(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월09일
(11) 등록번호 10-1694065
(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 7/0669 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0142923
(22) 출원일자 2015년10월13일
심사청구일자 2015년10월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR101478469 B1*
KR101552442 B1*
KR1020120048325 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)
권빛나
서울특별시 송파구 오금로20길 14, 나동 501호 (송파동, 오페라하우스)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 신상길

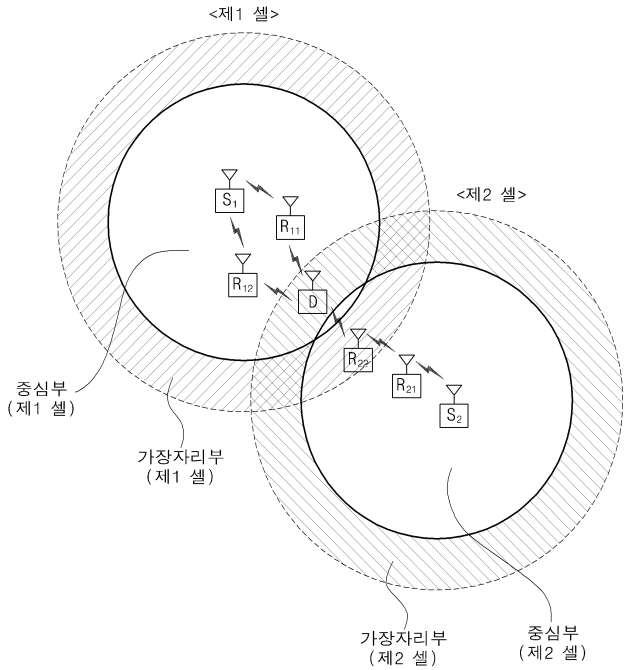
(54) 발명의 명칭 **인접 기지국을 활용하는 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법**

(57) 요 약

본 발명은 제1 셀 내의 제1 기지국과 제1 및 제2 중계 단말, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 제3 및 제4 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 제1 및 제2 기지국은 제1 및 제2 셀에 대한 이동 단말의 위치를 SNR 값을 기반으로 판단하는 단계와, 이동 단말이 제1 셀의 중심

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



부 영역에 위치하면서 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하면, 제1 타임 슬롯 동안, 제1 기지국은 각 중계 단말로 제1 신호를 전송하고 제2 기지국은 제3 중계 단말로 제2 신호를 전송하는 단계와, 제2 타임 슬롯 동안, 제1 기지국은 각 중계 단말로 제2 신호를 전송하고 제2 기지국은 제3 중계 단말로 제1 신호를 전송하는 단계, 및 제3 및 제4 타임 슬롯 동안, 제1 및 제2 중계 단말은 제1 및 제2 신호로 구성한 STBC 신호를 이동 단말로 전송하는 단계를 포함하며, 제2 및 제3 타임 슬롯에서 제3 중계 단말은 직전 타임 슬롯에 수신한 신호를 순환 지연시켜 제4 중계 단말로 전송하고, 제3 및 제4 타임 슬롯에서 제4 중계 단말은 직전 타임 슬롯에 수신한 순환 지연된 신호를 이동 단말로 전송하는 협력 통신 방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, 기지국으로부터 사용자 단말이 멀어질 때 인접한 기지국의 신호를 추가적으로 활용함에 따라 다이버시티 이득과 향상된 BER 성능 및 전송률을 동시에 얻을 수 있는 이점이 있다.

(72) 발명자

양현지

서울특별시 구로구 구로동로43길 10, 102동 1401호 (구로동, 우리유앤미아파트)

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

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 셀 내의 제1 기지국과 제1 및 제2 중계 단말, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 제3 및 제4 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 중심부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하는 경우, 제1 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 상기 제1 및 제2 중계 단말로 제1 신호를 전송하고 상기 제2 기지국은 상기 제3 중계 단말로 제2 신호를 전송하는 단계;

제2 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 상기 제1 및 제2 중계 단말로 상기 제2 신호를 전송하고 상기 제2 기지국은 상기 제3 중계 단말로 상기 제1 신호를 전송하는 단계; 및

제3 및 제4 타임 슬롯 동안, 상기 제1 및 제2 중계 단말은 상기 제1 및 제2 신호로 구성한 STBC 신호를 상기 이동 단말로 전송하는 단계를 포함하며,

상기 제2 및 제3 타임 슬롯에서 상기 제3 중계 단말은 직전 타임 슬롯에 수신한 신호를 순환 지연시켜 상기 제4 중계 단말로 전송하고, 상기 제3 및 제4 타임 슬롯에서 상기 제4 중계 단말은 직전 타임 슬롯에 수신한 상기 순환 지연된 신호를 상기 이동 단말로 전송하며,

상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 중심부 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 제3 및 제4 타임 슬롯에 상기 이동 단말이 각각 수신한 신호는 아래의 수학식으로 정의되는 협력 통신 방법:

$$y_1 = h_{11}x_1 + h_{12}x_2 + h_{22}x_{2,\delta} + n_1$$
$$y_2 = -h_{11}x^*_2 + h_{12}x^*_1 + h_{22}x^*_{1,\delta} + n_2$$

여기서, h_{ij}는 R_{ij}와 상기 이동 단말 사이의 채널, R_{ij}는 i번째 셀 내의 j번째 중계 단말로서 상기 제1 내지 제4 중계 단말, n_1과 n_2는 y_1과 y_2에 각각 더해지는 잡음, x_1 및 x_2는 상기 제1 신호 및 상기 제2 신호, δ는 상기 순환 지연에 사용된 순환 지연 길이, *는 콘쥬게이트 연산을 나타낸다.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1 셀 내의 제1 기지국과 제1 및 제2 중계 단말, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 제3 및 제4 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 중심부 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 상기 제1 및 제2 중계 단말로 제1 신호를 전송하고 제2 타임 슬롯 동안

