



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월20일
 (11) 등록번호 10-1900596
 (24) 등록일자 2018년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04B 7/155 (2006.01) H04B 7/026 (2017.01)
 (52) CPC특허분류
 H04B 7/15592 (2013.01)
 H04B 7/026 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0025362
 (22) 출원일자 2017년02월27일
 심사청구일자 2017년02월27일
 (65) 공개번호 10-2018-0099963
 (43) 공개일자 2018년09월06일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101400880 B1
 KR101390301 B1
 KR1020130047304 A
 KR101478469 B1

(73) 특허권자
 세종대학교산학협력단
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
 (72) 발명자
 송형규
 경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17 320동 303호 (서현동, 시범단지한양아파트)
 이원석
 경기도 부천시 경인로597번길 8, 1동 202호 (괴안동, 동신아파트)
 백정인
 서울특별시 강남구 봉은사로11길 26, 201호 (논현동)
 (74) 대리인
 특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 신상길

(54) 발명의 명칭 중계 단말 간 간섭 제거를 위한 협력 통신 시스템 및 그 방법

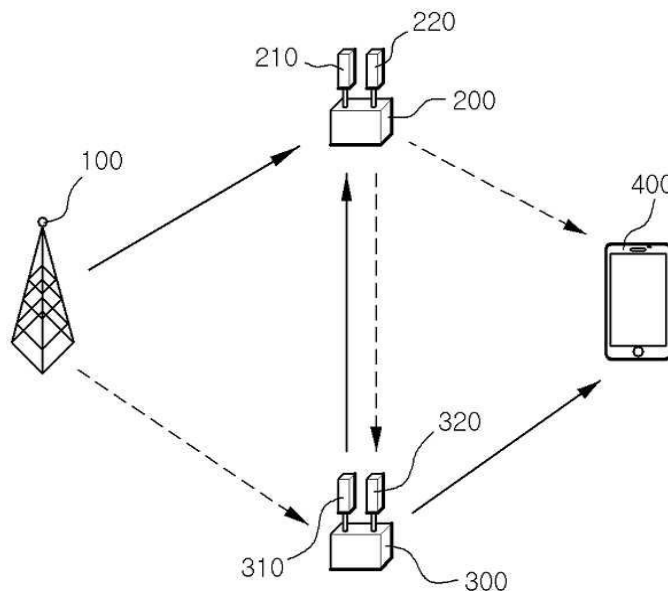
(57) 요약

본 발명은 중계 단말 간 간섭 제거를 위한 협력 통신 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 복수의 안테나가 형성되어 있는 제1 중계 단말 및 제2 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 있어서, 협력 통신 방법은 상기 제1 중계 단말이 제1 수신 채널을 통하여 송신 단

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



말과 제2 중계 단말로부터 전송된 제1 신호를 수신하고, 상기 제2 중계 단말이 신호를 수신 단말로 전송하는 제1 협력 통신 단계, 상기 제2 중계 단말이 제2 수신 채널을 통하여 상기 송신 단말과 상기 제1 중계 단말로부터 전송된 제2 신호를 수신하고, 상기 제1 중계 단말이 신호를 상기 수신 단말로 전송하는 제2 협력 통신 단계를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 중계 기지국간의 신호 간섭을 중계 기지국에서 제거하여 수신 단말로 전송함으로써 데이터 전송의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 중계 기지국에서 신호 간섭을 제거하여 수신 단말로 전송하므로, 수신 단말에서는 신호 간섭 제거를 위한 시스템을 요구하지 않는다. 따라서, 수신 단말 구성의 복잡도 및 제조 단가를 낮출 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

H04B 7/15585 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	11054819
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자정보디바이스산업원천기술개발
연구과제명	재난 및 산업현장용 모듈형 웨어러블 플랫폼 기술개발
기 여 율	1/1
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2015.09.01 ~ 2016.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 안테나가 형성되어 있는 제1 중계 단말 및 제2 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 있어서,

상기 제1 중계 단말이 제1 수신 채널을 통하여 송신 단말과 제2 중계 단말로부터 전송된 제1 신호를 수신하고, 상기 제2 중계 단말이 신호를 수신 단말로 전송하는 제1 협력 통신 단계, 그리고

상기 제2 중계 단말이 제2 수신 채널을 통하여 상기 송신 단말과 상기 제1 중계 단말로부터 전송된 제2 신호를 수신하고, 상기 제1 중계 단말이 신호를 상기 수신 단말로 전송하는 제2 협력 통신 단계를 포함하는 협력 통신 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 중계 단말은 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error), ML(Maximum Likelihood) 중에서 적어도 하나의 신호 검출 기법을 통해 상기 제1 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 상기 제2 중계 단말로부터 전송된 신호를 제거하는 단계, 그리고

상기 제2 중계 단말은 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error), ML(Maximum Likelihood) 중에서 적어도 하나의 신호 검출 기법을 통해 상기 제2 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 상기 제1 중계 단말로부터 전송된 신호를 제거하는 단계를 더 포함하는 협력 통신 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 협력 통신 단계에서,

상기 제1 중계 단말은 제1 안테나 및 제2 안테나를 통해 상기 송신 단말 및 상기 제2 중계 단말로부터 신호를 수신하고,

상기 제2 협력 통신 단계에서,

상기 제2 중계 단말은 제1 안테나 및 제2 안테나를 통해 상기 송신 단말 및 상기 제1 중계 단말로부터 신호를 수신하는 협력 통신 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 협력 통신 단계에서,

상기 제2 중계 단말은 제1 안테나 또는 제2 안테나를 통해 상기 제1 중계 단말 및 상기 수신 단말로 신호를 전송하고,

상기 제2 협력 통신 단계에서,

상기 제1 중계 단말은 제1 안테나 또는 제2 안테나를 통해 상기 제2 중계 단말 및 상기 수신 단말로 신호를 전송하는 협력 통신 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 신호는,

