(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0092908
(43) 공개일자 2019년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/0617 (2013.01)
H04B 7/0632 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0012201
(22) 출원일자 2018년01월31일
심사청구일자 2018년01월31일

(71) 출원인
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김태훈
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160
정방철
대전광역시 서구 관저동로90번길 15 관저리슈빌아파트 103동 602호
손웅
대전광역시 동구 우암로277번길 33-1
(74) 대리인
제일특허법인(유)

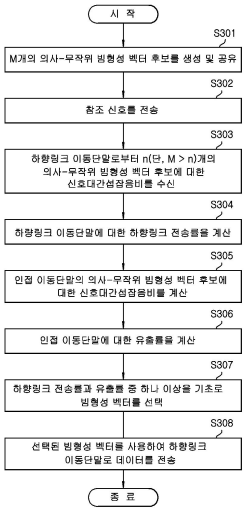
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **기지국 장치 및 그 빔포밍 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따라 하향링크 네트워크를 구성하는 하향링크 이동단말에 대한 기지국 장치의 빔포밍 방법은, 하향링크 이동단말로 데이터를 전송할 때에 사용할 수 있는 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성하는 단계와, 하향링크 이동단말에 대해 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 사용하는 경우의 하향링크 전송률과 하향링크 네트워크에 속하지 않는 인접 이동단말에 대한 유출률 중에서 하나 이상을 기초로 하여, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보로부터 빔형성 벡터를 선택하는 단계와, 선택된 빔형성 벡터를 사용하여 하향링크 이동단말로 데이터를 전송하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도3



명 세 서

청구범위

청구항 1

하향링크 네트워크를 구성하는 하향링크 이동단말에 대한 기지국 장치의 빔포밍 방법으로서,

상기 하향링크 이동단말로 데이터를 전송할 때에 사용할 수 있는 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성하는 단계와,

상기 하향링크 이동단말에 대해 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 사용하는 경우의 하향링크 전송률과 상기 하향링크 네트워크에 속하지 않는 인접 이동단말에 대한 유출률 중에서 하나 이상을 기초로 하여, 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보로부터 빔형성 벡터를 선택하는 단계와,

상기 선택된 빔형성 벡터를 사용하여 상기 하향링크 이동단말로 데이터를 전송하는 단계를 포함하는

빔포밍 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하향링크 이동단말이 채널 추정을 할 때에 이용할 수 있는 참조 신호를 전송하는 단계와,

상기 하향링크 이동단말에서 상기 참조 신호를 이용하여 얻은 하향링크 채널 벡터를 활용하여 계산한 상기 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비(SINR)를 수신하는 단계와,

상기 하향링크 이동단말로부터 수신된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 상기 하향링크 전송률을 계산하는 단계를 더 포함하는

빔포밍 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 신호대간섭잡음비를 수신하는 단계는, 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 n(단, M > n)개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 수신하는

빔포밍 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 신호대간섭잡음비를 수신하는 단계는, 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 신호대간섭잡음비가 높은 순으로 상기 n개까지의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 수신하는

빔포밍 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 인접 이동단말까지의 간섭 채널 벡터를 활용하여 상기 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비(SINR)를 계산하는 단계와,

상기 인접 이동단말에 대해 계산된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 상기 유출률을 계산하는 단계를 더 포함하는

빔포밍 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 하향링크 이동단말이 채널 추정을 할 때에 이용할 수 있는 참조 신호를 전송하는 단계와,

상기 하향링크 이동단말에서 상기 참조 신호를 이용하여 얻은 하향링크 채널 벡터를 활용하여 계산한 상기 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비(SINR)를 수신하는 단계와,

상기 하향링크 이동단말로부터 수신된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 상기 하향링크 전송률을 계산하는 단계와,

상기 인접 이동단말까지의 간섭 채널 벡터를 활용하여 상기 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 계산하는 단계와,

상기 인접 이동단말에 대해 계산된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 상기 유출률을 계산하는 단계를 더 포함하며,

상기 하향링크 전송률 및 상기 유출률을 기초로 상기 빔형성 벡터를 선택하는

빔포밍 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 하향링크 전송률과 상기 유출률의 차이를 기초로 상기 빔형성 벡터를 선택하는

