



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월09일
(11) 등록번호 10-1694066
(24) 등록일자 2017년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/02 (2006.01) H04B 7/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/026 (2013.01)
H04B 7/0667 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0144107
(22) 출원일자 2015년10월15일
심사청구일자 2015년10월15일
(56) 선행기술조사문헌
KR101478469 B1*
KR101552442 B1*
KR1020090039573 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
송형규
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17 320동 303호
(서현동, 시범단지한양아파트)
김명진
경기도 김포시 통진읍 김포대로 1991, 103동 140
1호 (백석마을신일해피트리아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 신상길

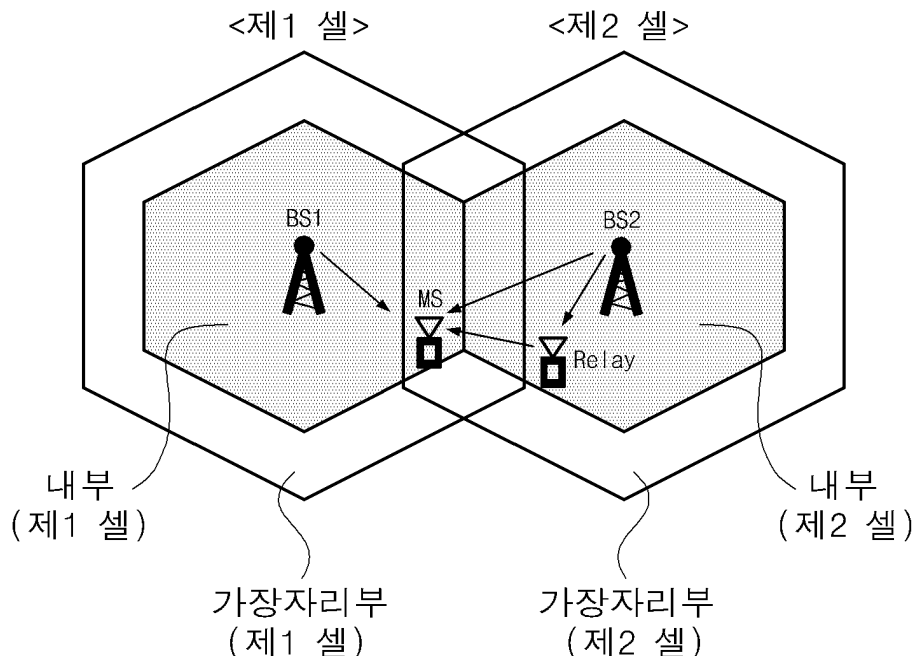
(54) 발명의 명칭 프리 코딩을 통한 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법

(57) 요약

본 발명은 프리 코딩을 통한 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 제1 셀 내의 제1 기지국, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 있어서, 상기 제1 및 제2 기지국은 상기 제1 및 제2 셀에 대한 이동 단말의 위치를 SNR 값

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



을 기반으로 판단하는 단계와, 상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 내부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리 부 영역에 위치하는 경우, 제1 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 제1 신호를 프리 코딩(Pre-coding)한 신호를 상기 이동 단말로 전송하고, 상기 제2 기지국은 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 브로드캐스팅하는 단계, 및 제2 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 상기 제1 신호를 프리 코딩한 신호를 상기 이동 단말로 한번 더 전송하고, 상기 제2 기지국은 상기 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 한번 더 브로드캐스팅하며, 상기 중계 단말은 직전 타임 슬롯에 수신한 상기 제2 신호를 복조 후 상기 이동 단말에 재전송하는 단계를 포함하는 협력 통신 방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, 셀의 경계에 위치한 이동 단말에 대하여 두 개의 기지국에서 각각 프리 코딩 기법과 협력 통신 기법을 사용하여 신호를 전송함에 따라 시스템의 신뢰성을 높이고 이동 단말의 BER 성능과 전송률을 향상시킬 수 있다.

(72) 발명자

안영섭

인천광역시 남동구 인주대로662번길 32, 4동 511호
(구월동, 팬더아파트)

배진수

서울특별시 강남구 압구정로29길 57, 206동 1304호
(압구정동, 현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711016865

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업(핵심)

연구과제명 고속 주행 환경에서 무선 인지 지능형 차량 협력 통신 기술개발(2차년도)

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2014.12.01 ~ 2015.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

제1 셀 내의 제1 기지국, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 있어서,

상기 제1 및 제2 기지국은 상기 제1 및 제2 셀에 대한 이동 단말의 위치를 SNR 값을 기반으로 판단하는 단계;

상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 내부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하는 경우, 제1 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 제1 신호를 프리 코딩(Pre-coding)한 신호를 상기 이동 단말로 전송하고, 상기 제2 기지국은 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 브로드캐스팅하는 단계; 및