상기 송신 단말로부터 수신한 제1 송신 신호(x(k)) 및 상기 제2 중계 단말로부터 수신한 제1 출력 신호(y₂(m)) 성분을 아래의 수학적식과 같이 포함하는 협력 통신 방법:

$$Y_1 = H_1 \begin{pmatrix} x(k) \\ y_2(m) \end{pmatrix}, H_1 = \begin{pmatrix} h_{s1}^1 & h_{21}^1 \\ h_{s1}^2 & h_{21}^2 \end{pmatrix}$$

여기서, Y₁은 상기 제1 신호를 의미하고, H₁은 상기 제1 수신 채널을 의미하고, h_{s1}¹은 상기 제1 중계 단말의 제1 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h₂₁¹은 상기 제1 중계 단말의 제1 안테나와 상기 제2 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{s1}²은 상기 제1 중계 단말의 제2 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h₂₁²은 상기 제1 중계 단말의 제2 안테나와 상기 제2 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미한다.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 제2 신호는,

상기 송신 단말로부터 수신한 제2 송신 신호(x(k+1)) 및 상기 제1 중계 단말로부터 수신한 제2 출력 신호(y₁(m)) 성분을 아래의 수학적식과 같이 포함하는 협력 통신 방법:

$$Y_2 = H_2 \begin{pmatrix} x(k+1) \\ y_1(m) \end{pmatrix}, H_2 = \begin{pmatrix} h_{s2}^1 & h_{12}^1 \\ h_{s2}^2 & h_{12}^2 \end{pmatrix}$$

여기서, Y₂는 상기 제2 신호를 의미하고, H₂는 상기 제2 수신 채널을 의미하고, h_{s2}¹은 상기 제2 중계 단말의 제1 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h₁₂¹은 상기 제2 중계 단말의 제1 안테나와 상기 제1 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{s2}²은 상기 제2 중계 단말의 제2 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h₁₂²은 상기 제2 중계 단말의 제2 안테나와 상기 제1 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미한다.

청구항 7

복수의 안테나가 형성되어 있는 제1 중계 단말 및 제2 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템에 있어서,
상기 제1 중계 단말은, 제1 수신 채널을 통하여 송신 단말과 제2 중계 단말로부터 전송된 제1 신호를 수신하고,
상기 제2 중계 단말은 제2 수신 채널을 통하여 상기 송신 단말과 상기 제1 중계 단말로부터 전송된 제2 신호를 수신하되,
상기 제1 중계 단말은, 상기 제2 중계 단말이 제2 신호를 수신하는 동안 신호를 수신 단말로 전송하고,
상기 제2 중계 단말은, 상기 제1 중계 단말이 제1 신호를 수신하는 동안 신호를 상기 수신 단말로 전송하는 협력 통신 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 중계 단말 및 제2 중계 단말은,

ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error), ML(Maximum Likelihood) 중에서 적어도 하나의 신호 검출 기법을 통해 상기 제1 신호 또는 제2 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 상기 제2 중계 단말 또는 상기 제1 중계 단말로부터 전송된 신호를 제거하는 협력 통신 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제1 중계 단말은 제1 안테나 및 제2 안테나를 통해 상기 송신 단말 및 상기 제2 중계 단말로부터 신호를 수신하고,

상기 제2 중계 단말은 제1 안테나 및 제2 안테나를 통해 상기 송신 단말 및 상기 제1 중계 단말로부터 신호를 수신하는 협력 통신 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 제2 중계 단말은 제1 안테나 또는 제2 안테나를 통해 상기 제1 중계 단말 및 상기 수신 단말로 신호를 전송하고,

상기 제1 중계 단말은 제1 안테나 또는 제2 안테나를 통해 상기 제2 중계 단말 및 상기 수신 단말로 신호를 전송하는 협력 통신 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제1 신호는,

상기 송신 단말로부터 수신한 제1 송신 신호($x(k)$) 및 상기 제2 중계 단말로부터 수신한 제1 출력 신호($y_2(m)$) 성분을 아래의 수학적식과 같이 포함하는 협력 통신 시스템:

$$Y_1 = H_1 \begin{pmatrix} x(k) \\ y_2(m) \end{pmatrix}, H_1 = \begin{pmatrix} h_{s1}^1 & h_{21}^1 \\ h_{s1}^2 & h_{21}^2 \end{pmatrix}$$

여기서, Y_1 은 상기 제1 신호를 의미하고, H_1 은 상기 제1 수신 채널을 의미하고, h_{s1}^1 은 상기 제1 중계 단말의 제1 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{21}^1 은 상기 제1 중계 단말의 제1 안테나와 상기 제2 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{s1}^2 은 상기 제1 중계 단말의 제2 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{21}^2 은 상기 제1 중계 단말의 제2 안테나와 상기 제2 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미한다.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 제2 신호는,

상기 송신 단말로부터 수신한 제2 송신 신호(x(k+1)) 및 상기 제1 중계 단말로부터 수신한 제2 출력 신호(y₁(m)) 성분을 아래의 수학적식과 같이 포함하는 협력 통신 시스템:

$$Y_2 = H_2 \begin{pmatrix} x(k+1) \\ y_1(m) \end{pmatrix}, H_2 = \begin{pmatrix} h_{s2}^1 & h_{12}^1 \\ h_{s2}^2 & h_{12}^2 \end{pmatrix}$$

여기서, Y₂는 상기 제2 신호를 의미하고, H₂는 상기 제2 수신 채널을 의미하고, h_{s2}¹은 상기 제2 중계 단말의 제1 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h₁₂¹은 상기 제2 중계 단말의 제1 안테나와 상기 제1 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{s2}²은 상기 제2 중계 단말의 제2 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h₁₂²은 상기 제2 중계 단말의 제2 안테나와 상기 제1 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미한다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 중계 단말 간 간섭 제거를 위한 협력 통신 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 중계기 간 신호 간섭에 따른 비트 에러율을 감소시켜 신호 전송의 신뢰성을 향상시키고 수신 단말의 수신 신호 검출의 복잡도를 감소시키기 위한 중계 단말 간 간섭 제거를 위한 협력 통신 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도시와 같이 인구 밀도가 높은 지역은 데이터 사용량도 그만큼 높아지기 마련이다. 따라서, 송신 전력이 큰 기지국 하나를 이용한 셀로는 모든 이동 통신 단말의 데이터 사용량을 만족시키기 힘들다. 이를 보완하기 위해, 최근에는 큰 셀인 매크로 셀 내부에 작은 전력으로 소형 셀을 유지하는 다수의 기지국을 함께 사용하는 HetNet(Heterogeneous Network)이라는 네트워크를 사용하게 되었다.