빔포밍 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 상기 하향링크 전송률과 상기 유출률의 차이가 최대값을 갖는 상기 빔형성 벡터를 선택하는

빔포밍 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항의 빔포밍 방법을 프로세서가 수행하도록 하는

컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 10

하향링크 네트워크를 구성하는 하향링크 이동단말에 대한 빔포밍을 수행하는 기지국 장치로서,

상기 하향링크 이동단말과 데이터를 송수신하는 통신부와,

상기 통신부를 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는, 상기 하향링크 이동단말로 데이터를 전송할 때에 사용할 수 있는 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성하고, 상기 하향링크 이동단말에 대해 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 사용하는 경우의 하향링크 전송률과 상기 하향링크 네트워크에 속하지 않는 인접 이동단말에 대한 유출률 중에서 하나 이상을 기초로 하여, 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보로부터 빔형성 벡터를 선택하며, 상기 선택된 빔형성 벡터를 사용하여 상기 하향링크 이동단말로 데이터를 전송하도록 상기 통신부를 제어하는

기지국 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 하향링크 이동단말이 채널 추정을 할 때에 이용할 수 있는 참조 신호를 전송하도록 상기 통신부를 제어하며, 상기 하향링크 이동단말에서 상기 참조 신호를 이용하여 얻은 하향링크 채널 벡터를 활용하여 계산한 상기 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비(SINR)를 수신하도록 상기 통신부를 제어하고, 상기 하향링크 이동단말로부터 수신된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 상기 하향링크 전송률을 계산하는

기지국 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 통신부는, 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 n(단, M > n)개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 수신하는

기지국 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 통신부는, 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 신호대간섭잡음비가 높은 순으로 상기 n개까지의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 수신하는

기지국 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 인접 이동단말까지의 간섭 채널 벡터를 활용하여 상기 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비(SINR)를 계산하고, 상기 인접 이동단말에 대해 계산된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 상기 유출률을 계산하는

기지국 장치.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 하향링크 이동단말이 채널 추정을 할 때에 이용할 수 있는 참조 신호를 전송하도록 상기 통신부를 제어하고, 상기 하향링크 이동단말에서 상기 참조 신호를 이용하여 얻은 하향링크 채널 벡터를 활용하여 계산한 상기 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비(SINR)를 수신하도록 상기 통신부를 제어하며, 상기 하향링크 이동단말로부터 수신된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 상기 하향링크 전송률을 계산하고, 상기 인접 이동단말까지의 간섭 채널 벡터를 활용하여 상기 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 계산하며, 상기 인접 이동단말에 대해 계산된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 상기 유출률을 계산하고, 상기 하향링크 전송률 및 상기 유출률을 기초로 상기 빔형성 벡터를 선택하는

기지국 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 하향링크 전송률과 상기 유출률의 차이를 기초로 상기 빔형성 벡터를 선택하는

기지국 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 상기 하향링크 전송률과 상기 유출률의 차이가 최대값을 갖는 상기 빔형성 벡터를 선택하는

기지국 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 기지국 장치 및 그 빔포밍 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 하향링크 이동단말에 대한 빔포밍을 수행하는 기지국 장치와 그 기지국 장치에서 하향링크 이동단말에 대한 빔포밍을 수행하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 기지국 장치에서 하향링크 이동단말에 대해 채널 정보를 이용하여 빔포밍을 수행하는 기법들이 연구되고 있다.

[0003] 그런데, 이러한 기법들은 기지국 장치에서 빔포밍 후 하향링크 이동단말로 데이터를 전송하기 전에 하향링크 이동단말도 빔에 대한 정보를 알고 있어야만 효율을 향상시킬 수 있으며, 이로 인해 기지국 장치와 하향링크 이동단말 간의 빔 정보 교환 시간이 필요하다.

[0004] 또, 하향링크 이동단말들은 스케쥴링에 필요한 빔에 대한 피드백 정보를 기지국 장치에게 알려야 하며, 이로 인해 요구되는 피드백 비트수는 하향링크 이동단말의 수에 따라 급격히 증가하며, 다중 빔 후보가 많아질수록 더욱 급격히 증가된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1439756호, 등록일자 2014년 09월 02일.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 의사-무작위 기반의 빔형성 기법을 적용하여 하향링크 이동단말에 대한 빔포밍을 수행하는 기지국 장치와 그 기지국 장치에서 하향링크 이동단말에 대한 빔포밍을 수행하는 방법을 제공한다.

