_2}(\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_2) < \gamma_{th,2}$ 로 나타낼 수 있다.

[0108] 또 다른 예로, 평가된 수신 SNR이 중계 장치에서 사용자 단말 2에 해당하는 신호의 감지를 실패함에 따라 사용자 단말 1에 해당하는 신호를 전달하기 위한 제2 SNR(ε_2)에 해당하고, 수신된 SNR 이벤트가 제4 SNR 이벤트 및 제3 SNR 이벤트를 포함하는 경우(즉, 표 3의 $\{\varepsilon_2, \hat{\varepsilon}_2, \tilde{\varepsilon}_3\}$ 에 해당하는 경우), 정식 결정부(440)는 미리 정의된 최대 전송 전력으로 사용자 단말 1에 해당하는 신호 x_1 를 전달하는 것으로 결정할 수 있다. 즉, 중계 장치(400)는 자신의 최대 전송 전력으로 신호 x_1 를 전달할 수 있다. 그리고, U_1 과 U_2 둘 다는 수신 SNR을 개선하기 위하여 MRC를 적용할 수 있다. 이에 따라, x_1 를 감지하기 위한 U_1 에서의 end-to-end 수신 SNR은 위의 수학적 식 10과 같이 표현될 수 있고, U_1 에서 x_1 및 x_2 를 감지하기 end-to-end 수신 SNR은 위의 수학적 식 15 및 2와 같을 수 있다.

[0109] 이때, 표 3에 기초하여, 수신된 SNR 이벤트가 침묵 모드(silent)를 유지하는 이벤트에 해당하는 경우, U_1 및 U_2 에서의 end-to-end 수신 SNR은 제1 타임 슬롯에서 직접 링크(direct link) 전송에 의해 달성된 것과 동일할 수 있으며, 대응하는 이벤트는 $\{\hat{\varepsilon}_j, \tilde{\varepsilon}_k\}$ 로 표현될 수 있다.

[0110] 위에서 설명한 바와 같이, 수신 SNR 이벤트 $\{\varepsilon_i, \hat{\varepsilon}_j, \tilde{\varepsilon}_k\}$ 의 18개의 모든 조합이 상기 10개의 경우에 속하며, 이러한 SNR 이벤트는 아래의 표 4에서 요약된 바와 같이, 예를 들어, 아웃티지(outage) 이벤트, 비아웃티지(non-outage) 이벤트, 비결정(undetermined) 이벤트와 같은 3가지 유형으로 분류될 수 있다.

표 4

	$\{\hat{\epsilon}_1, \hat{\epsilon}_1\}$		$\{\hat{\epsilon}_1, \hat{\epsilon}_2\}$		$\{\hat{\epsilon}_1, \hat{\epsilon}_3\}$	
	U_1	U_2	U_1	U_2	U_1	U_2
ϵ_1	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} \geq \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} = (10)$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} = (12)$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} = (13)$
ϵ_2	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} \geq \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} < \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} = (19)$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} = (20)$
ϵ_3	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} \geq \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} < \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} < \gamma_{th,1}$
	$\{\hat{\epsilon}_2, \hat{\epsilon}_1\}$		$\{\hat{\epsilon}_2, \hat{\epsilon}_2\}$		$\{\hat{\epsilon}_2, \hat{\epsilon}_3\}$	
	U_1	U_2	U_1	U_2	U_1	U_2
ϵ_1	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} = (14)$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} \geq \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} = (17)$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} = (13)$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} = (17)$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} = (12)$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} = (13)$
ϵ_2	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} = (14)$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} \geq \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} = (14)$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} < \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} = (17)$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} = (19)$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} = (20)$
ϵ_3	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} < \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} \geq \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} < \gamma_{th,1}$	$\gamma_{2,ndf}^{s_1} \geq \gamma_{th,1}$ $\gamma_{2,ndf}^{s_2} < \gamma_{th,2}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} < \gamma_{th,1}$	$\gamma_{1,ndf}^{s_1} < \gamma_{th,1}$
U_1 : Non-outage  Outage  Undetermined  U_2 : Non-outage  Outage  Undetermined 						

[0111]

[0113]

[0114]

[0115]

[0116]

[0117]

[0118]

[0119]

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 기지국의 블록 구조를 도시한 도면이다.

도 5를 참고하면, 510에서, 기지국(401)은 복수의 사용자 단말들(402, 403) 각각으로 전송하고자 하는 소스 신호(source information)를 대상으로 전송을 위한 전처리를 수행할 수 있다.