[0003] 그러나, HetNet과 같이 주변에 많은 기지국들이 존재 하는 경우 수신 단말이 다른 기지국들의 신호로 인한 간섭 현상으로 신호를 안정적으로 수신 받지 못한다. 이러한 간섭 문제를 해결하기 위해, 인접해 있는 다수의 기지국들이 협력 기법을 통해 신호를 전송하는 CoMP(Coordinated MultiPoint)기법을 사용한다. CoMP에는 송신 방향으로 전파를 집중하여 방사하도록 방사 형태를 변화시키는 빔포밍(beamforming) 기법과 인접한 기지국들 간 미리 전송계획을 만든 후 신호를 전송하는 CS(Coordinated Scheduling)기법 등 이 외에도 여러 기법들이 존재한다.

[0004] 또한, HetNet과 같이 중계기를 이용하여 신호를 전송하는 시스템은 중계기를 통과하는 시간으로 인해 대역폭이 낭비된다. 이 문제를 해결하기 위해 송신기에서 2개의 중계기로 신호를 번갈아 교차로 전송하고 신호를 수신 받고 있지 않은 1개의 중계기는 동시에 이전에 받은 신호를 수신 단말로 전송하는 교차 중계 시스템을 사용한다. 하지만, 교차 중계 시스템은 2개의 중계기들 간 간섭이 발생함으로 인해 수신 신호의 신뢰성이 떨어질 뿐만 아니라, 수신 단말에서 신호 간섭을 제거하기 위한 복잡한 시스템을 요구하는 문제점이 있다.

[0005] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제10-1041921호(2011.06.16. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 중계기 간 신호 간섭에 따른 비트 에러율을 감소시켜 신호 전송의 신뢰성을 향상시키고 수신 단말의 수신 신호 검출의 복잡도를 감소시키기 위한 중계 단말 간 간섭 제거를 위한 협력 통신 시스템 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면 복수의 안테나가 형성되어 있는 제1 중계 단말 및 제2 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 있어서, 협력 통신 방법은 상기 제1 중계 단말이 제1 수신 채널을 통하여 송신 단말과 제2 중계 단말로부터 전송된 제1 신호를 수신하고, 상기 제2 중계 단말이 신호를 수신 단말로 전송하는 제1 협력 통신 단계, 상기 제2 중계 단말이 제2 수신 채널을 통하여 상기 송신 단말과 상기 제1 중계 단말로부터 전송된 제2 신호를 수신하고, 상기 제1 중계 단말이 신호를 상기 수신 단말로 전송하는 제2 협력 통신 단계를 포함한다.

[0008] 상기 제1 중계 단말은 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error), ML(Maximum Likelihood) 중에서도 적어도 하나의 신호 검출 기법을 통해 상기 제1 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 상기 제2 중계 단말로부터 전송된 신호를 제거하는 단계, 그리고 상기 제2 중계 단말은 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error), ML(Maximum Likelihood) 중에서도 적어도 하나의 신호 검출 기법을 통해 상기 제2 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 상기 제1 중계 단말로부터 전송된 신호를 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 제1 협력 통신 단계에서, 상기 제1 중계 단말은 제1 안테나 및 제2 안테나를 통해 상기 송신 단말 및 상기 제2 중계 단말로부터 신호를 수신하고, 상기 제2 협력 통신 단계에서, 상기 제2 중계 단말은 제1 안테나 및 제2 안테나를 통해 상기 송신 단말 및 상기 제1 중계 단말로부터 신호를 수신할 수 있다.

[0010] 상기 제1 협력 통신 단계에서, 상기 제2 중계 단말은 제1 안테나 또는 제2 안테나를 통해 상기 제1 중계 단말 및 상기 수신 단말로 신호를 전송하고, 상기 제2 협력 통신 단계에서, 상기 제1 중계 단말은 제1 안테나 또는 제2 안테나를 통해 상기 제2 중계 단말 및 상기 수신 단말로 신호를 전송할 수 있다.

[0011] 상기 제1 신호는, 상기 송신 단말로부터 수신한 제1 송신 신호(x(k)) 및 상기 제2 중계 단말로부터 수신한 제1 출력 신호(y₂(m)) 성분을 아래의 수학적식과 같이 포함할 수 있다.

$$Y_1 = H_1 \begin{pmatrix} x(k) \\ y_2(m) \end{pmatrix}, H_1 = \begin{pmatrix} h_{s1}^1 & h_{21}^1 \\ h_{s1}^2 & h_{21}^2 \end{pmatrix}$$

[0012] 여기서, Y₁은 상기 제1 신호를 의미하고, H₁은 상기 제1 수신 채널을 의미하고, h_{s1}¹은 상기 제1 중계 단말의 제1 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h₂₁¹은 상기 제1 중계 단말의 제1 안테나와 상기 제2 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{s1}²은 상기 제1 중계 단말의 제2 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h₂₁²은 상기 제1 중계 단말의 제2 안테나와 상기 제2 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미한다.

[0014] 상기 제2 신호는, 상기 송신 단말로부터 수신한 제2 송신 신호(x(k+1)) 및 상기 제1 중계 단말로부터 수신한 제2 출력 신호(y₁(m)) 성분을 아래의 수학적식과 같이 포함할 수 있다.

$$Y_2 = H_2 \begin{pmatrix} x(k+1) \\ y_1(m) \end{pmatrix}, H_2 = \begin{pmatrix} h_{s2}^1 & h_{12}^1 \\ h_{s2}^2 & h_{12}^2 \end{pmatrix}$$

[0016] 여기서, Y₂는 상기 제2 신호를 의미하고, H₂는 상기 제2 수신 채널을 의미하고, h_{s2}¹은 상기 제2 중계 단말의 제1 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h₁₂¹은 상기 제2 중계 단말의 제1 안테나와 상

기 제1 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{s2}^2 은 상기 제2 중계 단말의 제2 안테나와 상기 송신 단말 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{12}^2 은 상기 제2 중계 단말의 제2 안테나와 상기 제1 중계 단말 사이에 형성된 채널을 의미한다.

