



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0062592
(43) 공개일자 2015년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 15/02 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0147411
(22) 출원일자 2013년11월29일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
유형열
서울특별시 종로구 율곡로30길 12-16
이충용
서울특별시 서초구 서초중앙로24길 43 유원아파트
104동 1803호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주, 김정훈


전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 백홀을 통하여 기지국들 간 정보를 공유하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명이 제공하는 복수개의 기지국들을 포함하며, 백홀을 통하여 기지국들 간 정보를 공유하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법은, 다른 기지국의 수신 신호에 대한 SA(scale and angle) 심볼 정보를 백홀로부터 수신하는 과정과, 현재 기지국의 수신 신호에서 상기 수신한 SA 심볼 정보를 이용하여 셀 간 간섭을 제거하는 과정을 포함하며, 상기 SA 심볼 정보는, 상기 다른 기지국이 수신한 신호에 대한 경관정 심볼 값과, 상기 경관정 심볼의 크기와 위상의 변경을 위한 {크기, 위상} 값을 포함함을 특징으로 한다.

대표도 - 도9



(72) 발명자

최일규

서울특별시 양천구 목동서로2길 22 한신청구아파트
102동 1002호

이효진

경기도 수원시 영통구 영통로331번길 58-7 레미안
302호

지형주

서울특별시 송파구 올림픽로 99 잠실엘스아파트
107동 702호

김윤선

경기도 성남시 분당구 내정로 186 파크타운대림아
파트 103동 803호

명세서

청구범위

청구항 1

복수개의 기지국들을 포함하며, 백홀을 통하여 기지국들 간 정보를 공유하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법에 있어서,

다른 기지국의 수신 신호에 대한 SA(scale and angle) 심볼 정보를 백홀로부터 수신하는 과정과,

현재 기지국의 수신 신호에서 상기 수신한 SA 심볼 정보를 이용하여 셀 간 간섭을 제거하는 과정을 포함하며,

상기 SA 심볼 정보는, 상기 다른 기지국이 수신한 신호에 대한 경관정 심볼 값과, 상기 경관정 심볼의 크기와 위상의 변경을 위한 {크기, 위상} 값을 포함함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 SA 심볼 정보를 수신하는 과정 이전에,

상기 다른 기지국의 셀 간 간섭 제거 능력을 고려하여, 상기 현재 기지국의 최종 신호 대 간섭 비(SINR)를 결정하는 과정과,

상기 결정된 SINR에 기초하여 부호율 및 변조 차수(MCS) 정보를 결정하는 과정과,

상기 결정된 MCS 정보를 사용자 단말에 송신하고, 상기 MCS 정보에 따라 송신된 상향링크 데이터를 상기 사용자 단말로부터 수신하는 과정을 더 포함하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 현지 기지국의 신호 대 간섭 비를 결정하는 과정은,

상기 사용자 단말로부터 기준 신호를 수신하는 과정과,

상기 기준 신호를 이용하여 제1 SINR을 결정하는 과정과,

상기 현재 기지국에 미리 저장된 ICT(interference cancellation table) 테이블로부터, 상기 결정된 제1 SINR 값에 대응하는 제1 ICT 인덱스를 결정하는 과정과,

상기 결정된 제1 ICT인덱스를 상기 백홀로 송신하는 과정을 더 포함하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 백홀로부터 상기 다른 기지국의 ICT 인덱스를 수신하는 과정과,

상기 다른 기지국의 제1 ICT 인덱스를 고려하여, 상기 다른 기지국에 의한 간섭을 제거한 이후의 신호 대 간섭 비인 제2 SINR을 결정하는 과정을 더 포함하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 ICT 테이블로부터, 상기 제1 SINR과 상기 제2 SINR을 고려하여 제2 ICT 인덱스를 결정하고, 상기 결정된 제2 ICT 인덱스를 상기 백홀로 송신하고, 상기 백홀로부터 상기 다른 기지국의 제2 ICT 인덱스를 수신하는 과정을 반복하는 과정을 더 포함하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 반복하는 과정은,

상기 백홀로부터 기지국 협력 완료 메시지를 수신하거나, 또는 상기 제2 ICT 인덱스를 소정 횟수만큼 수신하면, 종료됨을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 7

제 3항에 있어서, 상기 ICT 테이블은,

셀 간 간섭 제거 전의 SINR 인덱스와, 셀 간 간섭 제거 후의 SINR 인덱스와, 상기 두 개의 SINR 인덱스에 대응하는 ICT 인덱스를 포함함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 ICT 테이블은,

상기 경관정 심볼의 크기와 위상의 변경을 위한 소정 개수의 {크기, 위상} 집합과, 해당 기지국의 간섭 제거 능력을 나타내는 정보를 더 포함함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 {크기, 위상} 값은,

상기 수신 신호에 대한 연관정 심볼 값과, 상기 SA 심볼 값의 차이가 최소가 되도록 하는 {크기, 위상}값으로 결정됨을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 10

복수개의 기지국들을 포함하며, 백홀을 통하여 기지국들 간 정보를 공유하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 기지국 장치에 있어서,

다른 기지국의 수신 신호에 대한 SA(scale and angle) 심볼 정보를 백홀로부터 수신하는 수신부와,

현재 기지국의 수신 신호에서 상기 수신한 SA 심볼 정보를 이용하여 셀 간 간섭을 제거하는 간섭 제거부를 포함하며,

상기 SA 심볼 정보는, 상기 다른 기지국이 수신한 신호에 대한 경관정 심볼 값과, 상기 경관정 심볼의 크기와 위상의 변경을 위한 {크기, 위상} 값을 포함함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 기지국 장치는,

상기 SA 심볼 정보를 수신하기 이전에, 상기 다른 기지국의 셀 간 간섭 제거 능력을 고려하여, 상기 현재 기지국의 최종 신호 대 간섭 비(SINR)를 결정하고, 상기 결정된 SINR에 기초하여 부호율 및 변조 차수(MCS) 정보를 결정하고, 상기 결정된 MCS 정보를 송신부를 통하여 사용자 단말에 송신하도록 제어하고, 상기 MCS 정보에 따라 송신된 상향링크 데이터를 상기 사용자 단말로부터 수신부를 통하여 수신하도록 제어하는 제어부를 더 포함하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 사용자 단말로부터 기준 신호를 상기 수신부를 통하여 수신하고, 상기 기준 신호를 이용하여 제1 SINR을 결정하고, 상기 현재 기지국의 저장부에 미리 저장된 ICT(interference cancellation table) 테이블로부터, 상기 결정된 제1 SINR 값에 대응하는 제1 ICT 인덱스를 결정하고, 상기 결정된 제1 ICT인덱스를 상기 백홀로 송신하도록 제어함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 백홀로부터 상기 다른 기지국의 ICT 인덱스를 수신하고, 상기 다른 기지국의 제1 ICT 인덱스를 고려하여, 상기 다른 기지국에 의한 간섭을 제거한 이후의 신호 대 간섭 비인 제2 SINR을 결정함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 ICT 테이블로부터, 상기 제1 SINR과 상기 제2 SINR을 고려하여 제2 ICT 인덱스를 결정하고, 상기 결정된 제2 ICT 인덱스를 상기 백홀로 송신하고, 상기 백홀로부터 상기 다른 기지국의 제2 ICT 인덱스를 수신하는 과정을 반복함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 백홀로부터 기지국 협력 완료 메시지를 수신하거나, 또는 상기 제2 ICT 인덱스를 소정 횟수만큼 수신하면, 상기 반복을 종료함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치.

청구항 16

제 12항에 있어서, 상기 ICT 테이블은,

셀 간 간섭 제거 전의 SINR 인덱스와, 셀 간 간섭 제거 후의 SINR 인덱스와, 상기 두 개의 SINR 인덱스에 대응하는 ICT 인덱스를 포함함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치.

청구항 17

제 16항에 있어서, 상기 ICT 테이블은,

상기 경관정 심볼의 크기와 위상의 변경을 위한 소정 개수의 {크기, 위상} 집합과, 해당 기지국의 간섭 제거 능력을 나타내는 정보를 더 포함함을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치.

청구항 18

제 10항에 있어서, 상기 {크기, 위상} 값은,

상기 수신 신호에 대한 연관정 심볼 값과, 상기 SA 심볼 값의 차이가 최소가 되도록 하는 {크기, 위상}값으로 결정됨을 특징으로 하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 장치.

청구항 19

복수개의 기지국들을 포함하는 멀티 셀 시스템에서 상기 기지국들 간 정보를 공유하기 위한 백홀에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법에 있어서,

상기 복수개의 기지국들로부터 각 기지국들의 ICT 인덱스(interference cancellation table)들을 수신하는 과정과,

상기 수신한 ICT 인덱스들을 이용하여, 상기 기지국들 중 임의의 기지국을 제외한 다른 기지국들의 ICT 인덱스를 상기 임의의 기지국으로 송신하는 과정을 포함하며,

상기 ICT 인덱스는, 각 기지국들의 현재 ICT 인덱스를 재결정하는 데 사용되기 위한 것임을 특징으로 하는 백홀에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 다른 기지국들의 ICT 인덱스를 반영하여 재결정된 각 기지국들의 ICT 인덱스를 수신하고, 상기 재결정된 각 기지국들의 ICT 인덱스를 이용하여 상기 다른 기지국들의 ICT 인덱스를 상기 임의의 기지국으로 송신함을 반복하는 과정을 더 포함하는 백홀에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 21

제19항에 있어서, 상기 반복하는 과정은,

상기 멀티 셀 시스템에 포함된 모든 기지국들의 ICT 인덱스의 값이 변경되지 않을 경우 종료됨을 특징으로 하는 백홀에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 모든 기지국들의 ICT 인덱스의 값이 변경되지 않을 경우, 상기 임의의 기지국으로 기지국들 간의 협력 통신이 완료되었음을 의미하는 메시지를 송신하는 과정을 더 포함하는 백홀에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

청구항 23

제19항에 있어서, 상기 반복하는 과정은,

미리 결정된 횟수 이내에서 반복됨을 특징으로 하는 백홀에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 백홀을 통하여 기지국들 간 정보를 공유하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하기 위한 방법과 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] IEEE 802.11n(WiFi), IEEE 802.16e(WiMAX), 3GPP LTE-A와 같은 무선 통신 표준에서는 MIMO(multiple-input multiple-output) 안테나 기법이 사용되고 있다. MIMO 기법은 송수신기에서 다수의 안테나를 설치하여, 추가적인 주파수나 시간 자원을 사용하지 않고서도 채널 용량과 신호 송수신 시의 신뢰도를 증가시킬 수 있다. 참고로 채널 용량과 신뢰도는 각각 송수신 안테나의 개수 중 적은 쪽의 안테나의 개수와, 송수신 안테나 개수의 곱에 선형적으로 비례한다.