상기 제1 및 제2 중계 단말로 제2 신호를 전송하며, 상기 제2 기지국은 상기 제1 타임 슬롯 동안 상기 제3 중계 단말로 제2 신호를 전송하고 상기 제2 타임 슬롯 동안 상기 제3 중계 단말로 상기 제1 신호를 전송하며,

상기 제1 및 제2 중계 단말은 제3 및 제4 타임 슬롯 동안 상기 제1 및 제2 신호로 구성한 STBC 신호를 상기 이동 단말로 전송하며, 상기 제3 중계 단말은 상기 제2 및 제3 타임 슬롯에서 직전 타임 슬롯에 수신한 신호를 순환 지연시켜 상기 제4 중계 단말로 전송하며, 상기 제4 중계 단말은 상기 제3 및 제4 타임 슬롯에서 직전 타임 슬롯에 수신한 상기 순환 지연된 신호를 상기 이동 단말로 전송하며,

상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 중심부 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 제3 및 제4 타임 슬롯에 상기 이동 단말이 각각 수신한 신호는 아래의 수학식으로 정의되는 협력 통신 시스템:

$$y_1 = h_{11}x_1 + h_{12}x_2 + h_{22}x_{2,\delta} + n_1$$
$$y_2 = -h_{11}x^*_2 + h_{12}x^*_1 + h_{22}x^*_{1,\delta} + n_2$$

여기서, h_{ij}는 R_{ij}와 상기 이동 단말 사이의 채널, R_{ij}는 i번째 셀 내의 j번째 중계 단말로서 상기 제1 내지 제4 중계 단말, n_1과 n_2는 y_1과 y_2에 각각 더해지는 잡음, x_1 및 x_2는 상기 제1 신호 및 상기 제2 신호, δ는 상기 순환 지연에 사용된 순환 지연 길이, *는 콘쥬게이트 연산을 나타낸다.

청구항 6

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인접 기지국을 활용하는 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기지국이 사용자 단말로 신호를 전송할 때 인접 기지국과 협력하여 통신의 성능을 높일 수 있는 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[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 채널 용량 증가 및 다이버시티 이득(Diversity Gain) 등을 얻기 위한 방법으로 연구되어 왔다.

[0003] MIMO-OFDM 시스템은 추가적인 대역폭이나 전력 사용 없이 높은 전송률 또는 높은 BER 성능을 제공할 수 있다. 그러나, 다중 안테나의 사용에는 장비의 제한된 크기, 높은 가격, 그리고 하드웨어적인 제한 등의 문제가 있다.

[0004] 이러한 문제를 해결하는 방법으로 최근에는 협력 통신이 제안되었다. 협력 통신은 여러 개의 안테나를 추가로 설치하는 대신 다른 사용자 단말을 릴레이(relay)로 활용하여 신호를 송수신할 수 있기 때문에 가상의 MIMO 시스템을 형성한다. 이에 따라, 기존의 협력 통신 시스템에서는 사용자 단말이 기지국으로부터 직접 소스 신호를 받는 것과 함께 릴레이를 통하여 동일한 소스 신호를 추가로 받아서 다이버시티 이득(Diversity Gain)을 얻을 수 있다.

[0005] 그런데 협력 통신 시스템에서는 기존에 있던 다른 사용자 단말들을 릴레이로 사용하기 때문에 추가적인 비용이나 설치 없이도 더욱 향상된 성능을 얻고 효율적으로 자원을 사용할 수 있게 되었다. 이러한 협력 전송을 통해 다이버시티 이득을 얻어 사용자 단말은 보다 안정적인 통신을 할 수 있다.

[0006] 도 1은 일반적인 협력 전송 시스템 모델을 나타낸 도면이다. 일반적으로 협력 통신 시스템은 소스에 해당하는

기지국(S), 목적지에 해당하는 사용자 단말(D), 그리고 중계를 위한 적어도 하나의 릴레이(R)를 포함한다. 릴레이를 사용하면 통신 반경을 넓힐 수 있고 다이버시티 이득을 얻어 더욱 신뢰성 있는 통신이 가능하다.

[0007] 소스 S는 신호를 릴레이 R_i들과 사용자 단말 D에게 전달하고, 릴레이 R_i는 DF(Decode and Forward) 과정에 의해 복조된 신호를 다시 변조하여 사용자 단말 D로 재전송한다. 그런데, 이와 같은 기존의 협력 통신 방법은 사용자가 기지국과 같은 소스원에서 멀어질 경우 성능이 저하될 수 있는 단점이 있다.

[0008] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제1478469호(2014.12.31 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은, 사용자 단말이 기지국으로부터 멀어져 인접 기지국의 경계에 위치할 때 저하되는 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 인접 기지국을 활용하는 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은, 제1 셀 내의 제1 기지국과 제1 및 제2 중계 단말, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 제3 및 제4 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 중심부 영역에 위치하면서 상기 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치하는 경우, 제1 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 상기 제1 및 제2 중계 단말로 제1 신호를 전송하고 상기 제2 기지국은 상기 제3 중계 단말로 제2 신호를 전송하는 단계와, 제2 타임 슬롯 동안, 상기 제1 기지국은 상기 제1 및 제2 중계 단말로 상기 제2 신호를 전송하고 상기 제2 기지국은 상기 제3 중계 단말로 상기 제1 신호를 전송하는 단계, 및 제3 및 제4 타임 슬롯 동안, 상기 제1 및 제2 중계 단말은 상기 제1 및 제2 신호로 구성한 STBC 신호를 상기 이동 단말로 전송하는 단계를 포함하며, 상기 제2 및 제3 타임 슬롯에서 상기 제3 중계 단말은 직전 타임 슬롯에 수신한 신호를 순환 지연시켜 상기 제4 중계 단말로 전송하고, 상기 제3 및 제4 타임 슬롯에서 상기 제4 중계 단말은 직전 타임 슬롯에 수신한 상기 순환 지연된 신호를 상기 이동 단말로 전송하는 협력 통신 방법을 제공한다.