520에서, 기지국(401)은 전처리된 신호를 대상으로 에러 코딩(error coding) 및 채널 코딩(channel coding)을 수행할 수 있다. 예컨대, 컨벌루션 코딩, 블록 코딩 등의 에러 코딩 및 채널 코딩을 수행할 수 있다.

530에서, 기지국(401)은 채널 코딩된 신호를 대상으로 변조를 수행할 수 있다. 예컨대, QPSK, 16-QAM 등의 변조를 수행할 수 있다.

540 단계에서, 기지국(401)은 변조된 신호를 대상으로 전력 도메인(power-domain)에서 중첩 신호(superposition signal)로 구성한 이후, 550에서, RF 처리(frequency up-conversion and RF processing) 후 안테나를 통해 브로드캐스트할 수 있다.

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 실시예를 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.

이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가

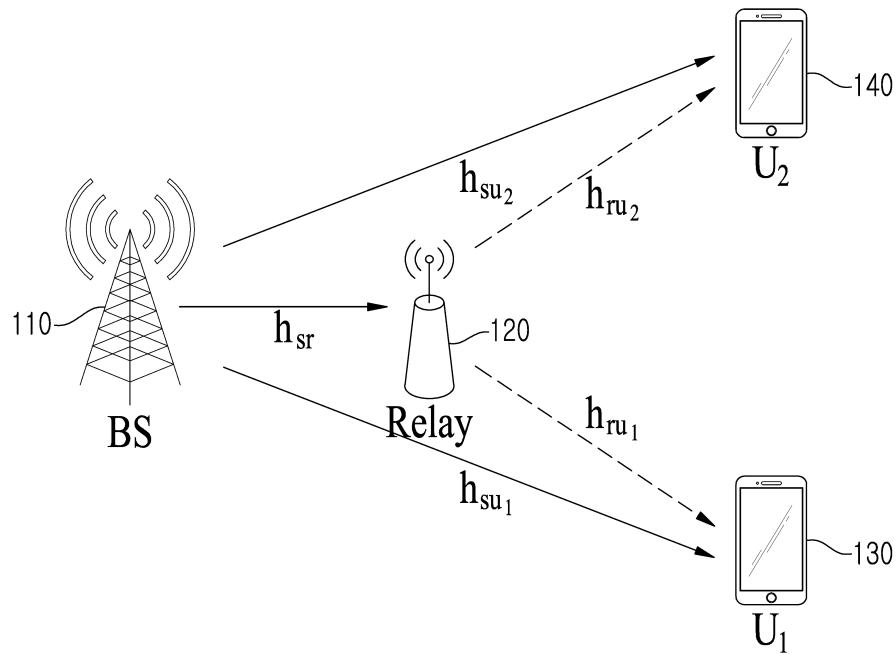
진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0120]

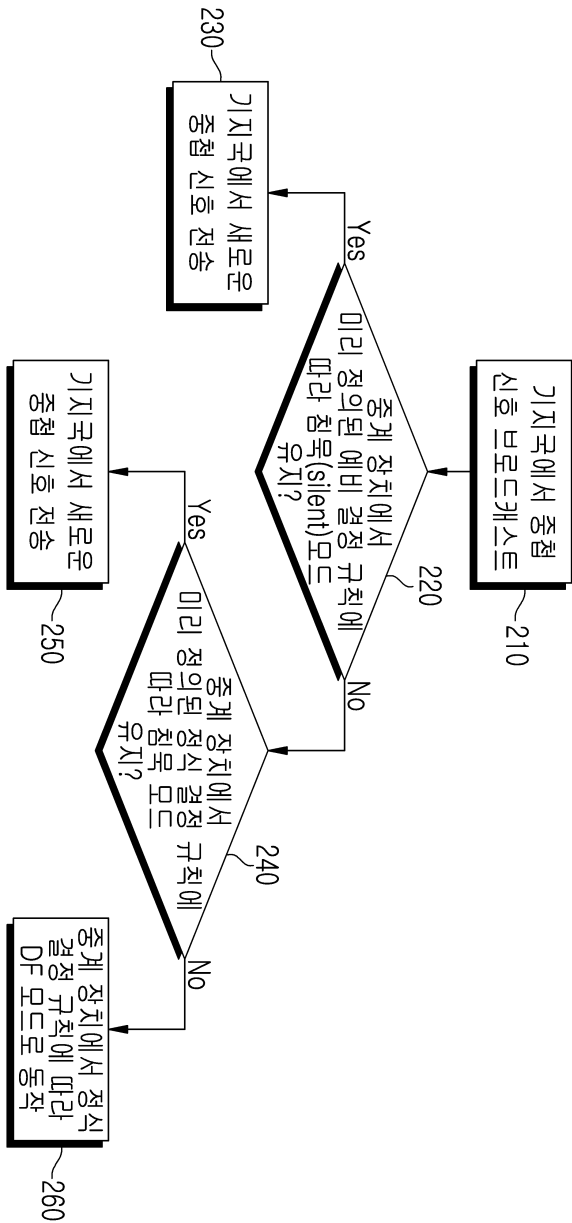
그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