[0003] 한편, 다중 셀 환경에서는, 통신 자원이 제한 하에서 급격히 증가하는 통신 수요를 충족시키기 위하여 인접한 셀 간의 자원을 재사용하는 것이 불가피하다. 이로 인해 셀 간 간섭이 발생한다. 이로 인하여 MIMO 방식에서 실제의 이득값은 이론적인 이득값에 미치지 못하게 된다.

[0004] 상술한 이유로 인하여 다중 셀 환경에서는 셀 간 간섭을 감소시키기 위한 기법을 사용하는 것이 필수적이다. 한편, 현재 무선 통신 시스템을 고려하면 상향링크에서 발생하는 셀 간 간섭을 사용자 단말 측에서 감소시키는 것은 어렵다. 따라서 통상적으로 상향 링크에서 셀 간 간섭을 제거하는 기법은 기지국에서 이루어져야 하는 것이 일반적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 최근에 상용화된 무선통신 시스템인 LTE-A 에서는 기지국들 간을 고속 백홀 망으로 연결하여 기지국들끼리 필요한 정보를 주고받아 상향 링크의 셀 간 간섭을 감소시키는 것이 가능하다. 이 때의 기지국들끼리 공유되는 정보는 기지국의 채널 추정 정보, 기지국의 수신 신호 등이 될 수 있다. 그러나 기지국들 간을 연결하는 백홀 망의 데이터 송수신 용량은 일정한 범위로 제한되어 있다. 따라서 기지국들 간에 공유되는 정보는 백홀 망의 용량과 셀 간 간섭을 감소시키는 효율을 감안하여 선택되어야 한다.

[0006] 본 발명의 실시예는 멀티 셀 무선 통신 시스템에서 백홀 망을 통하여 기지국들 간의 상향링크에서의 셀 간 간섭을 감소하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

[0007] 또한, 본 발명의 실시예는 멀티 셀 무선 통신 시스템에서 백홀 망의 데이터 용량을 고려하여 상향링크의 셀 간 간섭을 효율적으로 감소시키기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 실시예가 제공하는 기지국들을 포함하며, 백홀을 통하여 기지국들 간 정보를 공유하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법은, 다른 기지국의 수신 신호에 대한 SA(scale and angle) 심볼 정보를 백홀로부터 수신하는 과정과, 현재 기지국의 수신 신호에서 상기 수신한 SA 심볼 정보를 이용하여 셀 간 간섭을 제거하는 과정을 포함하며, 상기 SA 심볼 정보는, 상기 다른 기지국이 수신한 신호에 대한 경관정 심볼 값과, 상기 경관정 심볼의 크기와 위상의 변경을 위한 {크기, 위상} 값을 포함한다.
- [0009] 여기서, SA 심볼 정보를 수신하는 과정 이전에, 상기 다른 기지국의 셀 간 간섭 제거 능력을 고려하여, 상기 현재 기지국의 최종 신호 대 간섭 비(SINR)를 결정하는 과정과, 상기 결정된 SINR에 기초하여 부호율 및 변조 차수(MCS) 정보를 결정하는 과정과, 상기 결정된 MCS 정보를 사용자 단말에 송신하고, 상기 MCS 정보에 따라 송신된 상향링크 데이터를 상기 사용자 단말로부터 수신하는 과정을 더 포함한다.
- [0010] 한편, 상기 현재 기지국의 신호 대 간섭 비를 결정하는 과정은, 상기 사용자 단말로부터 기준 신호를 수신하는 과정과, 상기 기준 신호를 이용하여 제1 SINR을 결정하는 과정과, 상기 현재 기지국에 미리 저장된 ICT(interference cancellation table) 테이블로부터, 상기 결정된 제1 SINR 값에 대응하는 제1 ICT 인덱스를 결정하는 과정과, 상기 결정된 제1 ICT인덱스를 상기 백홀로 송신하는 과정을 더 포함한다.
- [0011] 또한, 상기 백홀로부터 상기 다른 기지국의 ICT 인덱스를 수신하는 과정과, 상기 다른 기지국의 제1 ICT 인덱스를 고려하여, 상기 다른 기지국에 의한 간섭을 제거한 이후의 신호 대 간섭 비인 제2 SINR을 결정하는 과정을 더 포함한다.
- [0012] 여기서, 상기 ICT 테이블로부터, 상기 제1 SINR과 상기 제2 SINR을 고려하여 제2 ICT 인덱스를 결정하고, 상기 결정된 제2 ICT 인덱스를 상기 백홀로 송신하고, 상기 백홀로부터 상기 다른 기지국의 제2 ICT 인덱스를 수신하는 과정을 반복하는 과정을 더 포함한다.
- [0013] 또한, 상기 반복하는 과정은, 상기 백홀로부터 기지국 협력 완료 메시지를 수신하거나, 또는 상기 제2 ICT 인덱스를 소정 횟수만큼 수신하면, 종료됨을 특징으로 한다.
- [0014] 한편, 상기 ICT 테이블은, 셀 간 간섭 제거 전의 SINR 인덱스와, 셀 간 간섭 제거 후의 SINR 인덱스와, 상기 두 개의 SINR 인덱스에 대응하는 ICT 인덱스를 포함함을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 ICT 테이블은, 상기 경관정 심볼의 크기와 위상의 변경을 위한 소정 개수의 {크기, 위상} 집합과, 해당 기지국의 간섭 제거 능력을 나타내는 정보를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 {크기, 위상} 값은, 상기 수신 신호에 대한 연관정 심볼 값과, 상기 SA 심볼 값의 차이가 최소가 되도록 하는 {크기, 위상}값으로 결정될 수 있다.
- [0017] 한편, 본 발명의 일 실시예가 제공하는 복수개의 기지국들을 포함하며, 백홀을 통하여 기지국들 간 정보를 공유하는 멀티 셀 시스템에서 셀 간 간섭을 제거하는 기지국 장치는, 다른 기지국의 수신 신호에 대한 SA(scale and angle) 심볼 정보를 백홀로부터 수신하는 수신부와, 현재 기지국의 수신 신호에서 상기 수신한 SA 심볼 정보를 이용하여 셀 간 간섭을 제거하는 간섭 제거부를 포함하며, 상기 SA 심볼 정보는, 상기 다른 기지국이 수신한 신호에 대한 경관정 심볼 값과, 상기 경관정 심볼의 크기와 위상의 변경을 위한 {크기, 위상} 값을 포함한다.
- [0018] 본 발명이 제공하는 복수개의 기지국들을 포함하는 멀티 셀 시스템에서 상기 기지국들 간 정보를 공유하기 위한 백홀에서 셀 간 간섭을 제거하는 방법에 있어서, 상기 복수개의 기지국들로부터 각 기지국들의 ICT 인덱스(interference cancellation table)들을 수신하는 과정과, 상기 수신한 ICT 인덱스들을 이용하여, 상기 기지국들 중 임의의 기지국을 제외한 다른 기지국들의 ICT 인덱스를 상기 임의의 기지국으로 송신하는 과정을 포함하며, 상기 ICT 인덱스는, 각 기지국들의 현재 ICT 인덱스를 재결정하는 데 사용되기 위한 것임을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 다른 기지국들의 ICT 인덱스를 반영하여 재결정된 각 기지국들의 ICT 인덱스를 수신하고, 상기 재결정된 각 기지국들의 ICT 인덱스를 이용하여 상기 다른 기지국들의 ICT 인덱스를 상기 임의의 기지국으로 송신함을 반복하는 과정을 더 포함한다.
- [0020] 여기서, 상기 반복하는 과정은, 상기 멀티 셀 시스템에 포함된 모든 기지국들의 ICT 인덱스의 값이 변경되지 않을 경우 종료됨을 특징으로 한다.
- [0021] 이때, 상기 모든 기지국들의 ICT 인덱스의 값이 변경되지 않을 경우, 상기 임의의 기지국으로 기지국들 간의 협

력 통신이 완료되었음을 의미하는 메시지를 송신하는 과정을 더 포함한다.