[0017] 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 안테나가 형성되어 있는 제1 중계 단말 및 제2 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템에 있어서, 상기 제1 중계 단말은, 제1 수신 채널을 통하여 송신 단말과 제2 중계 단말로부터 전송된 제1 신호를 수신하고, 상기 제2 중계 단말은 제2 수신 채널을 통하여 상기 송신 단말과 상기 제1 중계 단말로부터 전송된 제2 신호를 수신하되, 상기 제1 중계 단말은, 상기 제2 중계 단말이 제2 신호를 수신하는 동안 신호를 수신 단말로 전송하고, 상기 제2 중계 단말은, 상기 제1 중계 단말이 제1 신호를 수신하는 동안 신호를 상기 수신 단말로 전송한다.

발명의 효과

[0018] 이와 같이 본 발명에 따르면, 중계 기지국간의 신호 간섭을 중계 기지국에서 제거하여 수신 단말로 전송함으로써 데이터 전송의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0019] 뿐만 아니라, 중계 기지국에서 신호 간섭을 제거하여 수신 단말로 전송하므로, 수신 단말에서는 신호 간섭 제거를 위한 시스템을 요구하지 않는다. 따라서, 수신 단말 구성의 복잡도 및 제조 단가를 낮출 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 방법의 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 제1 협력 통신 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 제2 협력 통신 단계를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 환경을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 신호 변조 방법 별 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 신호 검출 방법 별 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0023] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0024] 우선, 도 1을 통해 본 발명의 실시예에 따른 중계 단말 간 간섭 제거를 위한 협력 통신 시스템에 대해 살펴볼도록 한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)은 송신 단말(100), 제1 중계 단말(200), 제2 중계 단말(300) 및 수신 단말(400)을 포함한다.

[0027] 우선, 송신 단말(100)은 제1 중계 단말(200) 및 제2 중계 단말(300)로 신호를 전송한다. 이때, 송신 단말(100)

은 기 설정된 신호 전송 계획에 따라 제1 중계 단말(200) 및 제2 중계 단말(300)로 신호를 교차 전송한다.

- [0028] 구체적으로, 송신 단말(100)은 타임 슬롯 t_1 에서 제1 중계 단말(200)로 신호를 전송 후, 다음 타임 슬롯 t_2 에서 제2 중계 단말(300)로 신호를 전송한다. 그리고, 송신 단말(100)은 타임 슬롯 t_3 에서 제1 중계 단말(200)로, 타임 슬롯 t_4 에서 제2 중계 단말(300)로 신호를 전송한다.
- [0029] 즉, 도 1에서 실선으로 표시된 신호 전송 과정과 점선으로 표시된 신호 전송 과정이 반복 수행된다.
- [0030] 다음으로, 제1 중계 단말(200) 및 제2 중계 단말(300)은 복수의 안테나가 형성되어 있으며, 각 안테나들은 신호를 송신 및 수신하는 역할을 한다.
- [0031] 우선, 제1 중계 단말(200)은 제1 수신 채널을 통하여 송신 단말(100)과 제2 중계 단말(300)로부터 전송된 제1 신호를 수신한다.
- [0032] 구체적으로, 제1 중계 단말(200)은 제1 안테나(210) 및 제2 안테나(220)를 통해 송신 단말(100) 및 제2 중계 단말(300)로부터 신호를 수신한다.
- [0033] 그리고, 제1 중계 단말(200)은 제1 안테나(210) 또는 제2 안테나(220)를 통해 제2 중계 단말(300) 및 수신 단말(400)로 신호를 전송한다.
- [0034] 그리고, 제1 중계 단말(200)은 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error), ML(Maximum Likelihood) 중에서 적어도 하나의 신호 검출 기법을 통해 제1 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 제2 중계 단말(300)로부터 전송된 신호를 제거한다.
- [0035] 다음으로, 제2 중계 단말(300)은 제2 수신 채널을 통하여 송신 단말(100)과 제1 중계 단말(200)로부터 전송된 제2 신호를 수신한다.
- [0036] 구체적으로, 제2 중계 단말(300)은 제1 안테나(310) 및 제2 안테나(320)를 통해 송신 단말(100) 및 제1 중계 단말(200)로부터 신호를 수신한다.
- [0037] 그리고, 제2 중계 단말(300)은 제1 안테나(310) 또는 제2 안테나(320)를 통해 제1 중계 단말(200) 및 수신 단말(400)로 신호를 전송한다.
- [0038] 그리고, 제2 중계 단말(300)은 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error), ML(Maximum Likelihood) 중에서 적어도 하나의 신호 검출 기법을 통해 제2 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 제1 중계 단말(200)로부터 전송된 신호를 제거한다.
- [0039] 즉, 제1 중계 단말(200) 및 제2 중계 단말(300)은 신호 수신 시 두 개의 안테나를 이용하여 신호를 수신하고, 신호 전송 시 한 개의 안테나를 이용하여 신호를 전송한다.
- [0040] 한편, 제1 중계 단말(200)은 제2 중계 단말(300)이 제2 신호를 수신하는 동안 신호를 수신 단말(400)로 전송한다.
- [0041] 그리고, 제2 중계 단말(300)은 제1 중계 단말(200)이 제1 신호를 수신하는 동안 신호를 수신 단말(400)로 전송한다.
- [0042] 다음으로, 도 2 내지 도 4를 통해 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 대해 살펴보도록 한다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 방법의 순서도이다.
- [0044] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 방법은 제1 협력 통신 단계, 제1 중계 단말(200)에서 간섭 성분을 제거하는 단계, 제2 협력 통신 단계, 그리고 제2 중계 단말(300)에서 간섭 성분을 제거하는 단계를 포함한다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 제1 협력 통신 단계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 우선, 제1 중계 단말(200)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 수신 채널(H_1)을 통하여 송신 단말(100)과 제2 중계 단말(300)로부터 전송된 제1 신호를 수신하고, 제2 중계 단말(300)은 신호를 수신 단말(400)로 전송한다(S210).