[0007] 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 관점에 따르면, 하향링크 네트워크를 구성하는 하향링크 이동단말에 대한 기지국 장치의 빔포밍 방법은, 상기 하향링크 이동단말로 데이터를 전송할 때에 사용할 수 있는 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성하는 단계와, 상기 하향링크 이동단말에 대해 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 사용하는 경우의 하향링크 전송률과 상기 하향링크 네트워크에 속하지 않는 인접 이동단말에 대한 유출률 중에서 하나 이상을 기초로 하여, 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보로부터 빔형성 벡터를 선택하는 단계와, 상기 선택된 빔형성 벡터를 사용하여 상기 하향링크 이동단말로 데이터를 전송하는 단계를 포함한다.

[0009] 다른 관점에 따르면, 하향링크 네트워크를 구성하는 하향링크 이동단말에 대한 빔포밍을 수행하는 기지국 장치는, 상기 하향링크 이동단말과 데이터를 송수신하는 통신부와, 상기 통신부를 제어하는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는, 상기 하향링크 이동단말로 데이터를 전송할 때에 사용할 수 있는 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터

후보를 생성하고, 상기 하향링크 이동단말에 대해 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 사용하는 경우의 하향링크 전송률과 상기 하향링크 네트워크에 속하지 않는 인접 이동단말에 대한 유출률 중에서 하나 이상을 기초로 하여, 상기 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보로부터 빔형성 벡터를 선택하며, 상기 선택된 빔형성 벡터를 사용하여 상기 하향링크 이동단말로 데이터를 전송하도록 상기 통신부를 제어한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 의사-무작위 기반의 빔형성 기법을 적용하여 하향링크 이동단말에 대한 빔포밍을 수행함으로써 기지국 장치와 하향링크 이동단말 간의 빔 정보 교환 시간을 줄여서 전송률이 향상되도록 한다.

[0011] 아울러, 다중 빔 후보를 사용함으로써 소수의 하향링크 이동단말이 존재하더라도 다수가 존재하는 것과 같은 다이버시티 효과를 얻을 수 있다.

[0012] 또, 하향링크 이동단말이 다중 빔 후보에 대해 스케쥴링에 필요한 빔에 대한 피드백 정보를 모두 제공하지 않고 일부의 후보에 대해서만 피드백 정보를 제공하는 기회적 피드백을 적용하여 사용자 당 피드백 비트수를 감소시킴으로써 채널 백홀 용량이 증가되게 한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치를 포함하는 무선 통신 시스템의 네트워크 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치의 블록 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔포밍 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 범주는 청구항에 의해 정의될 뿐이다.

[0015] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 실제로 필요한 경우 외에는 생략될 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치를 포함하는 무선 통신 시스템의 네트워크 구성도이다.

[0017] 도 1에 나타낸 바와 같이 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템은 다중 안테나를 갖는 기지국 장치(100)와 단일 안테나를 갖는 하향링크 이동단말(10)을 포함한다. 그리고, 하향링크 전송이 일어나는 셀 주변에 비공인된 인접 이동단말(20)이 존재할 수 있다.

[0018] N_t개의 안테나를 갖는 기지국 장치(100)는 하향링크로 데이터 전송을 하며, 단일 안테나를 갖는 N_i개의 하향링크 이동단말(10) 중에서 1개를 선택하여 메시지 x를 전송한다.

[0019] 기지국 장치(101)에서 하향링크 이동단말(10)들과 인접 이동단말(20)까지의 무선 채널에 대한 정보를 미리 획득하여 알고 있다고 가정하면, 시간 t에서 기지국 장치(100)로부터 하향링크 이동단말(10)에서 수신하는 신호($y_{d,i}^{[m]}$)는 $i \in \{1, \cdots, N_i\}$에 대해서 수학식 1과 같고, 인접 이동단말(20)에서 수신하는 신호($y_{e,j}^{[m]}$)는 $j \in \{1, \cdots, N_j\}$에 대해서 수학식 2와 같다.