[0022] 한편, 상기 반복하는 과정은, 미리 결정된 횟수 이내에서 반복될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예가 적용되는 기지국에서 상향 링크 신호를 수신하는 방식을 설명하는 도면,
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 상향 링크 송신을 위한 사용자 단말(101)의 송신 체인을 설명하는 도면,
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 상향 링크 수신을 위한 기지국(103)의 수신 체인을 설명하는 도면,
- 도 4는 셀 간 간섭을 감소시키기 위하여 기존의 경관정 또는 연관정 방식을 사용하는 기지국의 신호 수신 방식을 설명하는 도면,
- 도 5는 경관정 심볼과 연관정 심볼이 정상도 상에서 표시되는 것을 4-QAM (quadrature amplitude modulation) 변조에 따른 정상도로서 예를 들어 설명하는 도면,
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 SR 간섭 제거 방식을 설명하는 도면,
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 기지국들 간 상호 간섭 제거 능력에 영향을 미치는 상황을 설명하는 도면,
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 백홀로 연결된 기지국들 사이에서 ICT 인덱스를 교환하는 방식을 설명하는 도면,
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 ICT 교환 및 업링크 데이터를 수신하는 과정을 설명하는 도면,
- 도 10은 본 발명의 실시예에 따라 기지국이 ICT 인덱스를 결정하는 동작을 설명하는 도면,
- 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 기지국 장치의 구성을 기능 블록 별로 설명하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는 적절하게 설명된다면 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.
- [0025] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시 예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0026] 이하에서 설명되는 본 발명의 실시예는 멀티 셀 환경에서 셀 간 간섭을 감소하기 위한 것이므로, 본 명세서에서는 셀 간 간섭 이외에 셀 내 간섭, 스트림 간 간섭과 같은 다른 간섭 요소들을 고려하지 않을 것이다. 먼저 본 발명의 실시예가 적용되는 기지국과 사용자 단말 간의 신호 송수신에 대하여 설명한다.
- [0027] 먼저 본 발명의 실시예가 적용되는 기지국과 사용자 단말 간의 신호 송수신에 대하여 설명한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예가 적용되는 기지국에서 상향 링크 신호를 수신하는 방식을 설명하는 도면이다.
- [0029] 본 발명의 실시예는 셀 간 간섭이 발생할 수 있는 멀티 셀 환경을 전제로 한 것이며, 도 1의 기지국(101)은 셀 간 간섭이 발생할 수 있는 임의의 K개의 셀들 중 k번째 기지국이라고 가정하였다. 이에 따라 사용자 단말(101)이 기지국(101)으로 송신하는 신호 x_k 로 표시되고 기지국이 수신하는 신호 y_k 로 표시하기로 한다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 먼저 111단계에서 사용자 단말(101)은 상향 링크 기준 신호를 기지국(103)으로 송신한다. 기지국(103)은 수신한 기준 신호를 이용하여 상향 링크의 채널을 추정하고, MIMO 수신 방식을 결정한다. 또한, 수신 신호 대 간섭 및 잡음 비 (SINR, signal to interference and noise ratio) 을 계산하고 계산된 SINR에 따라 상향 링크 송신 시 목표 오류율(target error rate) 이하가 되도록 하는 부호율(code rate)과 변조 차수

(modulation order)를 결정한다. 115단계에서 기지국은 결정된 부호율과 변조 차수를 사용자 단말에게 송신한다. 이때 부호율과 변조 차수는 통상적으로 기지국(103)과 사용자 단말(101)이 공유하는 MCS 테이블에 저장된 MCS 인덱스를 통하여 제공된다. MCS 테이블의 일 예는 하기 <표 1>과 같다.

표 1

[0031]

SINRk 범위	MCS 인덱스	부호율	변조 차수
[2,4)	0	1/3	2
[4,6)	1	1/2	2
[6,8)	2	1/3	4
[8,∞)	3	1/2	4

[0032]

117단계에서 사용자 단말(101)은 수신된 부호율과 변조 차수 정보를 이용하여 상향 링크 데이터 비트들에 대하여 채널 부호화, 인터리빙, 심볼 매핑 등을 수행하고, 119단계에서 신호(x_k)를 송신한다. 121단계에서 기지국(103)은 앞서 결정된 MIMO 수신 방식을 이용하여 신호를 수신한다(y_k).

[0033]

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 상향 링크 송신을 위한 사용자 단말(101)의 송신 체인을 설명하는 도면이다.

[0034]

먼저 상향 링크 송신을 위한 데이터 비트는 채널 부호화부(201)로 입력되어 채널 부호화가 수행된다. 이때 채널 부호화 시의 부호율(code rate)은 도 1의 115단계에서 설명된 바와 같이 기지국으로부터 수신된 부호율 정보에 따라 결정된다. 채널 부호화된 데이터 비트들은 인터리버(203)로 입력되어 인터리빙된다. 인터리빙된 데이터 비트들은 심볼 매핑부(205)로 입력되어 변조 차수에 따라 적절한 변조 심볼에 매핑되어 출력(x_k)되어 안테나를 통하여 상향 링크 송신된다.

[0035]

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 상향 링크 수신을 위한 기지국(103)의 수신 체인을 설명하는 도면이다.

[0036]

기지국(103)은 상향 링크 기준 신호를 수신하여 결정된 MIMO 수신 방식에 따라 MIMO 수신부를 이용하여 상향 링크 신호를 수신하여 출력하고(y_k), 이후에는 상향링크 송신의 역과정을 통하여 신호를 복원한다. 즉, 심볼 디매핑부(303), 디인터리버(305), 채널 복호부(307)를 이용하여 신호를 복원한다(309). 이때 심볼 디매핑부(303)와 채널 복호부(307)에서는 앞서 도 1의 113단계에서 결정된 부호율과 변조 차수를 이용하여 심볼 디매핑과 채널 복호가 수행된다.

[0037]

한편, 앞서 가정한 바에 따라 셀 간 간섭이 발생할 수 있는 기지국의 개수를 K라고 가정할 때, k번째 기지국의 수신 신호 y_k 는 하기 <수학식 1>로 표시된다.

수학식 1

$$y_k = h_{k,k}x_k + \sum_{j \neq k, j=1}^K h_{k,j}x_j + n_k$$

[0038]

[0039]

여기서, x_k 는 변조 차수에 대응하는 변조 방식, 예를 들어, QPSK, 4-QAM 등의 성좌(constellation) $S_k = \{S_{k,1}, \dots, S_{k,Ak}\}$ 에 속하는 사용자 k의 심볼을 의미한다. 이때 사용자 단말k의 심볼의 전력 값은 $E\{|x_k|^2\} = E_s$ 가 된다.

[0040]

$h_{k,j}$ 는 사용자 단말 j와 기지국 k 사이의 실제 채널 및 기지국 k의 MIMO 수신부(301)를 통과한 유효 채널이다.

[0041]

n_k 는 평균이 0이고, 분산 값이 $E\{|n_k|^2\} = N_o$ 인 백색 가우시안(Gaussian) 잡음 신호를 의미한다.

[0042] 한편, 상기 <수학식 1>의 수신 신호 대 간섭 및 잡음 비는 하기 <수학식 2>로 표현된다.

수학식 2

$$SINR_k = \frac{|h_{k,k}|^2 E_s}{\sum_{j \neq k, j=1}^K |h_{k,j}|^2 E_s + N_0}$$

[0043]

[0044] 이하에서는 멀티 셀 환경에서 셀 간섭을 줄이기 위한 기존의 방식에 대하여 간단히 설명한다.

[0045]

셀 간 간섭 기법의 기본적인 개념은 일정 범위 내에 있는 기지국들이 1차적으로 각각 수신되는 신호를 추정하고, 각 기지국들 별로 추정 신호를 백홀을 통하여 서로 공유하고, 해당 기지국은 앞서 1차로 추정된 신호에서 백홀을 통하여 공유된 다른 기지국들에 의한 신호 성분을 제거하는 것이다. 전체 K개의 기지국을 가정하고, 이 중, k번째 기지국에서 간섭이 감소된 신호를 구하는 과정을 수학적으로 표현하면 <수학식 3>이 된다. 하기<수학식 3>에 의하여 간섭이 감소된 신호를 추정함으로써 성능이득을 얻을 수 있다.

수학식 3

$$\begin{aligned} \bar{y}_k &= y_k - \sum_{j \neq k, j=1}^K h_{k,j} \hat{x}_j \\ &= h_{k,k} x_k + \sum_{j \neq k, j=1}^K h_{k,j} (x_j - \hat{x}_j) + n_k \\ &= h_{k,k} x_k + \sum_{j \neq k, j=1}^K h_{k,j} \bar{x}_j + n_k \end{aligned}$$

[0046]

[0047] , \bar{y}_k 는 기지국 k에서 간섭이 감소된 신호

[0048] , y_k 는 기지국 k의 수신 신호

[0049] , $h_{k,j}$ 는 사용자 단말 j와 기지국 k 사이의 실제 채널 및 기지국 k의 MIMO 수신부(301)를 통과한 유효 채널,

[0050] \hat{x}_k 는 기지국k의 1차 추정 신호로서, 다른 기지국들과 공유되는 신호.

[0051] 한편, 기지국들 간에 공유되는 기지국 k의 1차 추정 신호(\hat{x}_k)를 결정하는 방식에 따라 두 가지로 분류된다. 하나는 경판정(hard-decision) 방식이고, 다른 하나는 연판정(soft-decision) 방식이다.

[0052] 도 4는 셀 간 간섭을 감소시키기 위하여 기존의 경판정 또는 연판정 방식을 사용하는 기지국의 신호 수신 방식을 설명하는 도면이다.

[0053] 도 4의 기본적인 구조는 도 3과 유사하므로 도 3과 다른 점에 대하여 설명한다.