제2 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 상기 제1 신호를 프리 코딩한 신호를 상기 이동 단말로 한번 더 전송하고, 상기 제2 기지국은 상기 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 한번 더 브로드캐스팅하며, 상기 중계 단말은 직전 타임 슬롯에 수신한 상기 제2 신호를 복조 후 상기 이동 단말에 재전송하는 단계를 포함하며,

상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 내부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하면, 상기 제1 타임 슬롯 이전에, 상기 제1 기지국은 상기 이동 단말에 전송할 상기 제1 및 제2 신호를 포함하는 협력 통신 요청 정보를 상기 제2 기지국에 전송하여 상기 제1 및 제2 신호를 공유하는 협력 통신 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 및 제2 타임 슬롯에 상기 이동 단말이 각각 수신한 신호는 아래의 수학적식으로 정의되는 협력 통신 방법:

$$\begin{aligned} z_1 &= p_1 h_{1,1} x_1 + h_{1,2} x_2 \\ z_2 &= p_2 h_{2,1} x_1 + h_{2,2} x_2 + h_{2,3} x_2 \end{aligned}$$

여기서, x_1 및 x_2 는 상기 제1 신호 및 상기 제2 신호, p_i 는 i 번째 타임 슬롯에서 각각 상기 제1 신호(x_1)에 적용된 프리 코딩 값, $h_{i,1}$ 은 i 번째 타임 슬롯에서 상기 제1 기지국과 상기 이동 단말 사이의 채널, $h_{i,2}$ 는 i 번째 타임 슬롯에서 상기 제2 기지국과 상기 이동 단말 사이의 채널, $h_{2,3}$ 은 상기 제2 타임 슬롯에서 상기 중계 단말과 상기 이동 단말 사이의 채널을 의미한다.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1 셀 내의 제1 기지국, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템에 있어서,

상기 제1 및 제2 기지국은 상기 제1 및 제2 셀에 대한 이동 단말의 위치를 SNR 값을 기반으로 판단하며, 상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 내부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하는 경우, 상기 제1 기지국은 상기 제2 기지국과 협력하여 상기 이동 단말에 신호를 전송하되,

상기 제1 기지국은 제1 타임 슬롯 동안 제1 신호를 프리 코딩(Pre-coding)한 신호를 상기 이동 단말로 전송하고 제2 타임 슬롯 동안 상기 제1 신호를 프리 코딩한 신호를 상기 이동 단말로 한번 더 전송하며,

상기 제2 기지국은 제1 타임 슬롯 동안 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 브로드캐스팅하고 제2 타임 슬롯 동안 상기 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 한번 더 브로드캐스팅하며,

상기 중계 단말은 제2 타임 슬롯 동안 직전 타임 슬롯에 수신한 상기 제2 신호를 복조 후 상기 이동 단말에 재

전송하며,

상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 내부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하면, 상기 제1 타임 슬롯 이전에, 상기 제1 기지국은 상기 이동 단말에 전송할 상기 제1 및 제2 신호를 포함하는 협력 통신 요청 정보를 상기 제2 기지국에 전송하여 상기 제1 및 제2 신호를 공유하는 협력 통신 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제1 및 제2 타임 슬롯에 상기 이동 단말이 각각 수신한 신호는 아래의 수학적식으로 정의되는 협력 통신 시스템:

$$\begin{aligned} z_1 &= p_1 h_{1,1} x_1 + h_{1,2} x_2 \\ z_2 &= p_2 h_{2,1} x_1 + h_{2,2} x_2 + h_{2,3} x_2 \end{aligned}$$

여기서, x_1 및 x_2 는 상기 제1 신호 및 상기 제2 신호, p_i 는 i 번째 타임 슬롯에서 각각 상기 제1 신호(x_1)에 적용된 프리 코딩 값, $h_{i,1}$ 은 i 번째 타임 슬롯에서 상기 제1 기지국과 상기 이동 단말 사이의 채널, $h_{i,2}$ 는 i 번째 타임 슬롯에서 상기 제2 기지국과 상기 이동 단말 사이의 채널, $h_{2,3}$ 은 상기 제2 타임 슬롯에서 상기 중계 단말과 상기 이동 단말 사이의 채널을 의미한다.

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 프리 코딩을 통한 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 무선 통신 시스템에서 셀 경계에 위치하는 이동 단말에 의해 저하되는 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 통신 시스템에서는 보다 향상된 전송률(Throughput), 낮은 에러율, 그리고 효율적인 대역폭 사용과 적은 전력 자원의 사용이 요구된다. 일반적으로 MIMO(Multi-Input Multi-Output) 시스템은 다중의 안테나를 사용하여 높은 데이터 전송 속도와 신뢰성을 제공한다. 다중의 송신 안테나들이 동일한 신호를 전송할 경우 다이버시티 이득(Diversity Gain)을 얻어 신뢰성을 향상시킬 수 있고, 다른 신호를 전송할 경우 데이터 전송 속도를 높일 수 있다.