수학식 1

[0020] $$y_{d,i}^{[m]} = h_{d,i} v^{[m]} x + z_i$$

수학식 2

[0021] $$y_{e,i}^{[m]} = h_{e,i} v^{[m]} x + z_i$$

[0022] 여기서, $h_{d,i}$는 기지국 장치(100)로부터 i번째 하향링크 이동단말(10)까지의 무선 채널의 $1\times N_t$ 벡터이며, $h_{e,j}$는 기지국 장치(100)로부터 인접 이동단말(20)까지의 무선 채널의 $1\times N_t$ 벡터를 나타낸다. $v^{[m]}$은 기지국 장치(100)에서 사용하는 m번째 송신 빔형성 $N_t\times 1$ 벡터를 나타내며, 의사-무작위 코드를 기반으로 총 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성한다. 또한 기지국 장치(100)에서 생성한 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 사전에 하향링크 이동단말(10)들이 이미 알고 있다고 가정한다. z_i는 i번째 하향링크 이동단말(10)에서의 가우시안 백색 잡음이고, z_j는 인접 이동단말(20)에서의 가우시안 백색 잡음이다. x는 기지국 장치(100)가 전송하는 메시지에 대응하는 전송 신호를 나타내며, 송신 전력이 P로 제한되었다고 가정한다.

[0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치의 블록 구성도이다.

[0024] 도 2에 나타낸 바와 같이 일 실시예에 따른 기지국 장치(100)는 하향링크 이동단말과 데이터를 송수신하는 통신부(110), 이러한 통신부(110)를 제어하는 제어부(120)를 포함한다.

[0025] 도 1 및 도 2를 참조하면, 제어부(120)는 하향링크 이동단말(10)로 데이터를 전송할 때에 사용할 수 있는 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성하고, 하향링크 이동단말(10)에 대해 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 사용하는 경우의 하향링크 전송률과 하향링크 네트워크에 속하지 않는 인접 이동단말(20)에 대한 유출률 중에서 하나 이상을 기초로 하여, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보로부터 빔형성 벡터를 선택하며, 선택된 빔형성 벡터를 사용하여 하향링크 이동단말(10)로 데이터를 전송하도록 통신부(110)를 제어한다.

[0026] 이러한 제어부(120)는 하향링크 이동단말(10)이 채널 추정을 할 때에 이용할 수 있는 참조 신호를 전송하도록 통신부(110)를 제어하며, 하향링크 이동단말(10)에서 참조 신호를 이용하여 얻은 하향링크 채널 벡터를 활용하여 계산한 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비(Signal to Interference plus Noise Ratio, SINR)를 수신하도록 통신부(110)를 제어하고, 하향링크 이동단말(10)로부터 수신된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 하향링크 전송률을 계산한다. 여기서, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 n(단, M > n)개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비가 수신된다. 예컨대, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비 중 높은 순으로 n개까지 수신된다.

[0027] 아울러, 제어부(120)는 인접 이동단말(20)까지의 간섭 채널 벡터를 활용하여 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 계산하고, 인접 이동단말(20)에 대해 계산된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 유출률을 계산한다.

[0028] 예컨대, 제어부(120)는 하량링크 전송률 및 유출률을 모두 고려하여 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 최적 빔형성 벡터를 선택할 수 있으며, 하향링크 전송률과 유출률의 차이가 최대값을 갖는 빔형성 벡터를 선택할 수 있다.

[0029] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔포밍 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0030] 이에 나타낸 바와 같이 일 실시예에 따른 빔포밍 방법은 하향링크 이동단말로 데이터를 전송할 때에 사용할 수 있는 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성하는 단계(S301)를 포함한다.

[0031] 이어서, 일 실시예에 따른 빔포밍 방법은 하향링크 이동단말이 채널 추정을 할 때에 이용할 수 있는 참조 신호를 전송하는 단계(S302)를 더 포함한다.

[0032] 그리고, 일 실시예에 따른 빔포밍 방법은 하향링크 이동단말에서 참조 신호를 이용하여 얻은 하향링크 채널 벡터를 활용하여 계산한 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 수신하는 단계(S303)를 더 포함한다. 예컨대, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 n(단, M > n)의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비가 수신될 수 있으며, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비 중 높은 순으로 n개까지 수신될 수 있다.