[0054] 도 4에서는 채널 복호부(307)의 출력을 인터리버(411)로 전달하여 인터리빙을 수행하고, 경판정 또는 연판정 심볼 매핑부(413)에서 심볼 매핑을 수행하여 기지국k의 1차 추정 신호(\hat{x}_k)를 생성한다. 이후, 기지국k의 1차 추정 신호(\hat{x}_k)는 백홀(415)로 전달된다. 한편, 다른 기지국 j의 추정 신호(\hat{x}_j)를 백홀(415)로부터 전달받아 곱셈기에

입력하여 유효 채널($h_{k,j}$)에 곱한다. 이후에는 수신 신호(y_k)에서 다른 기지국 j 의 추정 신호(\hat{x}_j)와 유효 채널($h_{k,j}$)을 곱한 값을 감산하여 간섭이 감소된 수신 신호(\bar{y}_k)를 얻을 수 있다.

수학식 4

$$\hat{x}_k = \arg \min_{x \in S_k} |y_k - h_{k,k}x|$$

[0055]

경관정 방식은 추정 신호(\hat{x}_k)를 결정하기 위하여 송신측에서 신호를 변조할 때 사용한 변조 방식에 따른 성과와 동일한 성과를 이용한다. 따라서 백홀 망을 이용한 데이터 사용량이 최소화되는 장점이 있다. 그러나 경관정 방식에 따라 추정된 \hat{x}_k 가 송신측에서 실제로 송신한 신호와 다른 값이 될 경우, 수신측에서 \hat{x}_k 를 이용하여 셀 간 간섭을 제거하게 되면, 간섭 제거 시에 에러가 더 커지는 에러 확산(error propagation) 현상이 발생할 수 있다.

[0056]

참고로 에러 확산 현상에 따라 <수학식 3>에서 간섭이 감소된 수신 신호(\bar{y}_k)에 남아 있는 간섭의 양은 하기 <수학식 5>로 표현할 수 있다.

[0057]

수학식 5

$$E\{|\bar{x}_k|^2 | y_k\}$$

[0058]

한편, 연관정 방식은 상기 경관정을 이용한 간섭 제거 방식에서 남아 있는 간섭의 양인 <수학식 5>의 값을 최소화하기 위하여 추정 신호를 결정할 때 조건부 기대값을 사용한다. 연관정 방식에 따라 결정되는 추정 신호(\tilde{x}_k)를 수학식으로 표현하면 하기 <수학식 6>이 된다.

[0059]

수학식 6

$$\tilde{x}_k = \arg \min E\{|\bar{x}_k|^2 | y_k\} = \sum_{a=1}^{A_k} s_{k,a} P(x_k = s_{k,a} | y_k)$$

[0060]

여기서, $s_{j,a}$ 는 변조 차수에 따라 결정되는 성상도 상의 변조 심볼들의 집합

$$S_k = \{s_{k,1}, \dots, s_{k,A_k}\}$$

의 원소를 의미한다.

[0061]

상기 <수학식 6>에 따른 연관정을 이용한 간섭 제거 방식은 추정 신호(\tilde{x}_k)의 신뢰도를 고려하여 신뢰도의 크기에 따라 간섭의 양을 제거하는 방식이다. 따라서 경관정 방식을 이용한 간섭 제거 방식에서 발생하는 에러 확산을 최소화할 수 있다.

[0062]

[0063] 한편, 상술한 경관정 방식에 따라 추정된 심볼은 경관정 심볼(\hat{x}_k)로 칭할 수 있고, 연관정 방식에 따라 추정된 신호는 연관정 심볼(\tilde{x}_k)로 칭할 수 있다.

[0064] 도 5는 경관정 심볼과 연관정 심볼이 정상도 상에서 표시되는 것을 4-QAM (quadrature amplitude modulation) 변조에 따른 정상도로서 예를 들어 설명하는 도면이다.

[0065] 도 5에서 경관정 심볼(\hat{x}_k)은 4개의 점(501)으로 표현되지만, 연관정 심볼(\tilde{x}_k)은 상기 4개의 점 내부의 사각형 영역(503)으로 표현된다. 상기 연관정 심볼(\tilde{x}_k)에 해당하는 영역(103)은 연속적이다. 따라서 기지국들 간에 연관정 심볼(\tilde{x}_k)을 백홀 망을 통하여 공유하기 위해서는 많은 양의 데이터 용량이 필요하다. 그러나 상술한 것처럼 백홀 망은 그 데이터 용량에 있어서 제한이 있다. 따라서 이하에서 설명하는 본 발명의 실시예에서는 에러 확산을 최소화하면서도 기지국들 간에 공유하는 신호(또는 심볼)의 데이터 양을 줄이기 위한 방식을 제안한다.

[0066] 이하에서 설명되는 본 발명의 실시예는 경관정 심볼을 이용하여 셀 간 간섭을 제거할 경우 에러 확산 현상이 발생할 수 있지만, 연관정 심볼을 이용하여 셀 간 간섭을 제거할 경우 에러 확산 현상을 최소화할 수 있는 점에 착안한 것이다. 본 발명의 실시예에서는 경관정 방식을 이용하여 수신 신호(또는 심볼)를 1차 추정하고, 1차 추정된 경관정 심볼의 크기와 위상을 적절히 조절하여 연관정 심볼에 유사한 간섭 제거 성능을 얻을 수 있도록 한다. 본 발명에서 제안하는 간섭 제거 방식을 경관정 심볼의 크기와 위상을 조절한다는 의미로 "스케일링 및 로테이션(Scaled and Rotated: SR) 간섭 제거"로 칭할 것이다.

[0067] 이하에서 본 발명의 실시예의 구성을 다음의 세 가지 과정으로 나누어 설명한다.

[0068] 첫 번째, 본 발명의 실시예에서 제안하는 SR(Scaled and rotated) 간섭 제거 방식의 개념을 설명한다.

[0069] 두 번째로, SR 간섭 제거 방식에서 경관정 심볼의 크기와 위상 값을 선택하기 위한 기준과 최적의 SA (scale and angle) 집합을 결정하는 기준을 설명한다.

[0070] 세 번째로, 본 발명의 실시예에 따른 SR 간섭 제거 방식에 의하여 기지국, 백홀, 사용자 단말 간의 신호를 송수신 방식에 대하여 설명한다.

[0071] 1. SR(Scaled and rotated) 간섭 제거 방식의 개념

[0072] 상술한 것처럼 1차 추정된 경관정 심볼을 직접 이용하여 셀 간 간섭을 제거할 경우 에러 확산 현상이 발생할 수 있지만, 1차 추정된 경관정 심볼을 변화시킨다면 에러 확산 현상을 최소화할 수 있다. 본 발명의 실시예에서는 경관정 심볼을 추정한 후 그 크기와 위상을 적절히 조절하여 연관정 심볼에 가까운 성능을 얻을 수 있도록 한다. 이 때 기지국들 간 백홀을 통하여 공유되는 추정 신호 $\hat{\tilde{x}}_k$ 는 하기 <수학식 7>로 표현된다.

수학식 7

$$\hat{\tilde{x}}_k = r_k e^{i\theta_k} \hat{x}_k$$

[0073]

[0074] , r_k 는 경관정 심볼의 크기를 조절하기 위한 크기 성분으로 [0,1] 내의 실수 값이고,

[0075] θ_k 는 경관정 심볼의 위상을 조절하기 위한 위상 성분으로 $[-\pi/4, \pi/4]$ 내의 실수 값이다.

[0076] 한편, <수학식 7>의 {크기, 위상} 값은 양자화된 값으로 결정되고, 소정 기준에 의하여 적어도 하나 이상의 {크

기, 위상} 값들을 포함하는 집합의 형태로 기지국들 사이에 공유될 수 있다. 일 예로, {크기, 위상} 값들의 집

합을
$$U_j = \{\{\gamma_{k,1}, \phi_{k,1}\}, \dots, \{\gamma_{k,B_k}, \phi_{k,B_k}\}\}$$
 로 나타낼 수 있다. 참고로 {크기, 위상} 값들의 집합인 U_j 에서 <수학식 7>에서 사용된 r, θ 대신에 γ, Φ 를 사용한 이유는, 상기 <수학식 7>에서 r, θ 는 변수인데 U_j 에서는 변수인 r, θ 대신에 특정한 {크기, 위상} 값을 나타내기 위하여 γ, Φ 로 표기하였다.

[0077] 설명의 편의 상 이하에서 상기 {크기, 위상} 값들의 집합을 "SA(scale and angle) 집합"으로 약칭할 수 있다. 한편, 기지국들이 상기 SA 집합을 저장할 때는 각 집합값들에 대응하는 인덱스의 형태로 저장할 수 있다.

[0078] 기존 방식에 따라 경관정 심볼을 이용하여 간섭 제거를 수행할 경우 하나의 경관정 심볼을 백홀과 송수신하기 위하여 사용되는 데이터 비트의 크기는 $\log_2 A_k$ 이다. 반면, 본 발명의 실시예에 따라 경관정 심볼을 크기와 위상을 변화시킬 경우에는 하나의 SA심볼에 대한 정보를 백홀과 송수신하기 위하여 필요한 데이터 비트의 크기는 경관정 심볼보다 $\log_2 B_k$ 만큼 더 크다.

[0079] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 SR 간섭 제거 방식을 설명하는 도면이다.

[0080] 도 6은 도 4에서 설명된 경관정 또는 연관정 방식에 의한 간섭 제거 방식에 의한 도면과 대부분 유사하므로, 도 4와 다른 부분만을 설명한다.

[0081] 도 6에서는 경관정 심볼 매핑부(613) 이후 곱셈기(615)가 추가되어 있다. 곱셈기(615)는 경관정 심볼 매핑부(613)에서 출력된 경관정 심볼에 SA 집합 중 하나에서 선택된 크기(r_k)와 위상(θ_k) 성분을 곱하여 크기와 위상

이 변화된 "SA 심볼(\hat{x}_k)"을 생성한다. SA 심볼이 백홀(415)로 전달되고, 다른 기지국들의 SA 심볼을 백홀로(415)로부터 전달받아 간섭 제거에 사용함은 앞서 도 4에서 설명된 바와 같다.