[0003] 이와 같이 MIMO-OFDM 시스템은 추가적인 대역폭이나 전력 사용 없이 높은 전송률 또는 높은 BER 성능을 제공할 수 있는 반면, 다중 안테나의 사용으로 인하여 단말의 크기, 가격 등의 한계점이 존재한다.

[0004] 이러한 한계를 극복하기 위한 방법으로 최근에는 협력 통신이 제안되었다. 협력 통신은 단말들이 서로의 안테나를 공유하여 가상의 MIMO 시스템을 구현하는 통신 기법으로서, 여러 개의 안테나를 추가로 설치하는 대신 다른 사용자 단말을 릴레이(relay)로 활용하여 신호를 송수신할 수 있다. 수신 단말은 기지국으로부터 직접 소스 신호를 받는 것과 함께 릴레이를 통하여 동일한 소스 신호를 추가로 받을 수 있기 때문에 다이버시티 이득(Diversity Gain)을 얻을 수 있다.

[0005] 이와 같이 협력 통신 시스템은 다른 단말들의 안테나를 공유하는 방식이기 때문에 추가적인 비용과 장비 없이도 MIMO 시스템의 장점을 얻어 신뢰성이 높은 통신이 가능함녀서도 MIMO 시스템의 한계점을 극복할 수 있다.

[0006] 협력 통신에서 릴레이가 수신 단말에게 신호를 전달하는 기법으로, AF(Amplify and Forward) 기법과 DF(Decoded and Forward) 기법이 존재한다. AF 기법은 릴레이가 수신한 소스 신호를 증폭하여 수신 단말에게 전달하는 방법으로서, 증폭 이외의 과정이 없어 간단한 반면 증폭 과정에서 잡음 등과 같은 원하지 않는 신호까지 함께 증폭되어 수신 단말에 에러를 유발할 수 있다.

[0007] DF 기법은 릴레이가 수신한 소스 신호를 복조 후 다시 송신 신호로 생성하여 수신 단말에게 전달하는 방법으로, 송신 단말과 릴레이 사이의 잡음을 제거하여 AF 기법보다 높은 신뢰성을 얻을 수 있는 반면 더욱 높은 복잡도를 가지는 단점이 있다.

[0008] 이러한 DF 기법을 사용하는 협력 통신 방법에서 기지국은 소스 신호를 릴레이와 수신 단말에 전송하고, 릴레이는 DF 과정에 의해 복조된 신호를 다시 변조하여 수신 단말로 재전송한다. 그런데, 이와 같은 기존의 협력 통신 방법은 사용자가 기지국과 같은 소스원에서 멀어질 경우 성능이 저하될 수 있는 단점이 있다.

[0009] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제1054077호(2011.08.03. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은, 무선 통신 시스템에서 셀 경계에 위치하는 이동 단말에 의해 저하되는 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 프리 코딩을 통한 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은, 제1 셀 내의 제1 기지국, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 있어서, 상기 제1 및 제2 기지국은 상기 제1 및 제2 셀에 대한 이동 단말의 위치를 SNR 값을 기반으로 판단하는 단계와, 상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 내부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하는 경우, 제1 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 제1 신호를 프리 코딩(Precoding)한 신호를 상기 이동 단말로 전송하고, 상기 제2 기지국은 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 브로드캐스팅하는 단계, 및 제2 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 상기 제1 신호를 프리 코딩한 신호를 상기 이동 단말로 한번 더 전송하고, 상기 제2 기지국은 상기 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 한번 더 브로드캐스팅하며, 상기 중계 단말은 직전 타임 슬롯에 수신한 상기 제2 신호를 복조 후 상기 이동 단말에 재전송하는 단계를 포함하는 협력 통신 방법을 제공한다.

[0012] 또한, 상기 제1 및 제2 타임 슬롯에 상기 이동 단말이 각각 수신한 신호는 아래의 수학적식으로 정의될 수 있다.

$$\begin{aligned} z_1 &= p_1 h_{1,1} x_1 + h_{1,2} x_2 \\ z_2 &= p_2 h_{2,1} x_1 + h_{2,2} x_2 + h_{2,3} x_2 \end{aligned}$$

[0014] 여기서, x_1 및 x_2 는 상기 제1 신호 및 상기 제2 신호, p_i 는 i 번째 타임 슬롯에서 각각 상기 제1 신호(x_1)에 적용된 프리 코딩 값, $h_{i,1}$ 은 i 번째 타임 슬롯에서 상기 제1 기지국과 상기 이동 단말 사이의 채널, $h_{i,2}$ 는 i 번째 타임 슬롯에서 상기 제2 기지국과 상기 이동 단말 사이의 채널, $h_{2,3}$ 은 상기 제2 타임 슬롯에서 상기 중계 단말과 상기 이동 단말 사이의 채널을 의미한다.

[0015] 또한, 상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 내부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하면, 상기 제1 타임 슬롯 이전에, 상기 제1 기지국은 상기 이동 단말에 전송할 상기 제1 및 제2 신호를 포함하는 협력 통신 요청 정보를 상기 제2 기지국에 전송하여 상기 제1 및 제2 신호를 공유할 수 있다.