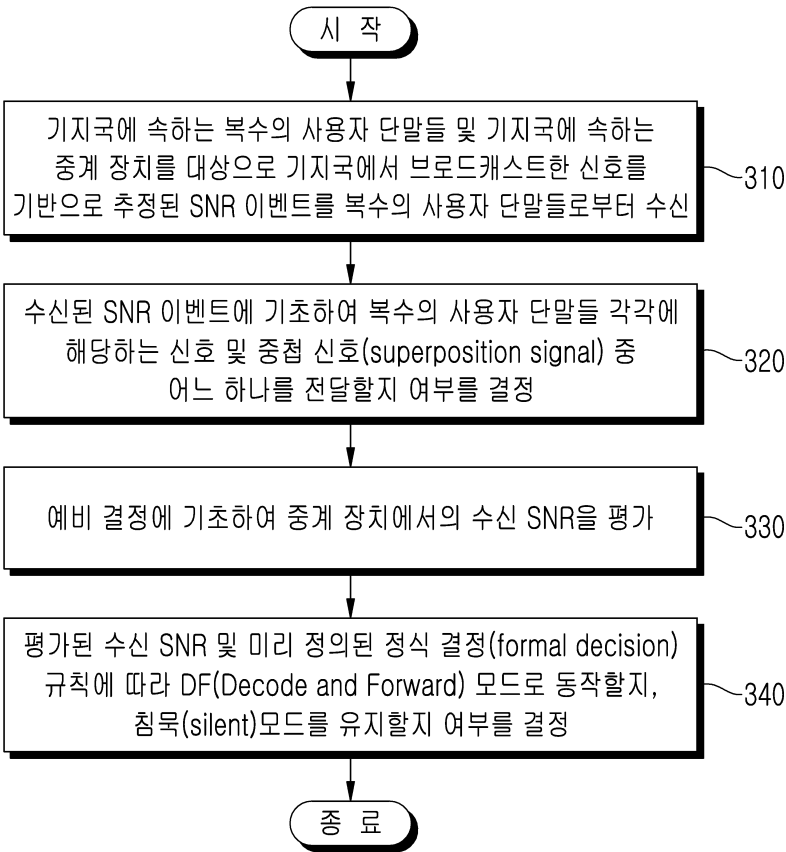
도면1



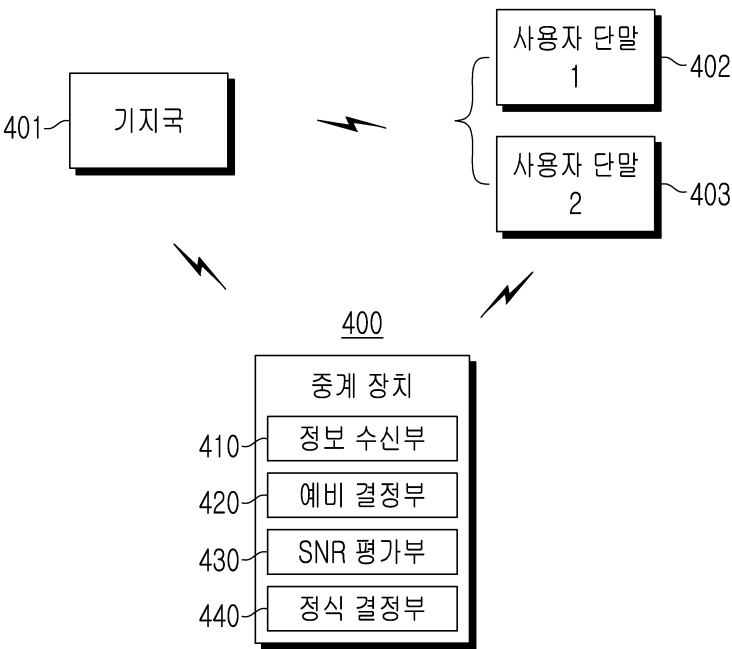
도면2



도면3



도면4



도면5