[0047] 구체적으로, 제1 중계 단말(200)은 제1 안테나(210) 및 제2 안테나(220)를 통해 송신 단말(100) 및 제2 중계 단말(300)로부터 신호를 수신한다.

[0048] 예를 들어, 제1 중계 단말(200)은 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)의 스케줄링에 따라 신호를 수신하는 경우, 제1 안테나(210) 및 제2 안테나(220)를 동시에 사용하여 송신 단말(100)의 송신 신호와 제2 중계 단말(300)의 출력 신호를 수신한다.

[0049] 이에 따라, 제1 신호는 송신 단말(100)의 송신 신호와 제2 중계 단말(300)의 출력 신호가 결합된 형태로 표현될 수 있으며, 제1 신호가 제1 중계 단말(200)로 전송되는 통신로, 즉 채널이 제1 수신 채널(H_1)이 된다.

[0050] 여기서, 제1 수신 채널(H_1)은 송신 단말(100)과 제1 중계 단말(200)의 제1 안테나(210) 사이에 형성된 채널, 송신 단말(100)과 제1 중계 단말(200)의 제2 안테나(220) 사이에 형성된 채널, 제2 중계 단말(300)과 제1 중계 단말(200)의 제1 안테나(210) 사이에 형성된 채널 및 제2 중계 단말(300)과 제1 중계 단말(200)의 제2 안테나(220) 사이에 형성된 채널의 결합으로 나타난다.

[0051] 이러한, 제1 수신 채널(H_1)은 아래의 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

[0052]
$$H_1 = \begin{pmatrix} h_{s1}^1 & h_{21}^1 \\ h_{s1}^2 & h_{21}^2 \end{pmatrix}$$

[0053] 여기서, h_{s1}^1 은 제1 중계 단말(200)의 제1 안테나와 송신 단말(100) 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{21}^1 은 제1 중계 단말(200)의 제1 안테나와 제2 중계 단말(300) 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{s1}^2 은 제1 중계 단말(200)의 제2 안테나와 송신 단말(100) 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{21}^2 은 제1 중계 단말(200)의 제2 안테나와 제2 중계 단말(300) 사이에 형성된 채널을 의미한다.

[0054] 따라서, 제1 신호(Y_1)는 송신 단말(100)로부터 수신한 제1 송신 신호($x(k)$) 및 제2 중계 단말(300)로부터 수신한 제1 출력 신호($y_2(m)$) 성분을 수학식 1의 제1 수신 채널(H_1)과 함께 나타내면, 아래의 수학식 2와 같다.

수학식 2

[0055]
$$Y_1 = H_1 \begin{pmatrix} x(k) \\ y_2(m) \end{pmatrix}$$

[0056] 그리고, 제1 신호에 제1 중계 단말(200)의 제1 안테나 및 제2 안테나로부터 형성되는 노이즈(Noise)를 고려하면 아래의 수학식 3과 같이 표현된다.

수학식 3

[0057]
$$Y_1 = H_1 \begin{pmatrix} x(k) \\ y_2(m) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} w_1^1(n) \\ w_1^2(n) \end{pmatrix}$$

[0058] 여기서, $w_1^1(n)$ 은 제1 중계 단말(200)의 제1 안테나(210)로부터 형성되는 노이즈를 의미하고, $w_1^2(n)$ 은 제1 중계 단말(200)의 제2 안테나(220)로부터 형성되는 노이즈를 의미한다.

[0059] 한편, S210 단계에서, 제2 중계 단말(300)은 제1 안테나(310) 또는 제2 안테나(320)를 통해 제1 중계 단말(200) 및 수신 단말(400)로 신호를 전송한다. 예를 들어, 제2 중계 단말(300)은 제1 출력 신호를 제1 안테나(310)를 통해 제1 중계 단말(200)로 전송함과 동시에 수신 단말(400)로 전송한다.

[0060] S210 단계 후, 제1 중계 단말(200)은 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error), ML(Maximum Likelihood) 중에서 적어도 하나의 신호 검출 기법을 통해 제1 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 제2 중계 단말(300)로부터 전송된 신호를 제거한다(S220).

[0061] 예를 들어, 제1 중계 단말(200)이 신호 검출 기법인 ZF 기법을 통해 제1 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 제2 중계 단말(300)로부터 전송된 신호(즉, 제1 출력 신호)를 제거하여 제2 출력 신호를 생성하는 경우, 제2 출력 신호는 아래의 수학식 4와 같이 표현될 수 있다.

수학식 4

$$\hat{X}_1 = (H^H H)^{-1} H^H H_1 \begin{pmatrix} x(k) \\ y_2(m) \end{pmatrix}$$

[0062] 여기서, \hat{X}_1 은 제2 출력 신호를 의미하고, $(H^H H)^{-1} H^H$ 는 ZF 기법에 따른 간섭 신호 제거 행렬을 의미한다.

[0064] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 제2 협력 통신 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0065] S220 단계 후, 제2 중계 단말(300)은, 도 4에 도시된 바와 같이, 제2 수신 채널(H_2)을 통하여 송신 단말(100)과 제1 중계 단말(200)로부터 전송된 제2 신호를 수신하고, 제1 중계 단말(200)은 신호를 수신 단말(400)로 전송한다(S230).

[0066] 구체적으로, 제2 중계 단말(300)은 제1 안테나(310) 및 제2 안테나(320)를 통해 송신 단말(100) 및 제1 중계 단말(200)로부터 신호를 수신한다.

[0067] 예를 들어, 제2 중계 단말(300)은 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)의 스케줄링에 따라 신호를 수신하는 경우, 제1 안테나(310) 및 제2 안테나(320)를 동시에 사용하여 송신 단말(100)의 송신 신호와 제1 중계 단말(200)의 출력 신호를 수신한다.