[0016] 그리고, 본 발명은, 제1 셀 내의 제1 기지국, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템에 있어서, 상기 제1 및 제2 기지국은 상기 제1 및 제2 셀에 대한 이동 단말의 위치를 SNR 값을 기반으로 판단하며, 상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 내부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하는 경우, 상기 제1 기지국은 상기 제2 기지국과 협력하여 상기 이동 단말에 신호를 전송하되, 상기 제1 기지국은 제1 타임 슬롯 동안 제1 신호를 프리 코딩(Precoding)한 신호를 상기 이동 단말로 전송하고 제2 타임 슬롯 동안 상기 제1 신호를 프리 코딩한 신호를 상기 이동 단말로 한번 더 전송하며, 상기 제2 기지국은 제1 타임 슬롯 동안 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 브로드캐스팅하고 제2 타임 슬롯 동안 상기 제2 신호를 상기 이동 단말과 상기 중계 단말로 한번 더 브로드캐스팅하며, 상기 중계 단말은 제2 타임 슬롯 동안 직전 타임 슬롯에 수신한 상기 제2 신호를 복조 후 상기 이동 단말에 재전송하는 협력 통신 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 프리 코딩을 통한 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 따르면, 셀의 경계에 위치한 이동 단말에 대하여 두 개의 기지국에서 각각 프리 코딩 기법과 협력 통신 기법을 사용하여 신호를 전송함에 따라 시스템의 신뢰성을 높이고 셀 경계에 위치하는 이동 단말의 BER 성능과 전송률을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 일반적인 협력 통신 시스템 모델을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 나타낸 도면이다.

도 3은 도 2에 도시된 각 기지국과 중계 단말에서의 각 타임 슬롯에 따른 송신 심볼의 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 기법과 기존 기법 간의 BER 성능을 비교한 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 기법과 기존 기법 간의 전송률 성능을 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0020] 본 발명은 프리 코딩을 통한 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것으로서, 무선 통신 시스템에서 이동 단말이 기존의 기지국의 셀 반경 가장자리에 위치할 때 저하되는 성능을 향상시키기 위하여 프리 코딩(Pre-coding) 기법과 협력 통신 기법을 사용하는 협력 통신 기법을 제안한다.

[0021] 이러한 본 발명은 셀의 경계에 위치한 이동 단말에 대하여 두 개의 기지국에서 각각 프리 코딩 기법과 협력 통신 기법을 사용하여 신호를 전송함에 따라 높은 신뢰성을 얻을 수 있다.

[0022] 도 1은 일반적인 협력 통신 시스템 모델을 나타낸 도면이다. 제1 기지국(BS1)의 제1 셀 영역과 제2 기지국(BS2)의 제2 셀 영역은 각 기지국을 중심으로 육각형의 영역으로 나타내어진다. 각 셀의 안쪽에 있는 음영 영역은 채널 추정이 비교적 정확하여 신뢰성 있는 통신이 가능한 셀 내부 영역을 의미하고, 음영 처리되지 않은 영역은 셀 경계에 해당하는 셀 가장자리부 영역을 의미한다.

[0023] 이러한 도 1은 이동 단말(MS)이 두 기지국(BS1,BS2)으로부터 신호를 받으려 할 경우 이동 단말(MS)이 제1 기지국(BS1)의 셀 내부 영역에 위치함과 동시에 제2 기지국(BS2)의 셀 가장자리부 영역에 위치한 경우를 가정한 것이다.

[0024] 이때, 이동 단말(MS)은 제1 기지국(BS1)의 셀 내부에 위치하므로 제1 기지국(BS1)으로부터 전송된 신호의 신뢰성을 높일 수는 있지만, 제2 기지국(BS2)의 입장에서 이동 단말(MS)이 셀 가장자리부에 위치하기 때문에 시스템의 전체 성능이 하락하게 된다.

[0025] 이동 단말(MS)의 위치에 의해 감소되는 통신 성능을 높이기 위하여, 본 발명의 실시예의 경우 정확한 채널 추정이 가능한 제1 기지국(BS1)은 프리 코딩 기법을 적용한 신호를 전송하고, 제2 기지국(BS2)은 셀 내부에 중계 단말(Relay)을 추가하여 협력 통신 기법을 적용한 신호를 전송한다.

[0026] 프리 코딩 기법은 다중 단말 시스템에서 단말들 간의 간섭을 제거하기 위한 방법으로서, 송신 단말이 채널의 정보를 사전에 알고 있을 경우 코딩된 정보를 송신함에 따라 채널에 의한 효과를 상쇄시켜 수신 단말의 복잡도를 줄이고 신뢰성을 높일 수 있는 기법이다.