[0011] 또한, 상기 제3 및 제4 타임 슬롯에 상기 이동 단말이 각각 수신한 신호는 아래의 수학식으로 정의될 수 있다.

[0012]
$$y_1 = h_{11}x_1 + h_{12}x_2 + h_{22}x_{2,\delta} + n_1$$
$$y_2 = -h_{11}x^*{}_2 + h_{12}x^*{}_1 + h_{22}x^*{}_{1,\delta} + n_2$$

[0013] 여기서, h_{ij}는 R_{ij}와 상기 이동 단말 사이의 채널, R_{ij}는 i번째 셀 내의 j번째 중계 단말로서 상기 제1 내지 제4 중계 단말, n_1과 n_2는 y_1과 y_2에 각각 더해지는 잡음, x_1 및 x_2는 상기 제1 신호 및 상기 제2 신호, δ는 상기 순환 지연에 사용된 순환 지연 길이, *는 콘쥬게이트 연산을 나타낸다.

[0014] 또한, 상기 이동 단말이 상기 제1 셀의 중심부 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.

[0015] 그리고, 본 발명은, 제1 셀 내의 제1 기지국과 제1 및 제2 중계 단말, 그리고 제2 셀 내의 제2 기지국과 제3 및 제4 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 중심부 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 상기 제1 및 제2 중계 단말로 제1 신호를 전송하고 제2 타임 슬롯 동안 상기 제1 및 제2 중계 단말로 상기 제2 신호를 전송하며, 상기 제2 기지국은 상기 제1 타임 슬롯 동안 상기 제3 중계 단말로 제2 신호를 전송하고 상기 제2 타임 슬롯 동안 상기 제3 중계 단말로 상기 제1 신호를 전송하며, 상기 제1 및 제2 중계 단말은 제3 및 제4 타임 슬롯 동안 상기 제1 및 제2 신호로 구성한 STBC 신호를 상기 이동 단말로 전송하며, 상기 제3 중계 단말은 상기 제2 및 제3 타임 슬롯에서 직전 타임 슬롯에 수신한 신호를 순환 지연시켜 상기 제4 중계 단말로 전송하며, 상기 제4 중계 단말은 상기 제3 및 제4

타임 슬롯에서 직전 타임 슬롯에 수신한 상기 순환 지연된 신호를 상기 이동 단말로 전송하는 협력 통신 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따른 인접 기지국을 활용하는 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 따르면, 사용자 단말이 기지국으로부터 멀어져 인접 기지국의 경계에 위치할 때 인접 기지국의 신호를 추가적으로 활용하여 시스템의 성능을 향상시킬 수 있으며 다이버시티 이득과 향상된 BER 성능 및 전송률을 동시에 얻을 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 일반적인 협력 전송 시스템 모델을 나타낸 도면이다.

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

도 3은 도 2에 도시된 이동 단말과 제2 기지국 사이의 대략적인 거리를 나타낸 도면이다.

도 4는 도 2에 도시된 각 기지국과 중계 단말에서의 각 타임 슬롯에 따른 송신 심볼의 구성을 나타낸 도면이다.

도 5는 이동 단말의 위치에 따른 각 협력 전송 기법의 BER 성능을 비교한 그래프이다.

도 6은 이동 단말의 위치에 따른 각 협력 전송 기법의 Throughput 성능을 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0019] 본 발명은 인접 기지국을 활용하는 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것으로서, 릴레이(relay)를 이용하는 셀 기반의 통신에서 사용자 단말이 기지국으로부터 멀어질 때 인접 기지국의 신호를 추가적으로 활용하여 성능의 저하를 방지하고 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 협력 통신 기법을 제안한다.

[0020] 기존의 협력 전송에서 이동 단말은 하나의 기지국으로부터 릴레이를 이용하여 신호를 받는다. 이에 비해, 본 발명의 실시예에 따른 협력 전송 기법에서는 인접 셀 내에 존재하는 두 개의 릴레이를 각각 활용하여 인접 기지국의 신호까지 받을 수 있다.

[0021] 일반적으로 이동 단말이 기지국으로부터 멀어져 인접 셀의 경계에 위치하게 되면 상대적으로 통신 성능의 저하가 발생하지만, 본 발명의 실시예는 인접 셀 내의 두 릴레이를 통하여 인접 기지국의 신호를 추가적으로 수신하여 시스템의 성능을 향상시킨다. 즉, 본 발명의 실시예는 기지국에서 멀어지는 이동 단말이 주위의 기지국 신호까지 수신받는 방법으로 성능을 향상시킨다.

[0022] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 나타낸 도면이다. 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템은 두 개의 기지국(S_1,S_2)과, 네 개의 중계 단말(R_{11},R_{12},R_{21},R_{22}), 그리고 이동 단말(D)로 구성된다.

[0023] 여기서, 제1 기지국(S_1)과 제1 및 제2 중계 단말(R_{11},R_{12}), 그리고 이동 단말(D)은 제1 셀의 중심부 영역에 존재하고, 제2 기지국(S_2)과 제3 및 제4 중계 단말(R_{21},R_{22})은 제2 셀의 중심부 영역에 존재한다.