[0068] 이에 따라, 제2 신호는 송신 단말(100)의 송신 신호와 제1 중계 단말(200)의 출력 신호가 결합된 형태로 표현될 수 있으며, 제2 신호가 제2 중계 단말(300)로 전송되는 통신로, 즉 채널이 제2 수신 채널(H_2)이 된다.

[0069] 여기서, 제2 수신 채널(H_2)은 송신 단말(100)과 제2 중계 단말(300)의 제1 안테나(310) 사이에 형성된 채널, 송신 단말(100)과 제2 중계 단말(300)의 제2 안테나(320) 사이에 형성된 채널, 제1 중계 단말(200)과 제2 중계 단말(300)의 제1 안테나(310) 사이에 형성된 채널 및 제1 중계 단말(200)과 제2 중계 단말(300)의 제2 안테나(320) 사이에 형성된 채널의 결합으로 나타난다.

[0070] 이러한, 제2 수신 채널(H_2)은 아래의 수학식 5와 같이 표현될 수 있다.

수학식 5

$$H_2 = \begin{pmatrix} h_{s2}^1 & h_{12}^1 \\ h_{s2}^2 & h_{12}^2 \end{pmatrix}$$

[0071]

[0072] 여기서, h_{s2}^1 은 제2 중계 단말(300)의 제1 안테나와 송신 단말(100) 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{12}^1 은 제2 중계 단말(300)의 제1 안테나와 제1 중계 단말(200) 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{s2}^2 은 제2 중계 단말(300)의 제2 안테나와 송신 단말(100) 사이에 형성된 채널을 의미하고, h_{12}^2 은 제2 중계 단말(300)의 제2 안테나와 제1 중계 단말(200) 사이에 형성된 채널을 의미한다.

[0073]

따라서, 제2 신호(Y_2)는 송신 단말(100)로부터 수신한 제2 송신 신호($x(k+1)$) 및 제1 중계 단말(200)로부터 수신한 제2 출력 신호($y_1(m)$) 성분을 아래의 수학식 5의 제2 수신 채널(H_2)과 함께 나타내면, 아래의 수학식 6과 같다.

수학식 6

$$Y_2 = H_2 \begin{pmatrix} x(k+1) \\ y_1(m) \end{pmatrix}$$

[0074]

[0075] 그리고, 제2 중계 단말(300)의 제1 안테나(310) 및 제2 안테나(320)로부터 형성되는 노이즈를 고려하면, 제2 신호는 아래의 수학식 7과 같이 표현된다.

수학식 7

$$Y_2 = H_2 \begin{pmatrix} x(k+1) \\ y_1(m) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} w_2^1(m) \\ w_2^2(m) \end{pmatrix}$$

[0076]

[0077] 여기서, $w_2^1(m)$ 은 제2 중계 단말(300)의 제1 안테나(310)로부터 형성되는 노이즈를 의미하고, $w_2^2(m)$ 는 제2 중계 단말(300)의 제2 안테나(320)로부터 형성되는 노이즈를 의미한다.

[0078]

한편, S230 단계에서, 제1 중계 단말(200)은 제1 안테나(210) 또는 제2 안테나(220)를 통해 제2 중계 단말(300) 및 수신 단말(400)로 신호를 전송한다. 예를 들어, 제1 중계 단말(200)은 S220 단계에서 생성한 제2 출력 신호를 제1 안테나(210)를 통해 제2 중계 단말로 전송함과 동시에 수신 단말(400)로 전송한다.

[0079]

S230 단계 후, 제2 중계 단말(300)은 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error), ML(Maximum Likelihood) 중에서 적어도 하나의 신호 검출 기법을 통해 제2 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 제1 중계 단말(200)로부터 전송된 신호를 제거한다(S240).

[0080]

예를 들어, 제2 중계 단말(200)이 신호 검출 기법인 ZF 기법을 통해 제1 신호로부터 간섭 성분에 해당하는 제2 중계 단말(300)로부터 전송된 신호(즉, 제2 출력 신호)를 제거하여 제3 출력 신호를 생성하는 경우, 제3 출력

신호는 아래의 수학적 식 8과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 8

$$\hat{X}_2 = (H^H H)^{-1} H^H H_2 \begin{pmatrix} x(k+1) \\ y_1(m) \end{pmatrix}$$

여기서, \hat{X}_2 은 제3 출력 신호를 의미하고, $(H^H H)^{-1} H^H$ 는 ZF 기법에 따른 간섭 신호 제거 행렬을 의미한다.

본 발명의 실시예에 따르면, S210 내지 S240 단계는 반복하여 수행될 수 있다. 예를 들어, 제3 출력 신호는 S210 단계에서 제1 출력 신호와 같은 역할을 할 수 있다.

이하에서는 도 5 내지 도 7을 통해 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템의 시뮬레이션 결과를 설명한다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션 환경을 설명하기 위한 도면이다.

도 5에 도시된 바와 같이, 송신 단말(100)과 제1 중계 단말(200) 사이의 거리(d_{s1}) 및 송신 단말(100)과 제2 중계 단말(300) 사이의 거리(d_{s2})를 5로 정규화하고, 제1 중계 단말(200)과 수신 단말(400) 사이의 거리(d_{1d}) 및 제2 중계 단말(300)과 수신 단말(400) 사이의 거리(d_{2d})를 1로 정규화하였다. 더불어, 송신 전력은 송신 단말(100)의 송신 전력이 제1 중계 단말(200) 및 제2 중계 단말(300)의 송신 전력에 비해 10배 큰 상황을 가정하여 시뮬레이션을 수행하였다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 신호 변조 방법 별 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.

도 6에 나타난 시뮬레이션에서는, 수신 단말(400)에서 신호의 간섭을 제거하는 기법 중 하나인 FIC(Full Interference Cancellation) 기법을 종래 기술로 이용하였으며, 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)은 신호 검출 기법으로 ZF 기법을 이용하였다. 그리고, 3개의 신호 변조 기법(BPSK, QPSK, 16-QAM)별로 종래 기술과 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)의 시뮬레이션 결과를 비교하였다.