[0027] 본 발명의 실시예는 두 기지국 중에서 이동 단말과 가까운 기지국은 프리 코딩된 신호를 송신하고 먼 기지국은 릴레이를 사용하여 신호를 송신함에 따라 셀 경계에 위치한 이동 단말의 비트 오류 확률과 전송률 성능을 향상시킬 수 있으며 전체 시스템의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0028] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 나타낸 도면이다. 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템은 제1 셀 내의 제1 기지국(BS1), 제2 셀 내의 제2 기지국(BS2)과 중계 단말(Relay), 그리고 이동 단말(MS)을 포함한다.

[0029] 제1 및 제2 기지국(BS1,BS2)은 각각 셀 내부의 채널 추정이 정확하여 완벽한 채널 상태 정보를 가지고 있으며 중계 단말(Relay) 또한 채널 상태 정보를 가지고 있는 것으로 가정한다.

- [0030] 본 발명의 실시예에서 제1 기지국(BS1)과 제2 기지국(BS2)은 서로의 정보를 공유할 수 있다. 또한, 제1 기지국(BS1)은 채널의 상태를 모두 알고 있다는 가정에 의해 채널에 의한 효과를 완벽히 상쇄시켜 주는 프리 코딩(pre-coding)이 가능하다. 중계 단말(Relay)은 제2 기지국(BS2)에서 수신한 신호를 복조한 후에 다시 변조하여 이동 단말(MS)에 재전송하는 DF Relaying 기법을 사용한다.
- [0031] 도 2의 경우 이동 단말(MS)은 제1 셀의 내부 영역에 있으면서 인접한 제2 셀의 가장자리부 영역에도 위치한 경우로서 이동 단말(MS)이 제1 셀 내의 제1 기지국(BS1)으로부터 다소 떨어진 경우에 해당한다.
- [0032] 일반적으로 OFDM 기반의 무선 통신 시스템에서는 이동 단말이 기지국에서 멀어질수록 시스템의 성능이 감소한다. 따라서 이동 단말이 두 기지국으로부터 신호를 수신할 경우 단말과 더 멀리 떨어진 기지국의 신호에 의하여 전체 시스템의 성능이 감소한다.
- [0033] 본 발명의 실시예는 다이버시티 이득과 낮은 비트 오류 확률 성능을 얻기 위하여, 채널 추정이 가능한 가까운 기지국에서는 프리 코딩 기법을 적용하고 먼 기지국에서는 릴레이를 추가하여 협력 통신 기법을 적용하는 방법을 사용한다.
- [0034] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관하여 더욱 상세히 설명한다.
- [0035] 먼저, 각 기지국(BS1,BS2)은 자신의 셀에 대한 이동 단말(MS)의 위치를 신호대 잡음비(SNR) 값을 기반으로 판단한다. 제1 기지국(BS1)은 제1 셀에 대한 이동 단말(MS)의 위치를 판단하고, 제2 기지국(BS2)은 제2 셀에 대한 이동 단말(MS)의 위치를 판단한다. 여기서, 각 기지국(BS1,BS2)은 상술한 SNR 값 이외에도 RSSI 값(수신 신호 세기)을 기반으로 이동 단말(MS)의 위치를 판단할 수도 있다. 물론, 위치 판단에는 기 공지된 다양한 기법이 사용될 수 있다.
- [0036] 각각의 기지국(BS1,BS2)은 자신의 셀에 대한 이동 단말(MS)의 위치 정보를 백본망이나 서버 등을 활용하여 서로 공유할 수 있다. 이때, 각각의 기지국(BS1,BS2)은 이동 단말(MS)이 현재 셀의 내부에 있는지 혹은 가장자리부에 있는지의 여부를 공유할 수도 있다.
- [0037] 만일, 도 2와 같이, 이동 단말(MS)이 제1 셀의 내부 영역에 위치하면서 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하는 경우, 제1 기지국(BS1)은 제2 셀 내의 제2 기지국(BS2)과 함께 이동 단말(MS)에 신호를 전송한다. 이를 위해, 제1 기지국(BS1)은 이동 단말(MS)에 전송할 신호를 사전에 제2 기지국(BS2)으로 제공하여 전송할 신호 정보를 미리 공유할 수 있다.
- [0038] 본 실시예에 따른 협력 통신 기법에서 제1 및 제2 기지국(BS1,BS2)은 두 개의 타임 슬롯 동안 두 개의 신호(x_1, x_2)를 전송한다. 여기서, 첫 번째 타임 슬롯 이전에, 제1 기지국(BS1)은 제1 및 제2 신호(x_1, x_2)를 포함하는 협력 통신 요청 정보를 제2 기지국(BS2)으로 미리 제공하여 제1 및 제2 신호를 제2 기지국(BS2)과 공유할 수 있다.
- [0039] 이하에서는 각 타임 슬롯에서 이루어지는 협력 통신 방법을 더욱 구체적으로 설명한다. 도 3은 도 2에 도시된 각 기지국과 중계 단말에서의 각 타임 슬롯에 따른 송신 심볼의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0040] 도 2 및 도 3을 참조하면, 먼저 제1 타임 슬롯(t_1) 동안, 제1 기지국(BS1)은 제1 신호(x_1)를 프리 코딩(Precoding)한 신호(p_1x_1)를 이동 단말(MS)로 전송하고, 제2 기지국(BS2)은 제2 신호(x_2)를 이동 단말(MS)과 중계 단말(Relay)로 브로드캐스팅한다.
- [0041] 이에 따라, 제1 타임 슬롯(t_1) 동안 이동 단말(MS)은 프리 코딩된 제1 신호(p_1x_1)와 제2 신호(x_2)를 포함한 두 개의 신호를 수신하게 되고, 중계 단말(Relay)은 제2 신호(x_2)를 수신한다. 여기서 p_1 은 제1 타임 슬롯에 제1 신호(x_1)에 적용된 프리 코딩 값을 나타낸다.
- [0042] 다음, 제2 타임 슬롯 동안(t_2), 제1 기지국(BS1)은 제1 신호를 프리 코딩한 신호(p_2x_1)를 이동 단말(MS)로 한번 더 전송하고, 제2 기지국(BS2)은 제2 신호(x_2)를 이동 단말(MS)과 중계 단말(Relay)로 한번 더 브로드캐스팅하며, 중계 단말(Relay)은 직전 타임 슬롯(t_1)에 수신한 제2 신호(x_2)를 복조 후 이동 단말(MS)에 재전송한다. p_2 는 제2 타임 슬롯에 제1 신호(x_1)에 적용된 프리 코딩 값이다.