[0024] 본 발명의 실시예에서 제1 기지국(S_1)과 제2 기지국(S_2)은 서로의 정보를 공유하고 있다고 가정한다. 또한 각각의 중계 단말(R_{11},R_{12},R_{21},R_{22})은 해당 기지국(S_1,S_2)에서 수신한 신호를 복조한 후에 다시 변조하여 이동 단말(D)에 재전송하는 DF Relaying 기법을 사용한다.

[0025] 도 2의 경우 이동 단말(D)이 제1 셀의 중심부 영역에 있으면서 인접한 제2 셀의 가장자리부 영역에도 위치한 경우로서 이동 단말(D)이 제1 셀 내의 제1 기지국(S_1)으로부터 다소 멀어진 경우에 해당한다.

[0026] 만일, 이동 단말(D)이 제1 셀의 중심부 영역에 있으면서 인접 셀의 가장자리부 영역과 겹치지 않는 지점에 있다면 성능 열화의 문제가 크지 않아 제1 기지국(S_1)의 신호만 수신하여도 된다.

[0027] 그러나, 도 2와 같이 이동 단말(D)이 제1 셀의 중심부 영역에는 있으나 인접 셀의 가장자리부 영역에 진입한 경

우 제1 기지국(S_1)의 신호만으로는 성능 열화 문제가 발생할 수 있어 제2 기지국(S_2)의 신호를 추가적으로 수신한다.

[0028] 따라서, 제1 기지국(S_1)으로부터 멀어지는 이동 단말(D)은 제1 기지국(S_1)에서 전송된 신호를 제1 및 제2 중계 단말(R_{11},R_{12})을 이용하여 수신하고 이에 부가적으로 제2 기지국(S_2)에서 전송된 신호를 제3 및 제4 중계 단말(R_{21},R_{22})을 이용하여 수신함으로써 성능을 향상시킨다.

[0029] 여기서, 이동 단말(D)이 제2 기지국(S_2)의 신호를 수신할 때는 거리가 멀기 때문에 두 개의 중계 단말(R_{21},R_{22})을 사용하여 짧은 거리로 나누어 수신한다. 또한, 한 개의 중계 단말만 사용하여 신호를 수신하게 될 경우 거리에 따른 성능 열화가 발생할 수 있기 때문에 두 개의 중계 단말을 사용한다.

[0030] 도 3은 도 2에 도시된 이동 단말과 제2 기지국 사이의 대략적인 거리를 나타낸 도면이다. 도 3의 (a)와 (b)는 각각 하나의 중계 단말이 사용되었을 경우와 두 개의 중계 단말이 사용되었을 경우를 나타낸다. 제2 기지국과 이동 단말 사이의 거리가 D라고 가정할 때, 도 3의 (a)의 경우 각 노드 사이의 거리는 D/2가 되고, (b)의 경우 각 노드 사이의 거리는 d/3이 된다.

[0031] 일반적인 시스템에서 경로 손실은 송신단과 수신단의 거리에 비례하여 발생하며 거리가 늘어날수록 성능이 저하된다. 따라서 두 개의 중계 단말을 거쳐 신호를 송수신하는 (b)의 경우가 (a)보다 거리가 줄어들어 더욱 좋은 성능을 얻을 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예에서는 두 기지국 중에서 이동 단말로부터 거리가 더 먼 제2 기지국(S_2)의 신호를 수신하기 위하여 두 개의 중계 단말을 직렬적으로 연결하여 사용한다.

[0032] 이상과 같이 본 발명의 실시예는 이동 단말(D)이 제1 셀의 중심부 영역에 위치하면서 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치한 경우, 제2 기지국(S_2)을 추가로 활용하여 이동 단말(D)에 신호를 전송함에 따라 제1 기지국(S1)과 멀어지는 이동 단말(D)의 성능의 열화를 방지하고 통신 품질을 높인다.

[0033] 또한, 이동 단말(D)과 제1 기지국(S_1) 사이의 거리가 이동 단말(D)과 제2 기지국(S_2) 사이의 거리보다 가까우므로, 제1 셀에서는 제1 및 제2 중계 단말(R_{11},R_{12})을 이용하여 다이버시티 이득을 높이고, 제2 셀에서는 이동 단말(D)과 제2 기지국(S_2) 사이의 거리가 멀기 때문에 짧은 거리를 나눠서 신호를 전달하여 전력 손실을 방지한다.

[0034] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 인접 기지국을 활용하는 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관하여 더욱 상세히 설명한다.

[0035] 먼저, 각 기지국(S_1,S_2)은 자신의 셀에 대한 이동 단말(D)의 위치를 신호대 잡음비(SNR) 값을 기반으로 판단한다. 제1 기지국(S_1)은 제1 셀에 대한 이동 단말(D)의 위치를 판단하고, 제2 기지국(S_2)은 제2 셀에 대한 이동 단말(D)의 위치를 판단한다. 여기서, 각 기지국(S_1,S_2)은 상술한 SNR 값 이외에도 RSSI 값(수신 신호 세기)을 기반으로 이동 단말(D)의 위치를 판단할 수도 있다. 물론, 위치 판단에는 기 공지된 다양한 기법이 사용될 수 있다.

[0036] 각각의 기지국(S_1,S_2)은 자신의 셀에 대한 이동 단말(D)의 위치 정보를 백본망이나 서버 등을 활용하여 서로 공유할 수 있다. 이때, 각각의 기지국(S_1,S_2)은 이동 단말(D)이 현재 셀의 중심부에 있는지 혹은 가장자리부에 있는지의 여부만을 공유할 수도 있다.