도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)을 이용하는 경우, 종래 FIC 기법을 이용하는 경우보다 전체적으로 낮은 에러율(BER, Bit Error Rate)을 보여주고 있으며, 모든 변조 기법에 무관하게 종래 기술에 비해 높은 성능을 제공함을 알 수 있다.

또한, 신호대잡음비(SNR, Signal to Noise Ratio)가 높을수록 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)과 종래 FIC 기법 사이의 성능차가 더 커지고 있으며, 이는 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)이 주변 잡음에 더 강인하다는 것을 나타낸다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 신호 검출 방법 별 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

도 7에서는 종래 기술로 FIC 기법을 이용하였고, 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)에서는 신호 검출 기법으로 MMSE와 ML 기법을 이용하였다. 그리고 신호 변조 기법으로는 모두 QPSK 기법을 이용하였다.

도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)은 어떠한 신호 검출 기법을 이용하더라도 종래 수신 단말(400)에서 신호의 간섭을 제거하는 방법에 비해 높은 성능을 보여주고 있다.

이는, 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신 시스템(10)이 신호 검출 기법의 성능과 무관하게 종래 기법에 비해 높은 성능을 제공함을 나타낸다.

본 발명의 실시예에 따르면, 중계 기지국간의 신호 간섭을 중계 기지국에서 제거하여 수신 단말로 전송함으로써 데이터 전송의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

뿐만 아니라, 중계 기지국에서 신호 간섭을 제거하여 수신 단말로 전송하므로, 수신 단말에서는 신호 간섭 제거를 위한 시스템을 요구하지 않는다. 따라서, 수신 단말 구성의 복잡도 및 제조 단가를 낮출 수 있는 효과가 있다.

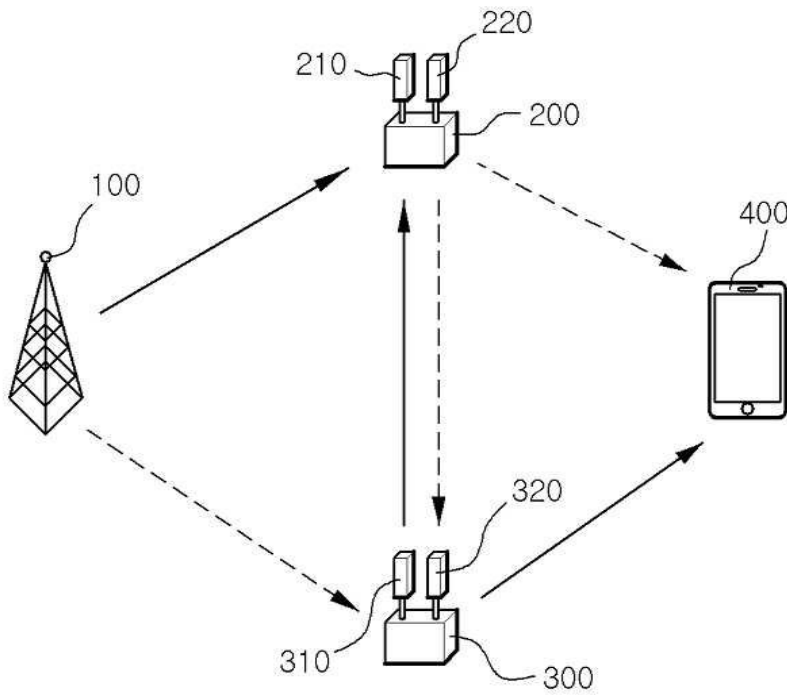
[0097] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

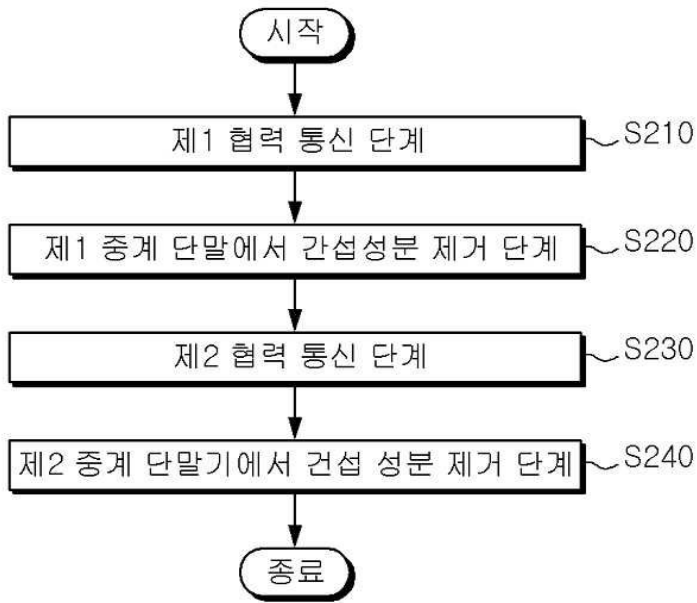
- [0098]
- | | |
|------------------------|------------------------|
| 10 : 협력 통신 시스템 | 100 : 송신 단말 |
| 200 : 제1 중계 단말 | 210 : 제1 중계 단말의 제1 안테나 |
| 220 : 제1 중계 단말의 제2 안테나 | |
| 300 : 제2 중계 단말 | 310 : 제2 중계 단말의 제1 안테나 |
| 320 : 제2 중계 단말의 제2 안테나 | |
| 400 : 수신 단말 | |