[0043] 이에 따라, 제2 타임 슬롯(t2)에서 이동 단말(MS)은 프리 코딩된 제1 신호(p_2x_1)와 제2 신호(x_2)를 각 기지국(BS1,BS2)으로부터 수신함과 동시에, 중계 단말(Relay)로부터 재전송된 제2 신호(x_2)를 추가적으로 수신한다. 따라서, 이동 단말(MS)은 제2 타임 슬롯(t2)에서 총 세 개의 신호를 수신한다.

[0044] 이상과 같이 본 발명의 실시예는 각 기지국이 하나의 타임 슬롯 동안 하나의 심볼을 전송하며 제1 기지국(BS1)과 제2 기지국이 각각 제1 신호(x_1)와 제2 신호(x_2)를 전송하는 것을 알 수 있다. 중계 단말(Relay)은 제2 기지국(BS2)으로부터 수신한 신호를 다음 타임 슬롯에 이동 단말(MS)에게 재전송한다. 따라서, 이동 단말(MS)은 첫 번째 타임 슬롯 때 제1 및 제2 기지국(BS1,BS2)으로부터 신호를 수신받고, 다음 타임 슬롯에는 중계 단말(Relay)의 신호를 추가하여 세 개의 신호를 수신받게 된다.

[0045] 이와 같은 본 발명의 실시예는 두 개의 기지국(BS1,BS2)을 사용하여 두 개의 OFDM 심볼을 두 개의 타임 슬롯 동안 전송할 수 있다. 또한 이후에 전송할 다음 두 신호에 대해서도 다음 두 타임 슬롯을 이용하여 앞서와 동일한 방법을 사용하면 된다.

[0046] 수학식 1은 이동 단말(MS)이 수신한 신호를 벡터 Y로 표현한 것이다. Y는 수신된 신호의 벡터, H는 채널 벡터, X는 송신 신호 벡터, n은 잡음 벡터이다.

수학식 1

[0047]
$$Y = HX + n$$

[0048] 수학식 2는 이동 단말(MS)이 제1 및 제2 타임 슬롯에 각각 수신한 신호를 수식으로 표현한 것이다. 식의 단순화를 위하여 잡음 신호는 생략하여 표현하고 있다,

수학식 2

[0049]
$$\begin{aligned} z_1 &= p_1h_{1,1}x_1 + h_{1,2}x_2 \\ z_2 &= p_2h_{2,1}x_1 + h_{2,2}x_2 + h_{2,3}x_2 \end{aligned}$$

[0050] 수학식 2에서 z_1 은 제1 타임 슬롯에 수신한 신호, z_2 는 제2 타임 슬롯에 수신한 신호, p_i 는 i번째 타임 슬롯에서 각각 상기 제1 신호(x_1)에 적용된 프리 코딩 값을 의미한다. 여기서, 각 타임 슬롯에 사용된 프리 코딩 값은 p_1 과 p_2 로 구분하고 있으나 서로 동일한 값($p_1=p_2=p$)을 사용할 수도 있다.

[0051] 또한, 수학식 2에서 $h_{i,1}$ 은 i번째 타임 슬롯에서 제1 기지국(BS1)과 이동 단말(MS) 사이의 채널, $h_{i,2}$ 는 i번째 타임 슬롯에서 제2 기지국(BS2)과 이동 단말(MS) 사이의 채널, $h_{2,3}$ 은 제2 타임 슬롯에서 중계 단말(Relay)과 이동 단말(MS) 사이의 채널을 의미한다.