[0037] 만일, 도 2와 같이, 이동 단말(D)이 제1 셀의 중심부 영역에 위치하면서 인접한 제2 셀의 가장자리부 영역에 위치한 경우, 제1 기지국(S_1)은 제2 셀 내의 제2 기지국(S_2)과 함께 이동 단말(D)에 신호를 전송한다. 이를 위해, 제1 기지국(S_1)은 이동 단말(D)에 전송할 신호를 사전에 제2 기지국(S_2)으로 제공하여 전송할 신호 정보를 미리 공유한다.

[0038] 본 실시예에 따른 협력 통신 기법에서 제1 및 제2 기지국(S_1,S_2)은 제1 및 제4 타임 슬롯을 포함하는 네 개의 타임 슬롯 동안 두 개의 신호(x_1,x_2)를 전송한다. 여기서, 첫 번째 타임 슬롯 이전에, 제1 기지국(S_1)은 두 개의 제1 및 제2 신호(x_1,x_2)를 포함하는 협력 통신 요청 정보를 제2 기지국(S_2)으로 미리 제공하여 제1 및 제2 신호

를 제2 기지국(S_2)과 공유하도록 한다.

[0039] 이하에서는 각 타임 슬롯에서 이루어지는 협력 통신 방법을 더욱 구체적으로 설명한다. 도 4는 도 2에 도시된 각 기지국과 중계 단말에서의 각 타임 슬롯에 따른 송신 심볼의 구성을 나타낸 도면이다.

[0040] 도 4를 참조하면, 먼저 제1 타임 슬롯(t_1) 동안, 제1 기지국(S_1)은 제1 및 제2 중계 단말(R_{11},R_{12})로 제1 신호(x_1)를 전송하고, 제2 기지국(S_2)은 제3 중계 단말(R_{21})로 제2 신호(x_2)를 전송한다.

[0041] 이에 따라, 제1 타임 슬롯(t_1)에서 제1 중계 단말(R_{11})과 제2 중계 단말(R_{12})은 제1 신호(x_1)를 각각 수신하게 되고, 제3 중계 단말(R_{21})은 제2 신호(x_2)를 수신한다.

[0042] 다음, 제2 타임 슬롯(t_2) 동안, 제1 기지국(S_1)은 제1 및 제2 중계 단말(R_{11},R_{12})로 제2 신호(x_2)를 전송하고, 제2 기지국(S_2)은 제3 중계 단말(R_{21})로 제1 신호(x_1)를 전송하며, 제3 중계 단말(R_{21})은 직전 타임 슬롯(t_1)에 수신한 제2 신호(x_2)를 CDD(Cyclic Delay Diversity) 기법으로 순환 지연시킨 신호($x_{2,\delta}$)를 제4 중계 단말(R_{22})로 전송한다. 여기서, δ는 적용된 순환 지연 길이를 나타낸다.

[0043] 이에 따라, 제2 타임 슬롯(t_2)에서 제1 중계 단말(R_{11})과 제2 중계 단말(R_{12})은 제2 신호(x_2)를 각각 수신하게 되고, 제3 중계 단말(R_{21})은 제1 신호(x_1)를 수신하며, 제4 중계 단말(R_{22})은 순환 지연된 제2 신호($x_{2,\delta}$)를 수신한다.

[0044] 앞서의 두 개의 타임 슬롯 동안, 각 중계 단말(R_{11},R_{12})은 두 개의 신호(x_1,x_2)를 모두 수신한 바 있으며, 나머지 두 타임 슬롯 동안에는 두 개의 신호(x_1,x_2)를 STBC(Space Time Block Code) 신호로 구성하여 이동 단말(D)로 전송한다.

[0045] 즉, 제3 및 제4 타임 슬롯(t_3~t_4) 동안, 제1 및 제2 중계 단말(R_{11},R_{12})은 이전에 수신한 제1 및 제2 신호(x_1,x_2)로 구성한 STBC 신호를 이동 단말(D)로 전송한다.

[0046] 또한, 제3 타임 슬롯(t_3)에서, 제3 중계 단말(R_{21})은 직전 타임 슬롯(t_2)에 수신한 제1 신호(x_1)를 CDD 기법으로 순환 지연시켜 얻은 신호($x_{1,\delta}$)를 제4 중계 단말(R_{22})로 전송하고, 이와 동시에 제4 중계 단말(R_{22})은 직전 타임 슬롯(t_2)에 수신한 순환 지연 신호($x_{2,\delta}$)를 이동 단말(D)로 전송한다.

[0047] 이어, 제4 타임 슬롯(t4)에서, 제4 중계 단말(R_{22})은 직전 타임 슬롯(t_3)에 수신한 순환 지연 신호($x_{1,\delta}$)를 이동 단말(D)로 전송한다.

[0048] 이에 따라, 제3 및 제4 타임 슬롯(t_3~t_4) 동안, 이동 단말(D)은 제1 및 제2 중계 단말(R_{11},R_{12})을 통하여 제1 및 제2 신호로 구성된 STBC 신호를 수신하게 되고, 제4 중계 단말(R_{12})을 통하여 제1 및 제2 신호에 대한 순환 지연 신호($x_{2,\delta}$,$x_{1,\delta}$)를 각각 순차로 수신하게 된다.

[0049] 이와 같은 본 발명의 실시예는 두 개의 기지국을 사용하여 두 개의 OFDM 심볼을 네 개의 타임 슬롯 동안 송수신할 수 있다. 또한 이후에 전송할 다음 두 신호에 대해서도 앞서와 동일한 방법을 사용하면 된다.

[0050] 이동 단말(D)은 제1 및 제2 중계 단말(R_{11},R_{12})을 통하여 STBC 기법이 적용된 심볼들을 받고, 제4 중계 단말(R_{12})을 통하여 CDD 기법이 적용된 심볼을 받는다. 따라서, 본 발명의 실시예는 시간적 분리와 공간적 분리를 모두 요구하는 방식인 STBC 기법과, 순환적으로 지연시킨 심볼을 전송하는 CDD 기법을 모두 적용할 수 있어 다이버시티 이득과 향상된 성능을 얻을 수 있는 이점이 있다.