[0082] 2. SR 간섭 제거 방식에서 경관정 심볼의 크기와 위상 값을 선택하기 위한 기준과 최적의 SA (scale and angle) 집합을 결정하는 기준

[0083] SA 집합을 구성하는 개개의 SA 원소들의 {크기, 위상} 값은 경관정 심볼을 이용한 간섭 제거 방식에서 나타나는 에러 확산 현상을 최소화하도록 결정되어야 할 것이다. 에러 확산 현상을 최소화하기 위한 조건은 하기 <수학식 8>로 표현할 수 있다.

수학식 8

$$\begin{aligned} \hat{x}_k &= \arg \min_{\{r, \theta\} \in U} E \left\{ |x_k - r e^{i\theta} \hat{x}_k|^2 \middle| y_k \right\} \\ &= \arg \min_{\{r, \theta\} \in U} \left(-r e^{-i\theta} \hat{x}_k^* \tilde{x}_k - r e^{i\theta} \hat{x}_k \tilde{x}_k^* + |r e^{i\theta} \hat{x}_k|^2 \right) \\ &= \arg \min_{\{r, \theta\} \in U} |\tilde{x}_k - r e^{i\theta} \hat{x}_k| \end{aligned}$$

[0084]

[0085] 상기 <수학식 8>은 연관정 심볼 \tilde{x}_k 과의 본 발명의 실시예에 따른 SA 심볼($\hat{x}_k = r_k e^{i\theta_k} \tilde{x}_k$)과의 차이값

$$e_k = \tilde{x}_k - r_k e^{i\theta_k} \hat{x}_k$$
의 크기가 최소화되도록 하는 조건이다. 본 발명의 실시예가 경관정 심볼의 크기와 위상을 변화시켜서 연관정 심볼에 가장 근접한 SA 심볼을 만드는 것이기 때문에 상술한 조건에 따라 연관정 심볼과 SA 심볼 간의 차이값이 최소가 되도록 하면, 기지국의 수신 신호에서도 연관정 심볼에 의한 간섭 제거 방식과 유사하게 간섭이 최소가 될 수 있다. 따라서 상기 <수학식 8>을 만족하는 크기와 위상을 갖도록 SA 심볼($\hat{x}_k = r_k e^{i\theta_k} \tilde{x}_k$)의 크기와 위상을 결정하면 된다.

[0086] SA 집합은 상기 <수학식 5>에 나와있는 남아 있는 간섭의 평균 값을 최소화시키는 방향으로 만들어 져야 한다.

<수학식 5>에 $\bar{x}_k = x_k - \hat{x}_k$ 를 대입한 뒤 평균을 취하면 하기 <수학식 9>로 표현할 수 있다.

수학식 9

$$\begin{aligned} E\{E\{|x_k - r_k e^{j\theta_k} \hat{x}_k|^2 | y_k\}\} &= E\{E\{|x_k - \tilde{x}_k + e_k|^2 | y_k\}\} \\ &= E\{E\{|x_k|^2 | y_k\} - |\tilde{x}_k|^2 + |e_k|^2\} \\ &= E_s - E\{|\tilde{x}_k|^2\} + E\{|e_k|^2\} \end{aligned}$$

[0087]

[0088]

상기 <수학식 9>에서 E_s 는 <수학식 1>에서 설명된 것처럼 심볼의 전력 값을 의미하는데, E_s 와 $E\{|\tilde{x}_k|^2\}$ 는 전체 간섭의 양에서 크기 및 위상과는 무관한 성분이다. 따라서 전체 간섭의 양이 최소화되도록 하는 SA 집합은 $E\{|e_k|^2\}$ 의 값이 최소화하도록 하는 {위상, 크기} 값들로 구성될 수 있다. 한편, 상기 $E\{|e_k|^2\}$ 값은 1차원 상의 값으로 이 값이 최소화되도록 하는 SA 집합은 통상적으로 로이드 알고리즘(Lloyd's algorithm)을 이용하면 구할 수 있다.

[0089]

3. SR 간섭 제거 방식에 의하여 기지국, 백홀, 사용자 단말 간의 신호를 송수신 방식

[0090]

상술한 바에 따라 SR 간섭 제거 이후의 수신 신호의 신호 대 간섭 비($SINR_{SR,k}$)은 상기 <수학식 2>와 <수학식 9>를 사용하면 하기 <수학식 10>으로 계산될 수 있다.

수학식 10

$$SINR_{SR,k} = \frac{|h_{k,k}|^2 E_s}{\sum_{j \neq k, j=1}^K |h_{k,j}|^2 (E_s - E_{c,j}) + N_0}$$

[0091]

[0092]

여기서 $E_{c,j}$ 는 $E\{|\tilde{x}_j|^2\} - E\{|e_j|^2\}$ 로서, SR 간섭 제거 이후 감소된 간섭의 양을 의미한다. 즉, $E_{c,j}$ 는 기지국 j가 본 발명의 실시예에 따라 간섭을 제거할 경우 기지국 j의 간섭 제거 능력을 의미한다.

[0093]

한편, 기지국 k가 최대의 데이터 전송률을 얻기 위해서 기지국 k의 SR 간섭 제거 이후의 신호 대 간섭 비($SINR_{SR,k}$)를 최대한 정확히 추정해야 한다. 이를 위해서 다른 기지국, 일 예로, 기지국 j의 간섭 제거 능력($E_{c,j}$)의 값을 전달받아야 한다. 그런데 본 발명의 실시예에서는 기지국들 간에 서로 SA 심볼을 공유하기 하기 때문에 기지국 j의 간섭 제거 능력($E_{c,j}$)과 기지국 k의 간섭 제거 능력($E_{c,k}$)은 상호 영향을 미친다.

[0094]

도 7은 본 발명의 실시예에 따라 기지국들 간 상호 간섭 제거 능력에 영향을 미치는 상황을 설명하는 도면이다.

[0095]

멀티 셀 환경에서는 셀 간 간섭을 일으키는 기지국들은 다수 개가 있을 것이다. 그러나

[0096]

도 7은 설명의 편의를 위하여 두 개의 기지국 k(701), 기지국 j(703)를 가정하여 도시한 것이다.

[0097]

기지국 k(701)의 간섭 제거 이후 신호 대 간섭 비($SINR_{SR,k}$)(705)는 기지국 k(701)의 부호율 및 변조 차수, 즉, MCS_k (707) 결정에 영향을 미치고, MCS_k (707)는 다시 기지국 k(701) 자신의 간섭 제거 성능 ($E_{c,k}$)(709)에 영향을 미친다.

[0098] 한편, 본 발명의 실시예에서는 기지국들 상호 간 SA 심볼을 백홀을 통하여 공유한다. 따라서 기지국 k(701)의 간섭 제거 성능($E_{c,k}$)(709)은 기지국 j(703)의 SR 간섭 제거 이후의 신호 대 간섭 비($SINR_{SR,j}$)(711)에 영향을 미친다. 또한, $SINR_{SR,j}$ (711)는 다시 기지국 j(703)의 간섭 제거 능력($E_{c,j}$)(713)에 영향을 미치고 기지국 j(703)의 간섭 제거 능력($E_{c,j}$)(715)은 기지국 k(701)의 간섭 제거 후의 신호 대 간섭 비($SINR_{SR,k}$)(705)에 영향을 미친다.

[0099] 결국 본 발명의 실시예에 따른 SR 간섭 제거 방식을 사용할 경우, 임의의 기지국들 각각의 간섭 제거 후의 신호 대 간섭 비($SINR_{SR,x}$)는 셀 간 간섭을 일으키는 기지국들이 구성하는 기지국 집합("기지국 클러스터"로 칭할 수 있다.) 들 상호 간 영향을 미친다.

[0100] 따라서 본 발명의 실시예에서는 기지국이 클러스터 내의 다른 기지국들에 의한 간섭이 제거된 후의 신호 대 간섭 비 $SINR_{SR}$ 를 최대한 정확히 계산하기 위하여 다른 기지국들의 SINR을 반영할 수 있도록 하기 위하여 간섭 제거 테이블(ICT: interference cancellation table) 인덱스를 도입하고, 각 기지국들 간의 ICT 인덱스를 교환하여 다른 기지국들에 의하여 발생될 수 있는 간섭을 최대한 제거한 상태의 $SINR_{SR}$ 를 계산할 수 있도록 한다.

[0101] <표 2>는 본 발명의 실시예에서 제안하는 ICT의 일 예를 나타낸 것이다.

표 2

ICT 인덱스	$SINR_k$ 인덱스	$SINR_{SR,k}$ 인덱스	SA 집합 ($\log_2 B_k=1$)	$E_{c,k}$
0	0	0	$\{\{1,0\},\{1,0\}\}$	1
1	0	1	$\{\{0.9,0\},\{0.4, \pi/4\}\}$	0.9
2	0	2	$\{\{0.85,0\},\{0.5, \pi/4\}\}$	0.85
3	0	3	$\{\{0.8,0\},\{0.6, \pi/4\}\}$	0.8
4	1	1	$\{\{1,0\},\{1,0\}\}$	1
5	1	2	$\{\{0.95,0\},\{0.5, \pi/4\}\}$	0.91
6	1	3	$\{\{0.9,0\},\{0.45, \pi/4\}\}$	0.89
7	2	2	$\{\{1,0\},\{1,0\}\}$	1
8	2	3	$\{\{1,0\},\{0.6,0\}\}$	0.93
9	3	3	$\{\{1,0\},\{1,0\}\}$	1

[0103] <표 2>의 ICT는 ICT 인덱스, $SINR_k$ 인덱스, $SINR_{SR,k}$ 인덱스, {크기, 위상} 집합, $E_{c,k}$ 항목들을 포함한다.