도면

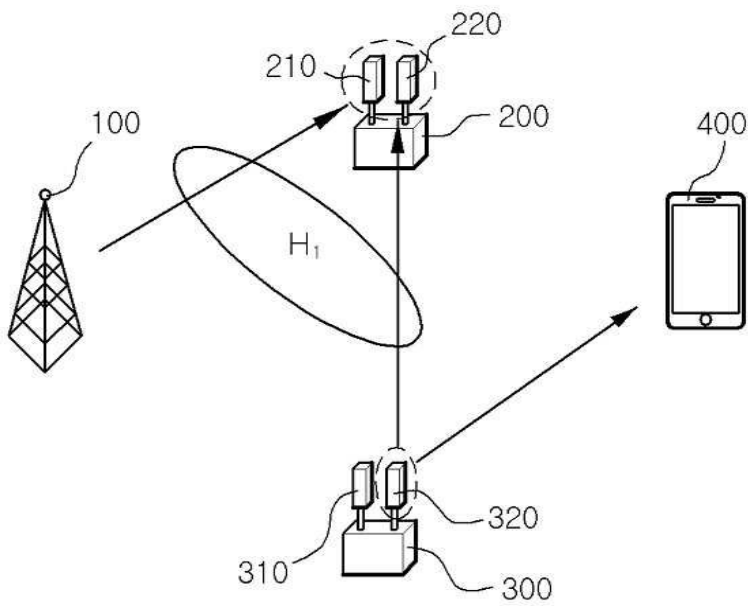
도면1



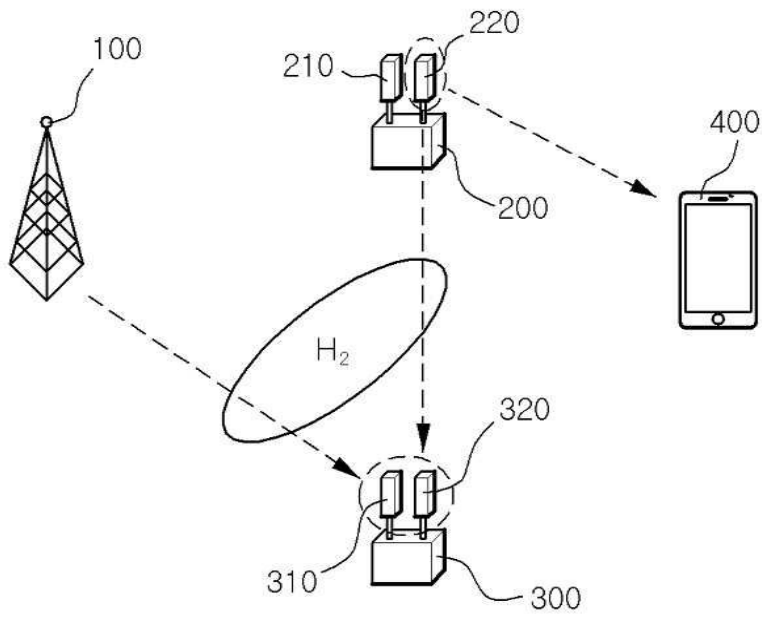
도면2



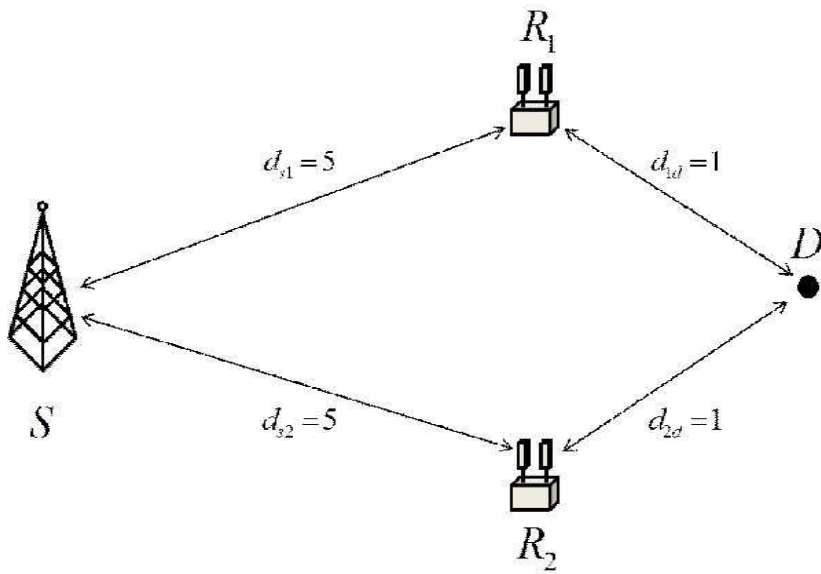
도면3



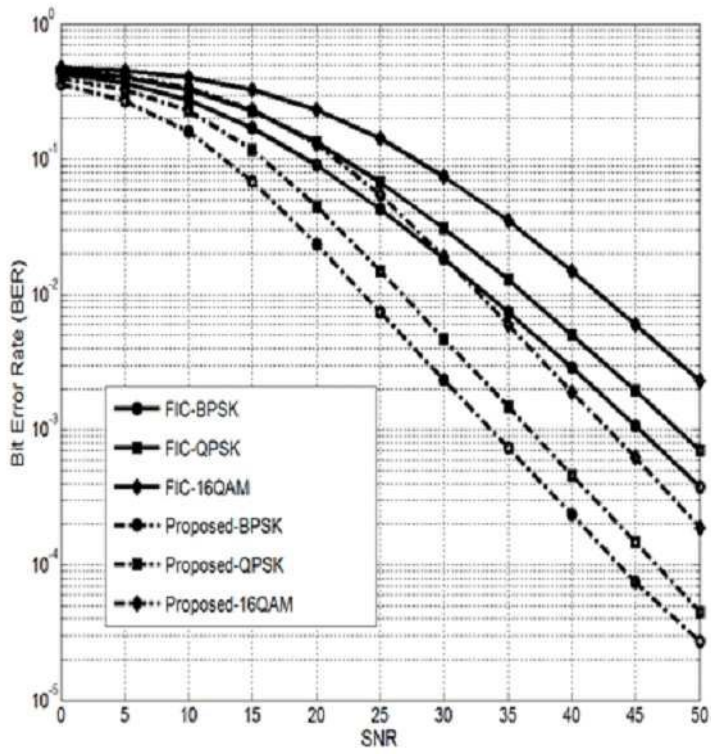
도면4



도면5



도면6



도면7