[0051] 수학식 1은 이동 단말(D)이 수신한 신호를 벡터 Y로 표현한 것이다. S는 송신 신호 행렬, H는 채널 행렬, N은 잡음 벡터를 의미한다.

수학식 1

[0052] $$Y = HS + N$$

[0053] 수학식 2는 이동 단말(D)이 제3 및 제4 타임 슬롯에 각각 수신한 신호를 수식으로 표현한 것이다.

수학식 2

[0054] $$y_1 = h_{11}x_1 + h_{12}x_2 + h_{22}x_{2,\delta} + n_1$$
$$y_2 = -h_{11}x^*_2 + h_{12}x^*_1 + h_{22}x^*_{1,\delta} + n_2$$

[0055] 수학식 2에서 y_1은 제3 타임 슬롯에 수신한 신호, y_2는 제4 타임 슬롯에 수신한 신호, h_{ij}는 각 중계 단말인 R_{ij}와 이동 단말(D) 사이의 채널, n_1과 n_2는 y_1과 y_2에 각각 더해지는 잡음, *는 콘쥬게이트 연산을 나타낸다. i번째 셀 내의 j번째 중계 단말로 표현되는 R_{ij}는 각각 제1 내지 제4 중계 단말(R_{11},R_{12},R_{21},R_{22})을 나타낸다.

[0056] 여기서, 이동 단말(D)에 수신된 신호의 구성은 STBC 기법과 CDD 기법이 결합된 STCDD 기법과 같기 때문에, 수신 신호의 복호는 STCDD 기법과 동일한 방법을 사용할 수 있다.

[0057] 이상과 같은 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 방법은 반드시 도 2의 구성에 적용되는 것으로 한정되지 않으며 주변에 존재하는 적어도 하나의 기지국에 대하여 동일한 원리로 적용하여 구현할 수 있다.

[0058] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 협력 전송 기법에 대한 모의 실험 결과를 설명한다. 모의 실험 조건으로서 FTT(Fast Fourier Transform) 사이즈는 256, OFDM 심볼의 보호 구간 길이는 64, 변조 방법은 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)를 사용한다. 코드율은 1/2, 구속장의 길이는 3인 컨볼루션 코드로 부호화된다. 또한, 준정적인 특성을 갖는 7-path Rayleigh 페이딩 채널을 겪고, 송신 전력은 균일하게 할당된다.

[0059] 모의 실험에서 각 기법들의 성능은 SNR(Signal-to-Noise Ratio)에 따른 BER과 Throughput으로 비교할 수 있다. 일반적으로 기지국과의 거리에 비례하여 신호가 약해지고 성능이 저하된다. 따라서, 본 발명의 실시예는 기지국과 사용자 사이의 거리를 신호의 감쇠 형태로 표현한다. 이때, 각 기법들의 성능을 공정하게 비교하기 위하여, 기지국에서 이동 단말까지의 거리에 따른 감쇠 정도를 15 dB, 24 dB, 30 dB로 정의한다. dB의 값이 클수록 감쇠 정도가 큰 것으로, 사용자 단말과 기지국사이의 거리가 멀어지는 것을 의미한다.

[0060] 도 5는 이동 단말의 위치에 따른 각 협력 전송 기법의 BER 성능을 비교한 그래프이다. 도 5는 한 개의 기지국만 사용한 경우(#기지국=1), 두 개의 기지국(S_1,S_2)을 사용하되 제2 기지국(S_2)과 이동 단말(D) 사이에 한 개의 중계 단말을 사용한 경우(#기지국=2, #릴레이(S_2-D)=1), 그리고 본 발명의 실시예와 같이 두 개의 기지국을 사용하되 제2 기지국(S_2)과 이동 단말(D) 사이에 두 개의 중계 단말을 직렬적으로 사용한 경우(#기지국=2, #릴레이(S_2-D)=2)의 BER 성능을 감쇠 정도에 따라 나타낸 것이다.

[0061] 도 5의 결과에 따르면 전반적으로 감쇠의 정도가 커질수록 BER 성능이 나빠지는 것을 확인할 수 있다. 하지만 감쇠의 정도가 심한 환경일수록 본 발명의 실시예에 따른 기법(#기지국=2, #릴레이(S_2-D)=2)의 성능이 기존의 기법들보다 훨씬 더 우수한 것을 알 수 있다.

[0062] 도 6은 이동 단말의 위치에 따른 각 협력 전송 기법의 Throughput 성능을 비교한 그래프이다. 도 6은 도 5에 도시된 세 가지 경우에 대한 Throughput 성능으로서, BER 성능과 마찬가지로 제안된 기법의 Throughput 성능이 기존의 기법보다 더 좋은 것을 확인할 수 있다.

[0063] 이러한 도 5와 도 6의 결과로부터 본 발명의 실시예에 따른 기법이 기존의 기법보다 BER과 Throughput 측면에서 모두 우수한 성능을 나타내는 것을 알 수 있다.

[0064] 이상과 같은 본 발명에 따른 인접 기지국을 활용하는 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 따르면, 사용자 단말이 기지국으로부터 멀어져 인접 기지국의 경계에 위치할 때 인접 기지국의 신호를 추가적으로

활용하여 시스템의 성능을 향상시킬 수 있으며 다이버시티 이득과 향상된 BER 성능 및 전송률을 동시에 얻을 수 있는 이점이 있다.