[0104] $SINR_k$ 는 기지국 k의 간섭 제거 전에 계산된 SINR을 의미하며, $SINR_k$ 인덱스는 계산된 $SINR_k$ 를 소정 단위로 양자화한 구간에 대응하는 인덱스이다. 예를 들어, $SINR_k$ 가 10db까지를 $SINR_k$ 인덱스 0으로, $SINR_k$ 가 12db까지를 $SINR_k$ 인덱스를 1로 설정하는 등의 방식으로 설정될 수 있다.

[0105] $SINR_{SR,k}$ 는 기지국 k가 SR 간섭 제거를 수행한 것을 가정한 상태에서 계산된 SINR을 의미하며, $SINR_{SR,k}$ 인덱스는 계산된 $SINR_{SR,k}$ 를 소정 단위로 양자화한 구간에 대응하는 인덱스이다.

[0106] SA 집합은 앞서 설명된 것처럼 경관정 심볼을 SA 심볼로 변경하기 위한 {크기, 위상}의 집합으로 상술한 <수학식 9>을 최소화 하기 위해 로이드 알고리즘(Lloyd's algorithm)에 의하여 미리 결정된다. 본 발명의 실시예에서는 SA 집합을 1비트로 표현하기 위하여 ICT 인덱스 당 두 개의 {크기, 위상} 값들로 구성되는 것으로 가정하였다. 다만, SA 집합의 비트수는 설정에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, SA 집합을 2비트로 표현할 경우 가능한 {크기, 위상} 값들의 개수는 4개가 될 것이다.

[0107] $E_{c,k}$ 는 본 발명의 실시예에 따른 SR 간섭 제거 이후 감소된 간섭의 양을 의미한다. 즉, $E_{c,k}$ 는 다른 기지국 j ($j \neq k$)의 $SINR_{SR,j}$ 를 정확히 계산할 수 있게 해준다.

[0108] ICT 인덱스는 $SINR_k$ 과 $SINR_{SR,k}$ 의 조합에 의하여 결정되는 인덱스 값으로, 본 발명의 실시예에서 기지국과 백홀

사이에서 송수신되어 $SINR_k$ 인덱스, $SINR_{SR,k}$ 인덱스, SA집합, $E_{c,k}$ 값을 알릴 수 있다.

- [0109] 예를 들어, 기지국 k가 ICT 인덱스 "3"을 백홀로 송신하였다면, 이는 셀 간 간섭 제거 전 자신의 현재 $SINR$ 는 $SINR_k$ 인덱스 0에 대응하는 $SINR$ 값이고, 셀 간 간섭 제거 이후의 $SINR$ 는 $SINR_{SR,k}$ 인덱스 3에 대응하는 $SINR$ 값이며, 자신의 신호를 최소화시키는 {크기, 위상} 값은 {0.8, 0} 또는 {0.6, $\pi/4$ } 중 하나 임을 나타낸다.
- [0110] 그러면 상술한 ICT 테이블을 바탕으로 하여 본 발명의 실시예에 따라 기지국과 백홀 간의 동작을 설명한다.
- [0111] 참고로, 본 발명의 실시예에서 "백홀"이란 기지국들 간의 정보 교환을 위한 네트워크 망 자체를 의미하는 것일 수도 있고, 기지국들 간의 정보 교환을 위한 네트워크 망을 제어하는 개체가 될 수도 있다. 전자의 경우 백홀이 단순한 네트워크이기 때문에 실제로 기지국들 간의 정보 교환은 중간에 다른 기능 블록의 제어 없이 기지국들 내에서 자체적으로 제어될 것이다. 반면, 후자의 경우에는 백홀이 기지국들로부터 수신한 정보들을 서로 다른 기지국들로 송신할 수 있도록 제어하는 기능을 가질 수 있다.
- [0112] 이하에서는 설명의 편의 상 백홀을 후자의 의미로 하여 사용하기로 한다. 따라서 백홀 자체에서 기지국들 간의 정보 교환을 제어할 수 있음을 가정하여 설명하기로 한다. 다만, 이는 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 실시예에서 백홀이 후자의 형태로만 제한되는 것은 아니다.
- [0113] 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 백홀로 연결된 기지국들 사이에서 ICT 인덱스를 교환하는 방식을 설명하는 도면이다.
- [0114] 도 8역시 도7과 같은 이유로 두 개의 기지국 k(845)와 기지국 j(850)만을 가정한 상태에서 설명한다.
- [0115] 801단계에서 사용자 단말 k(840)는 자신이 위치한 셀의 기지국인 기지국 k(845)로 상향 링크 기준 신호를 송신한다. 805단계에서 기지국 k(845)는 상향 링크 기준 신호를 이용하여 간섭 제거 전의 신호 대 간섭 비($SINR_k$)와, 간섭 제거 후 신호 대 간섭 비($SINR_{SR,k}$)를 계산하고, 미리 저장된 <표 2>의 ICT 테이블을 이용하여 계산된 $SINR_k$ 및 $SINR_{SR,k}$ 에 대응하는 ICT 인덱스를 결정하고, 결정된 ICT 인덱스를 백홀(860)로 송신한다. 다만, 여기서 기지국 k(845)는 다른 기지국의 ICT 인덱스를 아직 획득하지 못한 상태이다. 따라서 간섭 제거 후의 신호 대 간섭 비($SINR_{SR,k}$)는 간섭 제거 전의 신호 대 간섭 비($SINR_k$)와 동일한 값이 될 것이다. 805단계에서는 기지국 k(845)의 ICT 인덱스를 "0"으로 가정하였다.
- [0116] 참고로, 기지국이 상향 링크 기준 신호를 이용하여 $SINR$ 을 계산하면, 그때 계산된 값이 $SINR_k$ 가 되고, 상술한 이유로 그때의 $SINR_{SR,k}$ 는 $SINR_k$ 과 동일한 값이 된다. 따라서 기지국이 최초로 가질 수 있는 ICT 인덱스 값은 $SINR_k$ 인덱스와 $SINR_{SR,k}$ 인덱스가 동일한 값을 가지는 경우만 가능하다. <표 2>의 예를 참조하면, 기지국은 최초에 계산된 $SINR$ 값에 대응하는 $SINR_k$ 인덱스 값에 따라 ICT 인덱스 "0", ICT 인덱스 "4", ICT 인덱스 "7", ICT 인덱스 "9"를 가질 수 있을 것이다.
- [0117] 상기 801단계 및 805단계의 과정과 동일한 동작이 기지국 j(850) 측에서도 803단계 및 807단계에서 수행되며, 동일한 동작의 설명은 생략한다. 다만, 807단계에서 기지국 j(850)의 ICT 인덱스 값은 "4"로 가정하였다.
- [0118] 백홀(860)은 기지국 k(845)와 기지국 j(850)로부터 전달받은 기지국 별 ICT 인덱스를 가지고 있다. 809단계 및 811단계에서 백홀(860)은 해당 기지국에게 다른 기지국의 ICT 인덱스를 전달한다. 즉, 809단계에서는 기지국 k(845)에게 기지국 j(850)의 ICT 인덱스 값(4)을 전달하고, 811단계에서는 기지국 j(850)에게 기지국 k(845)의 ICT 인덱스 값(0)을 전달한다.
- [0119] 813단계에서 기지국 k(845)는 기지국 j(850)의 ICT 인덱스(4)를 이용하여 $SINR_{SR,k}$ 를 다시 계산하고, 그에 대응하는 ICT 인덱스를 <표 2>를 이용하여 결정하고 이를 다시 백홀(860)로 전달한다. 813단계에서 계산되는 $SINR_{SR,k}$ 는 기지국 j(850)의 ICT 인덱스 값(4)에 대응하는 셀 간 간섭을 제거하였다고 가정한 상태에서 다시 계산된 것이다. 여기서 다시 계산된 $SINR_{SR,k}$ 값에 대응하는 $SINR_{SR,k}$ 인덱스 값을 "2"라고 가정하였다. 813단계에서 간섭 전의 $SINR$ 의 인덱스인 $SINR_k$ 인덱스는 805단계에서 계산된 $SINR$ 값에 의한 $SINR_k$ 인덱스와 동일하다. 결국 813단계에서 $SINR_k$ 인덱스는 "0"이고, 상술한 것처럼 이때의 $SINR_{SR,k}$ 인덱스 값은 기지국 j(850)의 ICT 인덱스 값을 반영하여 다시 계산된 $SINR_{SR,k}$ 인덱스 값으로 "2"를 가정하였으므로, $SINR_k$ 인덱스는 "0"과 $SINR_{SR,k}$ 인덱스 값 "2"에 대응하는 ICT 인덱스 값은 <표 2>에서 "2"가 될 것이다.