[0033] 아울러, 일 실시예에 따른 빔포밍 방법은 하향링크 이동단말로부터 수신된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대

한 신호대간섭잡음비를 이용하여 하향링크 전송률을 계산하는 단계(S304)를 더 포함한다.

[0034] 또, 일 실시예에 따른 빔포밍 방법은 인접 이동단말까지의 간섭 채널 벡터를 활용하여 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 계산하는 단계(S305)를 더 포함한다.

[0035] 이어서, 일 실시예에 따른 빔포밍 방법은 인접 이동단말에 대해 계산된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 유출률을 계산하는 단계(S306)를 더 포함한다.

[0036] 그리고, 일 실시예에 따른 빔포밍 방법은 하향링크 전송률과 유출률 중 하나 이상을 기초로 하여 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 최적의 빔형성 벡터를 선택하는 단계(S307)를 더 포함한다. 예컨대, 하향링크 전송률과 유출률을 모두 고려하여 최적의 빔형성 벡터를 선택할 수 있으며, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 하향링크 전송률과 유출률의 차이가 최대값을 갖는 빔형성 벡터를 선택할 수 있다.

[0037] 다음으로, 선택된 빔형성 벡터를 사용하여 하향링크 이동단말로 데이터를 전송하는 단계(S308)를 더 포함한다.

[0038] 이하, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치가 하향링크 이동단말에 대한 빔포밍을 수행하는 방법에 대해 더 자세히 살펴보기로 한다.

[0039] 먼저, 기지국 장치(100)의 제어부(120)는 하향링크 이동단말(10)로 데이터를 전송할 때에 사용할 수 있는 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성한다(S301). 예컨대, 제어부(120)는 의사-무작위 코드를 기반으로 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성할 수 있으며, 이렇게 기지국 장치(100)에서 생성한 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 사전에 하향링크 이동단말(10)들과 공유할 수 있다.

[0040] 이어서, 제어부(120)는 하향링크 이동단말(10)이 채널 추정을 할 때에 이용할 수 있는 참조 신호를 전송하도록 기지국 장치(100)의 통신부(110)를 제어하며, 통신부(110)는 제어부(120)의 제어에 따라 하향링크 이동단말(10)로 참조 신호를 전송한다(S302).

[0041] 이후, 하향링크 이동단말(10)은 기지국 장치(100)로부터 참조 신호를 수신하며, 참조 신호를 이용하여 얻은 하향링크 채널 벡터를 활용하여 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 수학식 3을 이용하여 계산하며, 계산된 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 기지국 장치(100)에게 피드백한다.

수학식 3

[0042] $$SINR_{d,i}^{[m]} = \frac{|\boldsymbol{h}_{d,i}\boldsymbol{v}^{[m]}|^2}{N_0}, \forall\ m$$

[0043] 여기서, 하향링크 이동단말(10)은 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비와 해당하는 빔형성 벡터의 참조 번호를 기지국 장치(100)에게 피드백할 수 있으며, 모든 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 피드백하지 않고 일부의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대해서만 피드백하는 기회적 피드백을 수행할 수도 있다. 예컨대, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비 중 높은 순으로 n(단, M > n)개까지의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비와 해당하는 빔형성 벡터의 참조 번호를 기지국 장치(100)에게 피드백할 수 있다.

[0044] 하향링크 이동단말(10)에서 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비와 빔형성 벡터의 참조번호를 피드백할 경우에는 수학식 4와 같은 사용자 당 피드백 비트 수(F_M)를 요구한다.

수학식 4

[0045] $$F_M = MQ$$

[0046] 여기서, Q는 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 피드백하기 위한 양자화에 요구되는 비트 수를 나타낸다.

[0047] 하지만, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 높은 순으로 n(단, M > n)개까지의 의사-무작위 빔형성 벡터

후보에 대한 신호대간섭잡음비와 해당하는 빔형성 벡터의 참조 번호를 기지국 장치(100)에게 피드백할 수 경우에는 수학식 5와 같은 사용자 당 피드백 비트 수(F_n)를 요구한다.