[0052] 이동 단말(MS)은 수신된 신호들을 복조하기 위하여 MMSE(Minimum Mean Square Error) 검출 기법을 사용할 수 있다. 아래의 수학식 3은 MMSE 기법을 이용한 검출 식을 나타낸다.

수학식 3

[0053]
$$G_{mmse} = \text{inv}(H^H H + \sigma^2 I) H^H$$

[0054] 수학식 3은 MMSE 기법을 위한 Pseudo 역행렬을 나타내며, $\text{inv}()$ 연산은 역행렬, $()^H$ 은 Hermitian 행렬, σ^2 은 노이즈 분산, I는 단위 행렬을 의미한다.

[0055] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 협력 전송 기법에 대한 모의 시뮬레이션 결과를 설명한다. 시뮬레이션 조

건으로서 변조 방식은 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 방식, Fast Fourier Transform는 128, 보호 구간의 길이는 32이다. 송신 신호는 컨볼루션 코드에 의하여 부호화되었으며 부호율은 1/2, 구속장의 길이는 3이다. 또한, 7-path Rayleigh 채널이 적용되었고, AWGN(Additive White Gaussian Noise)이 추가된다.

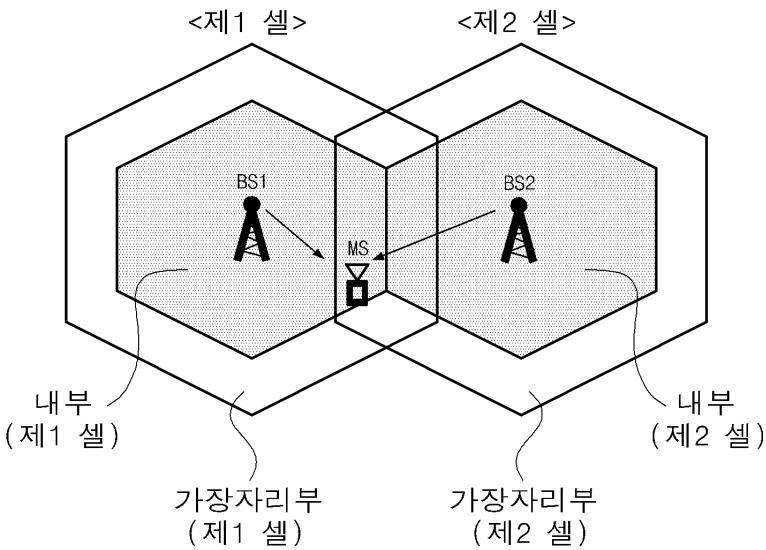
- [0056] 일반적으로 기지국과의 거리에 비례하여 신호가 약해지고 성능이 저하된다. 제2 기지국(BS2)이 거리상 이동 단말(MS)로부터 더 멀리 위치하고 있기 때문에, 제2 기지국(BS2)에서 이동 단말(MS)로 전송되는 신호는 제1 기지국(BS1)에서 이동 단말(MS)로 전송되는 신호보다 3dB 손실이 있다고 가정되었다. 시뮬레이션 결과는 신호대 잡음비의 변화에 따른 비트 에러 확률 성능과 전송률 성능으로 나타내었다.
- [0057] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 기법과 기존 기법 간의 BER 성능을 비교한 그래프이다. 이러한 도 4는 프리 코딩 기법과 협력 통신 기법이 모두 적용되지 않은 경우, 두 기법 중 한 가지 기법만 적용된 경우들, 두 기법 모두 적용된 경우를 포함한 총 4가지 경우의 성능 결과를 보여준다.
- [0058] 두 기법이 적용되지 않은 기존의 통신 방식의 성능은 매우 낮다는 것을 확인 할 수 있으며, pre-coding 기법과 협력 통신 기법이 추가될수록 시스템의 성능이 높아지는 것을 확인할 수 있다. 또한 두 기법이 모두 적용된 제안된 발명의 경우가 가장 높은 성능을 보여 주고 있다.
- [0059] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 기법과 기존 기법 간의 전송률 성능을 비교한 그래프이다. 이러한 도 5는 전송률 측면에서 각 경우들의 성능을 확인할 수 있다. 전송률은 $(1 - BER) \times N_{bit}$ 로 계산된다. 여기서 N_{bit} 는 전송되는 심볼의 bit 개수를 나타낸다. 도 4에서와 마찬가지로 전송률 성능에서도 제안된 발명의 경우가 가장 좋은 성능을 얻을 수 있으며, 이는 20dB 이하의 낮은 신호 대 잡음비에서 두드러지게 나타나는 것을 알 수 있다.
- [0060] 이러한 도 4와 도 5의 결과로부터 본 발명의 실시예에 따른 기법이 기존의 기법보다 BER과 Throughput 측면에서 모두 우수한 성능을 나타내는 것을 알 수 있다.
- [0061] 이상과 같은 본 발명에 따른 프리 코딩을 통한 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 따르면, 셀의 경계에 위치한 이동 단말에 대하여 두 개의 기지국에서 각각 프리 코딩 기법과 협력 통신 기법을 사용하여 신호를 전송함에 따라 시스템의 신뢰성을 높이고 셀 경계에 위치하는 이동 단말의 BER 성능과 전송률을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.
- [0062] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