- [0120] 815단계에서 기지국 j(850)는 813단계와 동일한 방식으로 기지국 k(845)의 ICT 인덱스 값(0)을 반영하여 새로운 ICT 인덱스 값을 결정하고 이를 백홀(860)로 전달한다. 여기서는 다시 결정된 ICT 인덱스 값을 "5"라고 가정하였다.
- [0121] 817단계와 819단계는 상기 809단계 및 811단계와 동일하게 갱신된 기지국 별 ICT 인덱스 값을 상대방 기지국에게 전달한다.
- [0122] 지금까지의 과정을 정리하면, 기지국들 각각은 자신의 ICT 인덱스 값을 결정하고 이를 백홀(860)로 전달하고, 백홀(860)은 해당 기지국들 각각에게 다른 기지국들의 ICT 인덱스 값을 전달하고, 다른 기지국들의 ICT 인덱스 값을 전달받은 해당 기지국은 이를 반영하여 다시 ICT 인덱스 값을 결정하고 다시 백홀(860)로 전달하는 것이다. 또한, 이러한 과정은 모든 기지국들이 ICT 인덱스 값이 변경되지 않을 때까지 반복되는 것이 원칙이다. 모든 기지국들의 ICT 인덱스 값이 변경되지 않는다는 의미는 기지국들 상호 간에 영향을 미치는 기지국들 각각의 간섭 제거 능력이 기지국들 상호 간 최대로 반영되었다는 것을 의미한다. 따라서 더 이상 기지국들 상호 간 ICT 인덱스 값들을 교환할 필요가 없게 된다.
- [0123] 이러한 예는 도 8에서 821 단계 내지 835단계에 도시되었다. 즉, 821단계에서 기지국 k(845)의 ICT 인덱스 값은 "3"이고, 기지국 j(850)의 ICT 인덱스 값은 "6"이다. 그런데 829단계에서 기지국 k(845)이 다음 번 결정할 ICT 인덱스 값은 이전에 결정된 ICT 인덱스 값과 동일한 "3"이다. 또한, 831단계에서 기지국 j(850)가 다음 번 결정할 ICT 인덱스 값은 이전에 결정된 ICT 인덱스 값과 동일한 "6"이다. 따라서 모든 기지국들의 ICT 인덱스 값이 더 이상 변경되지 않는다. 이렇게 되면 더 이상 기지국들 간 ICT 인덱스 값을 교환하는 것은 불필요하게 되므로 833단계와 835단계에서 백홀(860)은 기지국들 간의 협력 통신이 완료되었음을 의미하는 완료 메시지(또는 OK 메시지)를 각 기지국들에게 전달하게 된다.
- [0124] 다만, 상술한 기지국들 간 ICT 인덱스 값의 교환 과정의 횟수가 제한되지 않는다면 과도한 자원 낭비가 생길 것이다. 따라서 이를 방지하기 위하여 시스템 설정에 의하거나, 또는 백홀의 자체 설정에 의하여 ICT 인덱스 값의 교환 횟수를 소정 임계값으로 제한할 수 있을 것이다. 일 예로, 백홀(860)이 N번 동안 ICT 인덱스를 각 기지국들로부터 수신하였음에도 어느 하나의 기지국들에서 ICT 인덱스가 변경되었다면, 더 이상의 ICT 인덱스 교환 절차를 종료하도록 할 수 있다.
- [0125] 지금까지는 도 8을 참조하여 기지국들 간의 ICT 교환 과정을 설명하였다. 이하에서는 ICT 교환에 의하여 정확한 SINR을 계산한 이후 그에 따라 단말로부터 업링크 데이터를 수신하는 전체 과정을 하나의 기지국을 기준으로 설명하기로 한다.
- [0126] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 ICT 교환 및 업링크 데이터를 수신하는 과정을 설명하는 도면이다.
- [0127] 사용자 단말(901)은 911단계에서 상향 링크 기준 신호를 기지국 k(903)로 전달한다. 기지국 k(903)는 기준 신호를 이용하여 SINR을 계산하고, 계산된 SINR과 본 발명의 실시예에 따른 ICT 테이블을 이용하여 ICT 인덱스를 결정하여 백홀(913)로 전달한다. 913단계에서는 최초로 결정된 ICT 인덱스 값을 나타내기 위하여 ICT 인덱스 k(0)라고 표시하였다. 915단계에서는 백홀로부터 다른 기지국들의 ICT 인덱스 값을 수신한다. 다른 기지국들의 개수는 적어도 하나 이상이 될 수 있다. 또한, 915단계에서는 다른 기지국의 최초 결정된 ICT 인덱스 값을 나타내기 위하여 ICT 인덱스(j)0이라고 표시하였다.
- [0128] 이후 기지국k(903)은 다른 기지국들의 ICT 인덱스 값을 반영하여 다시 새로운 ICT 인덱스 값을 결정하고 이를 다시 백홀(905)로 전달하는 과정을 반복한다. 만일 백홀(905)로부터 다른 기지국들의 ICT 인덱스 값을 N번째 받거나, 또는 백홀로부터 완료 메시지(또는 OK 메시지)를 수신하면 이러한 ICT 교환 과정의 반복은 종료될 것이다. 917단계 및 919 단계는 이러한 과정을 나타내고 있다.
- [0129] ICT교환 과정이 종료된 이후, 기지국 k(903)는 ICT 인덱스 교환 절차가 종료되는 시점에서의 간섭 제거 후 SINR(즉, $SINR_{SR,k}$)를 최종적으로 계산한다. 즉 다른 기지국의 ICT 인덱스를 N 번째 수신하였다면, 마지막 수신한 ICT 인덱스를 반영하여 최종적인 $SINR_{SR,k}$ 를 계산한다. 또는, 백홀(905)로부터 종료 메시지(OK 메시지)를 수신하면 바로 이전에 계산되었던 $SINR_{SR,k}$ 를 최종적인 $SINR_{SR,k}$ 로 결정할 것이다. 이렇게 결정된 최종적인 $SINR_{SR,k}$ 가 기지국 k(903)에서 다른 기지국들에 의한 셀 간섭을 최대한 제거한 상태에서 얻을 수 있는 신호 대 간섭 비가 될 것이다. 따라서 기지국 k(903)는 이렇게 최종 결정된 셀 간 간섭 제거 이후의 SINR에 따라 사용자 단말(901)과의 신호 송수신을 위한 부호율 및 변조 차수(즉, MCS 인덱스)를 결정한다. 921단계에서 기지국 k(901)는 이렇게 결정된 MCS 정보를 사용자 단말(901)로 전달한다.

- [0130] 923단계에서 사용자 단말(901)은 전달받은 MCS 정보에 따라 채널 부호화, 인터리빙, 변조 심볼 매핑을 수행하여 923단계에서 상향 링크 데이터 심볼을 기지국 k(903)로 전달한다.
- [0131] 925단계에서 기지국 k(903)는 앞서 결정된 MCS 정보를 이용하여 데이터 심볼을 수신한다. 이때, 기지국 k(903)는 본 발명의 실시예에 따른 SA 심볼을 생성을 위하여 경관정 심볼, SA 심볼을 위한 {크기, 위상} 정보를 생성하여 백홀(905)로 전달한다. 상기 SA 심볼을 위한 {크기, 위상} 값들을 결정하는 방식은 앞서 <수학식 8>을 통하여 설명되었으므로 여기서 그 설명은 생략한다.
- [0132] 927단계에서 백홀(905)은 다른 기지국으로부터 수신한 경관정 심볼, {크기, 위상} 값 정보를 기지국 k(903)로 전달한다. 이는 백홀(905)이 925단계에서 기지국k(903)로부터 수신한 것과 동일하게 다른 기지국들로부터 각 기지국들의 수신 비트 별 경관정 심볼, {크기, 위상}값 정보를 가지고 있기 때문이다. 참고로, 이때 {크기, 위상} 정보를 송수신하는 데 필요한 데이터 비트의 크기는 앞서 <표 2>의 예에서는 1비트였다. 그러나 데이터 비트의 크기는 경관정 심볼을 SA 심볼로 변화시키기 위한 {크기, 위상}들의 집합인 SA 집합을 구성하는 구성 요소들의 개수가 몇 개로 설정하느냐에 따라 달라질 것이다. 이때 다른 기지국의 {크기, 위상} 값은 917과 919단계에서 교환한 최종 ICT 인덱스에 해당하는 SA집합에서 찾을 수 있다.
- [0133] 929단계에서 기지국k(903)는 본 발명의 실시예에 의한 SR 간섭 제거를 이용하여 수신한 심볼의 값을 최종적으로 판정한다. 즉, 기지국k(903)는 927단계에서 획득한 다른 기지국들의 SA 심볼값들, 즉, 경관정 심볼, {크기, 위상} 정보를 이용하여 다른 기지국들에 의한 간섭을 제거한 상태에서 최종적으로 923단계에서 수신한 상향 링크 데이터 심볼의 값을 판정한다.
- [0134] 도 10은 본 발명의 실시예에 따라 기지국이 ICT 인덱스를 결정하는 동작을 설명하는 도면이다. 이는 도 8에서 설명된 내용을 하나의 기지국의 관점에서 설명하는 것이다.
- [0135] 1001단계에서 기지국은 자신의 ICT 인덱스를 결정한다. 만일 기지국이 사용자 단말로부터 상향링크 기준 신호를 수신한 경우에는 상향링크 기준 신호를 이용하여 ICT 인덱스를 결정하게 되는데 이때 결정된 값은 ICT 인덱스의 초기값이 될 것이다.
- [0136] 1003단계에서 기지국은 1001단계에서 결정한 자신의 ICT 인덱스를 백홀로 송신한다.
- [0137] 1005단계에서 기지국은 백홀로부터 수신하고, 이때 수신한 정보가 OK메시지인지 또는 다른 기지국의 ICT 인덱스인지 여부를 판단한다.
- [0138] 1005단계에서 수신한 정보가 OK 메시지라면 1009단계로 진행하여 현재의 ICT 인덱스를 자신의 최종 ICT 인덱스로 결정한다.
- [0139] 1005단계에서 수신한 정보가 다른 기지국의 ICT 인덱스라면, 1007단계로 진행하여 다른 기지국의 인덱스를 수신한 횟수가 미리 결정된 소정의 임계값 N인지를 판단한다. N번을 수신하였다면 1009단계로 진행하여 현재의 ICT 인덱스를 자신의 최종 ICT 인덱스로 결정한다. 만일 N번을 수신하지 못하였다면 다시 1001단계로 진행한다. 즉, 1001단계로 진행하여 자신의 ICT 인덱스를 다시 결정하게 되는데, 이때 ICT를 결정할 때에는 1005단계에서 수신한 다른 기지국의 ICT 인덱스 값을 반영하여 자신의 ICT 인덱스를 다시 결정하게 될 것이다. 한편, 상기 1009단계에서 최종 ICT 인덱스가 결정된 이후에는, 앞서 도 9에서 설명된 바와 같이 최종 ICT 인덱스에 대응하는 셀 간 간섭 제거 후의 SINR(즉, $SINR_{SR,k}$)를 이용하여 MCS 인덱스를 결정하고, 이를 사용자 단말에게 전달할 것이다. 이후의 동작들은 도 9에서 설명되었으므로 여기서 반복되는 설명은 생략한다.
- [0140] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 기지국 장치의 구성을 기능 블록 별로 설명하는 도면이다.
- [0141] 기지국 장치(1100)는 송수신부(1101)를 통하여 사용자 단말 또는 백홀과의 신호를 송수신한다. 즉, 해당 기지국에서 생성된 SA 심볼(또는 SA 심볼에 대한 정보)을 백홀로 송신하거나, 다른 기지국의 SA 심볼(또는 SA 심볼에 대한 정보)을 수신한다.
- [0142] 간섭 제거부(1103)는 사용자 단말로부터 수신한 수신 신호에서 다른 기지국의 SA 심볼 정보를 이용하여 셀 간 간섭을 제거한 신호를 생성한다.
- [0143] 제어부(1105)는 본 발명의 실시예에 따른 대부분의 동작들을 제어한다.
- [0144] 구체적으로 SA 심볼 정보를 수신하기 이전에, 다른 기지국의 셀 간 간섭 제거 능력을 고려하여, 상기 현재 기지