[0065] 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

[0066] S_1: 제1 기지국 S_2: 제2 기지국

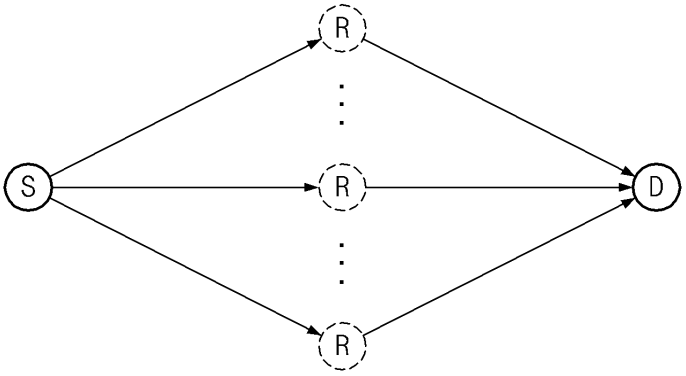
R_{11}: 제1 중계 단말 R_{12}: 제2 중계 단말

R_{21}: 제3 중계 단말 R_{22}: 제4 중계 단말

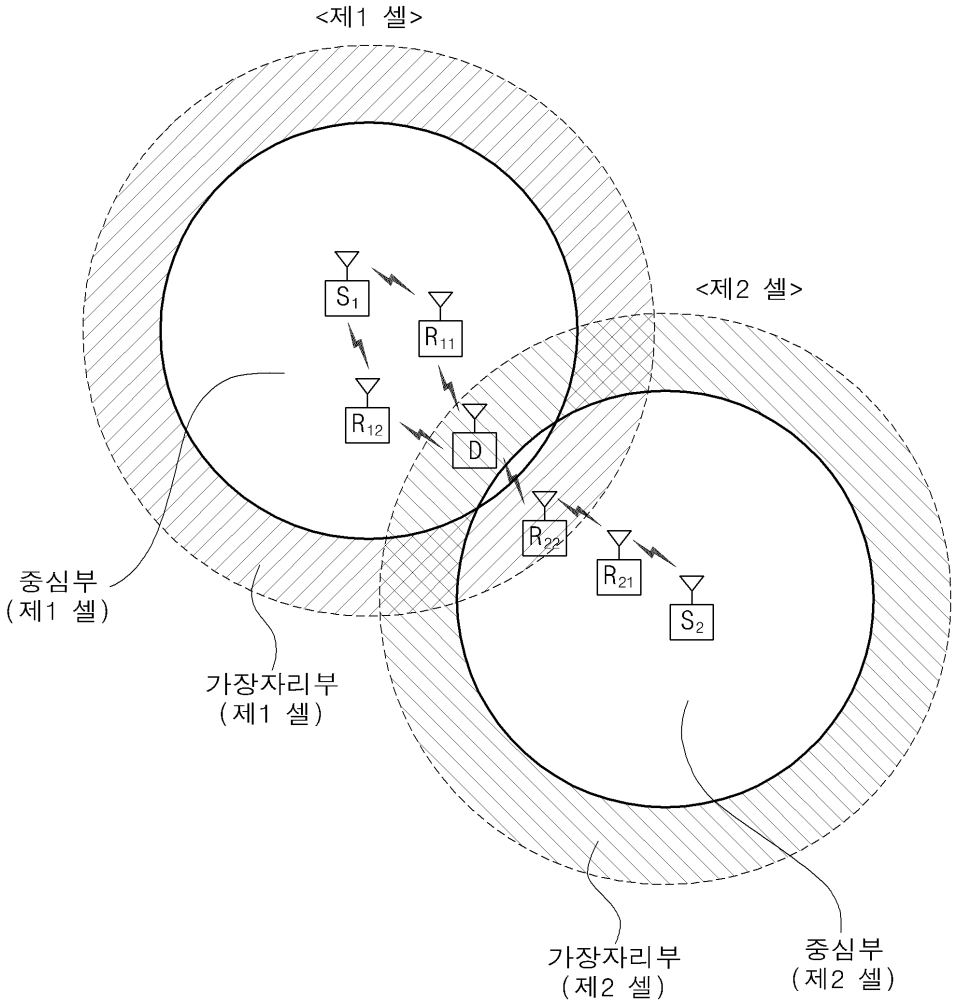
D: 이동 단말

도면

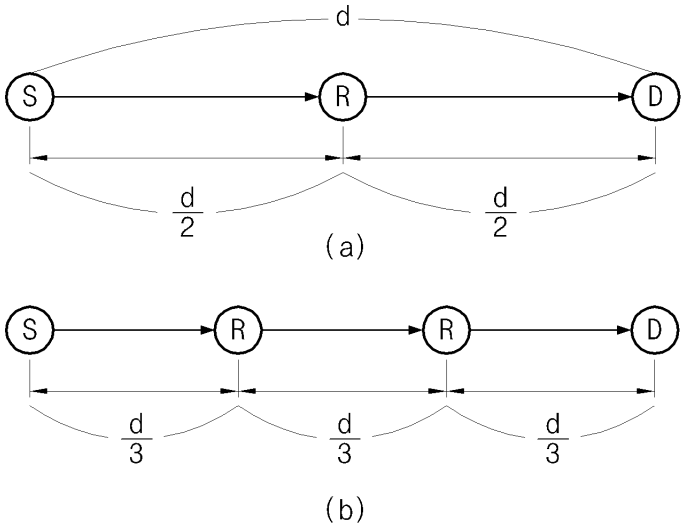
도면1



도면2


<제1 셀>
<제2 셀>
S1
R11
R12
D
R22
R21
S2
중심부
(제1 셀)
가장자리부
(제1 셀)
가장자리부
(제2 셀)
중심부
(제2 셀)