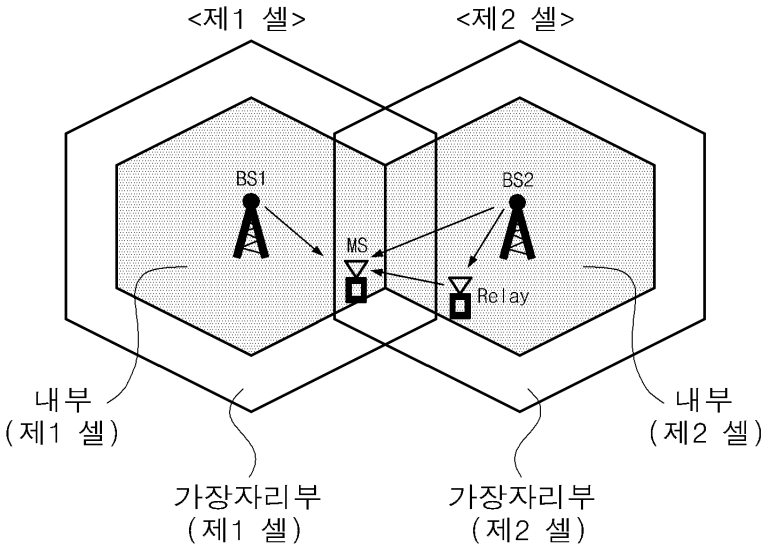
- [0063] BS1: 제1 기지국 BS2: 제2 기지국
Relay: 제1 중계 단말 MS: 이동 단말

도면

도면1



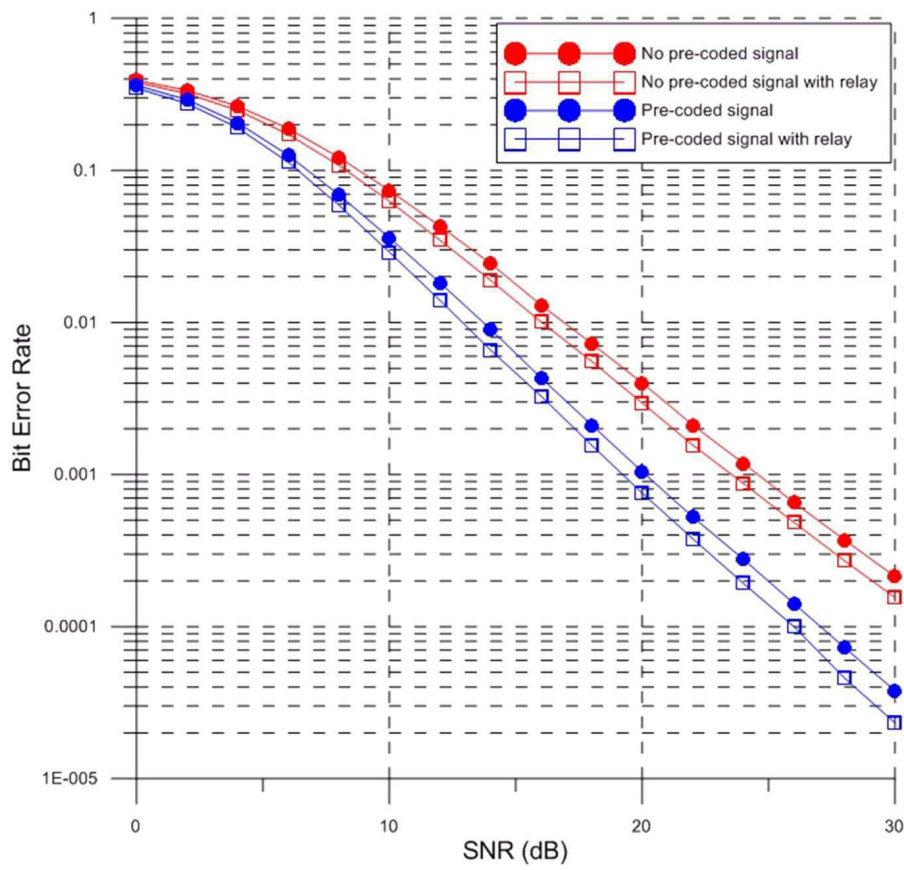
도면2



도면3

	BS1	BS2	Relay
t1	p_1x_1	x_2	
t2	p_2x_1	x_2	x_2

도면4



도면5