수학식 5

[0048] $$F_n = n(\log_2 M + Q)$$

[0049] 이렇게 하향링크 이동단말(10)에서 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비의 피드백이 수행되면, 통신부(110)는 제어부(120)의 제어에 따라 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 수신한다. 이때, 앞서 설명한 바와 같이 하향링크 이동단말(10)이 기회적 피드백을 수행하면, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 n(단, M > n)개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비가 수신될 수 있으며, M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비 중 높은 순으로 n개까지 수신될 수 있다(S303).

[0050] 다음으로, 제어부(120)는 하향링크 이동단말(10)로부터 수신된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 하향링크 전송률을 수학식 6을 통해 계산한다(S304).

수학식 6

[0051] $$R_{d,rate}^{[m]} = \log_2\left(1 + \underset{1 \le i \le N_d}{\max} SINR_{d,i}^{[m]}\right), \forall\ m$$

[0052] 한편, 제어부(120)는 인접 이동단말(20)까지의 간섭 채널 벡터를 활용하여 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 수학식 7을 통해 계산할 수 있다(S305).

수학식 7

[0053] $$SINR_{e,j}^{[m]} = \frac{|\boldsymbol{h}_{e,j}\boldsymbol{v}^{[m]}|^2}{N_0}, \forall\ m$$

[0054] 이어서, 제어부(120)는 인접 이동단말(20)에 대해 계산된 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 이용하여 유출률을 수학식 8을 통해 계산한다(S306).

수학식 8

[0055] $$R_{e,rate}^{[m]} = \log_2\left(1 + \underset{1 \le j \le N_e}{\max} SINR_{e,i}^{[m]}\right), \forall\ m$$

[0056] 다음으로, 제어부(120)는 하향링크 전송률과 유출률 중 하나 이상을 기초로 하여 M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보 중 최적 빔형성 벡터의 참조 번호를 수학식 9를 이용해 선택할 수 있다(S307).

수학식 9

[0057] $$\hat{m} = \underset{m}{\arg max}\left(R_{d,rate}^{[m]} - R_{e,rate}^{[m]}\right)$$

[0058] 여기서, 하향링크 전송률과 유출률을 모두 고려하여 최적의 빔형성 벡터를 선택할 수 있으며, M개의 의사-무작

위 빔형성 벡터 후보 중 하향링크 전송률과 유출률의 차이가 최대값을 갖는 빔형성 벡터는 $V^{[\hat{m}]}$ 이다.

[0059] 다음으로, 제어부(120)는 통신부(110)를 제어하여 선택된 빔형성 벡터를 사용하여 하향링크 이동단말(10)로 데이터를 전송한다(S308). 이때, 수학식 10과 같은 기밀 전송률을 얻을 수 있다.

수학식 10

[0060] $$R_{s,rate}^{[\hat{m}]} = R_{d,rate}^{[\hat{m}]} - R_{e,rate}^{[\hat{m}]}$$

[0061] 지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 의하면, 의사-무작위 기반의 빔형성 기법을 적용하여 하향링크 이동단말(10)에 대한 빔포밍을 수행함으로써 기지국 장치(100)와 하향링크 이동단말(10) 간의 빔 정보 교환 시간을 줄여서 전송률이 향상되도록 한다.

[0062] 아울러, 다중 빔 후보를 사용함으로써 소수의 하량링크 이동단말(10)이 존재하더라도 다수가 존재하는 것과 같은 다이버시티 효과를 얻을 수 있다.

[0063] 또, 하향링크 이동단말(10)이 다중 빔 후보에 대해 스케쥴링에 필요한 빔에 대한 피드백 정보를 모두 제공하지 않고 일부의 후보에 대해서만 피드백 정보를 제공하는 기회적 피드백을 적용하여 사용자 당 피드백 비트수를 감소시킴으로써 채널 백홀 용량이 증가되게 한다.