도면3

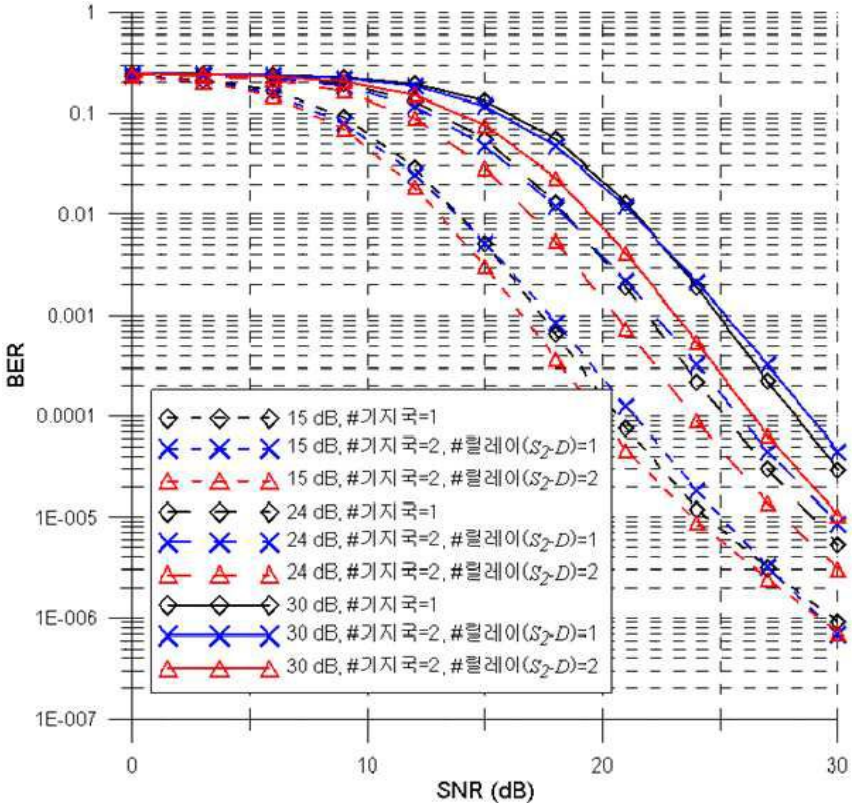

d
S
R
D
d/2
d/2
(a)
S
R
R
D
d/3
d/3
d/3
(b)

도면4

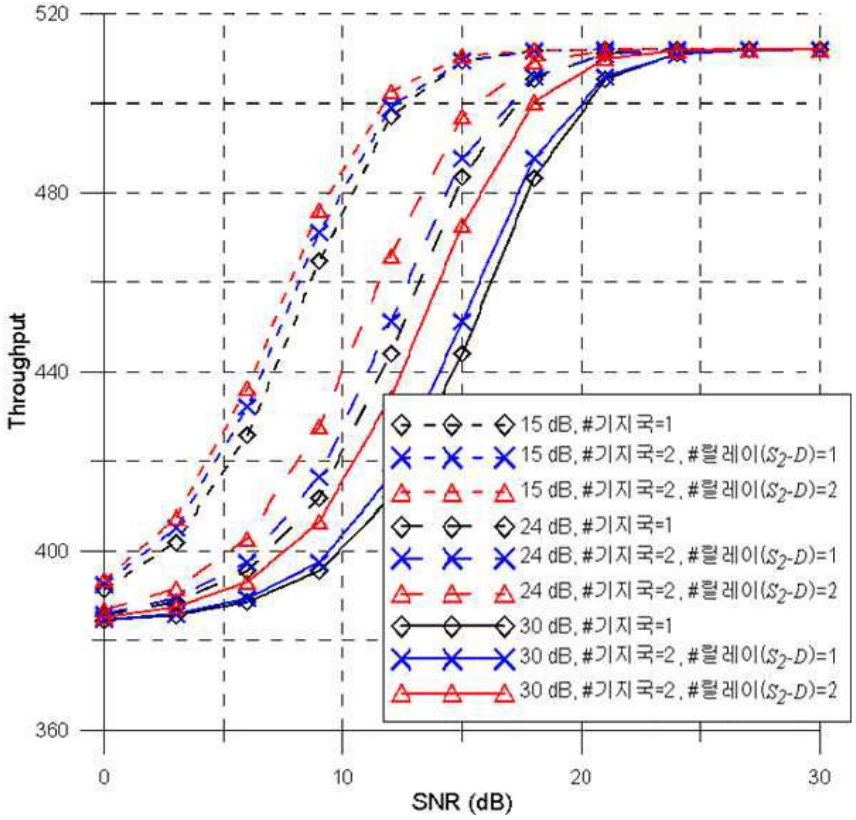
time	S_1	R_{11}	R_{12}	S_2	R_{21}	R_{22}
t_1	x_1			x_2		
t_2	x_2			x_1	$x_{2,\delta}$	
t_3		x_1	x_2		$x^*_{1,\delta}$	$x_{2,\delta}$
t_4		$-x^*_2$	x^*_1			$x^*_{1,\delta}$

STBC 방식 CDD 방식

도면5



도면6


520
480
440
400
360
Throughput
0
10
20
30
SNR (dB)
15 dB, #기지국=1
15 dB, #기지국=2, #릴레이(S_2-D)=1
15 dB, #기지국=2, #릴레이(S_2-D)=2
24 dB, #기지국=1
24 dB, #기지국=2, #릴레이(S_2-D)=1
24 dB, #기지국=2, #릴레이(S_2-D)=2
30 dB, #기지국=1
30 dB, #기지국=2, #릴레이(S_2-D)=1
30 dB, #기지국=2, #릴레이(S_2-D)=2