[0064] 본 발명에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0065] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0066] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

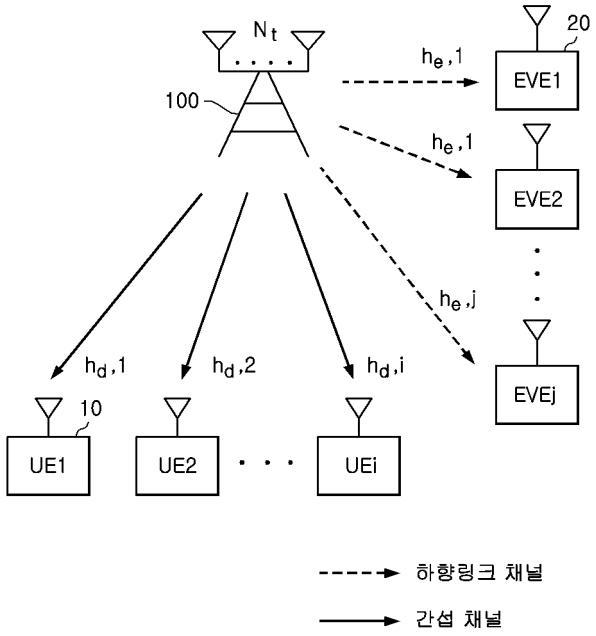
[0067] 100 : 기지국 장치

110 : 통신부

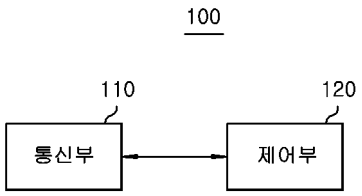
120 : 제어부

도면

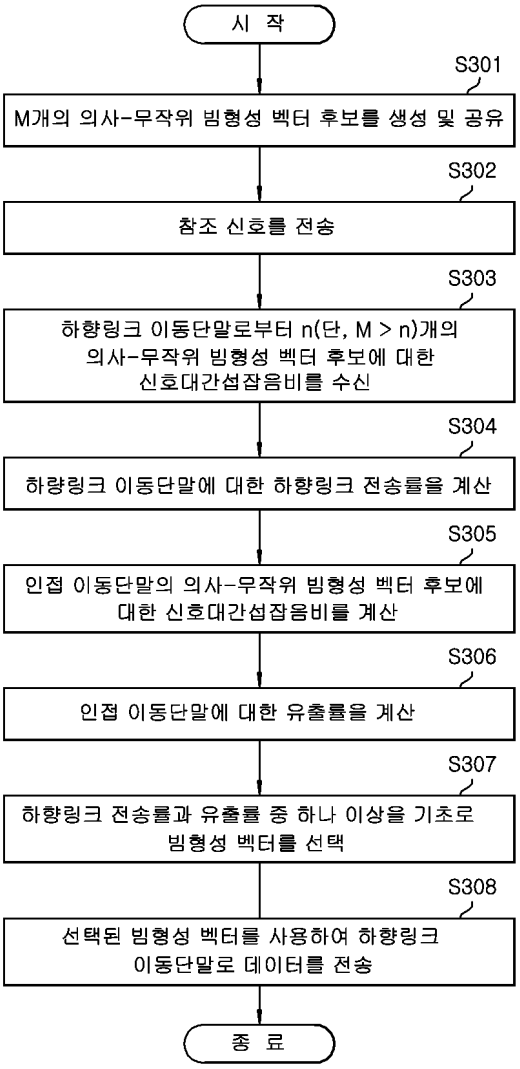
도면1


Nt
100
20
he,1
EVE1
he,1
EVE2
he,j
EVEj
hd,1
hd,2
hd,i
10
UE1
UE2
UEi
하향링크 채널
간섭 채널

도면2


100
110
120
통신부
제어부

도면3


시 작
S301
M개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보를 생성 및 공유
S302
참조 신호를 전송
S303
하향링크 이동단말로부터 n(단, M > n)개의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 수신
S304
하향링크 이동단말에 대한 하향링크 전송률을 계산
S305
인접 이동단말의 의사-무작위 빔형성 벡터 후보에 대한 신호대간섭잡음비를 계산
S306
인접 이동단말에 대한 유출률을 계산
S307
하향링크 전송률과 유출률 중 하나 이상을 기초로 빔형성 벡터를 선택
S308
선택된 빔형성 벡터를 사용하여 하향링크 이동단말로 데이터를 전송
종 료