국의 최종 신호 대 간섭 비(SINR)를 결정하고, 최종 SINR에 기초하여 사용자 단말과의 신호 송수신에 사용될 부호율 및 변조 차수(MCS) 정보를 결정하고, 이를 송수신부(1101)를 통하여 사용자 단말에게 송신한다. 또한, 상기 MCS 정보에 따라 송신된 상향링크 데이터를 수신한다. 또한, 사용자 단말로부터 기준 신호를 수신하고, 기준 신호를 이용하여 셀 간 간섭 제거 전의 신호 대 간섭 비(SINR,k) 을 결정하고, 저장부(1107)에 미리 저장된 ICT(interference cancellation table) 테이블로부터, SINR,k 값에 대응하는 ICT 인덱스를 결정하고, 상기 결정된 ICT 인덱스를 백홀로 송수신부(1101)를 통하여 송신한다. 또한, 다른 기지국의 ICT 인덱스를 백홀로부터 수신하고, 다른 기지국의 ICT 인덱스를 고려하여 다른 기지국에 의한 간섭을 제거한 이후의 신호 대 간섭 비(SINR_{SR,k})를 결정한다. 또한, SINR_{SR,k}를 고려하여 다시 ICT 인덱스를 결정하여 백홀로 송신하고, 다시 백홀로부터 다른 기지국의 갱신된 ICT 인덱스를 수신하는 과정을 반복한다. 이러한 반복은 상기 백홀로부터 기지국 협력 완료 메시지를 수신하거나, 또는 상기 제2 ICT 인덱스를 소정 횟수만큼 수신하거나, 또는 현재 수신한 다른 기지국들의 ICT 인덱스들이 이전에 수신한 다른 기지국들의 ICT 인덱스와 모두 동일하면 종료된다.

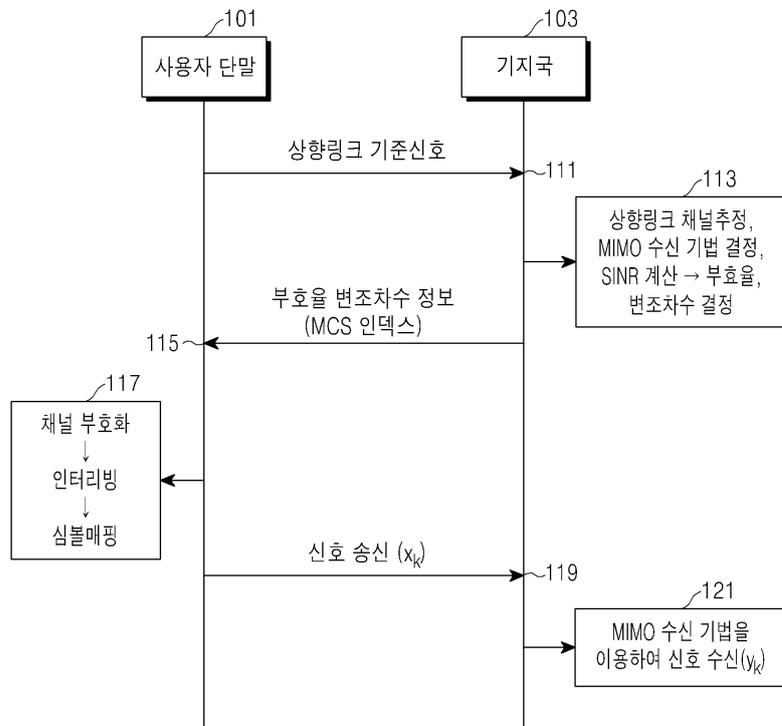
[0145] 지금까지 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명하였다.

[0146] 본 발명의 실시예에 따르면, 경관정 심볼의 크기와 위상을 적절히 변화시켜 연관정 심볼에 가까운 양자화된 SA 심볼을 생성하였고, 이렇게 생성된 SA 심볼을 기지국들 간 공유하여 간섭을 제거하였다. 또한, 이에 앞서, 기지국에서 셀 간 간섭이 제거된 상태에서의 SINR을 정확히 계산하여 이를 바탕으로 사용자 단말과의 신호 송수신에 사용할 부호율과 변조 차수를 결정하기 위하여, ICT 인덱스를 포함하는 ICT 테이블을 제안하였다. 이에 따르면 기지국들은 현재의 SINR을 바탕으로 ICT 인덱스를 결정하고, 이를 기지국들 간 공유하여 다른 기지국들의 ICT 인덱스를 바탕으로 다시 셀 간 간섭이 제거되었음을 가정한 상태의 SINR을 결정할 수 있다. 다만, 기지국들 간 ICT 인덱스를 교환하는 과정은 모든 기지국들에서 ICT 인덱스들이 변경되지 않을 때까지 계속된다. 다만, 무한정한 교환 절차의 반복을 피하기 위하여 ICT 인덱스의 교환 절차는 소정 횟수 이내로 제한될 수 있다.

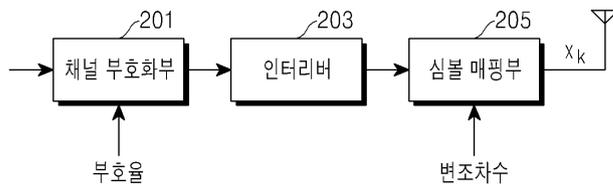
[0147] 상술한 본 발명의 실시예에 따르면, 제한된 백홀 환경에서도 무한한 백홀을 사용하는 연관정 간섭 제거 기법에 가까운 셀 간 간섭 제거성능을 얻을 수 있다. 뿐만 아니라, 셀 간 간섭을 최대한 제거된 상황을 고려하여 기지국의 SINR를 보다 정확히 측정할 수 있어, MCS 결정의 효율성이 높아진다.

도면

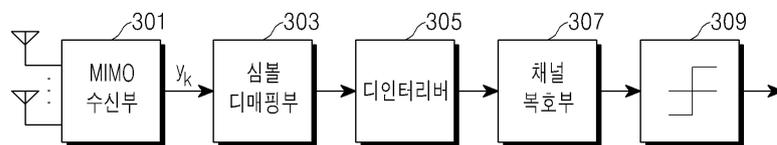
도면1



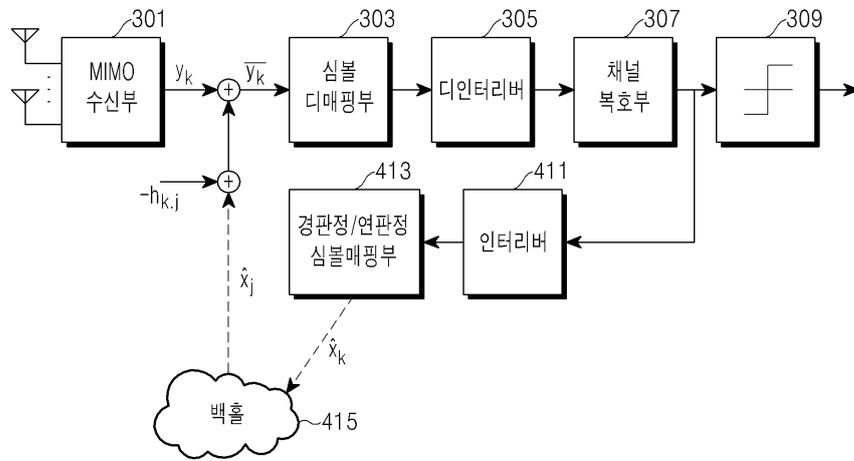
도면2



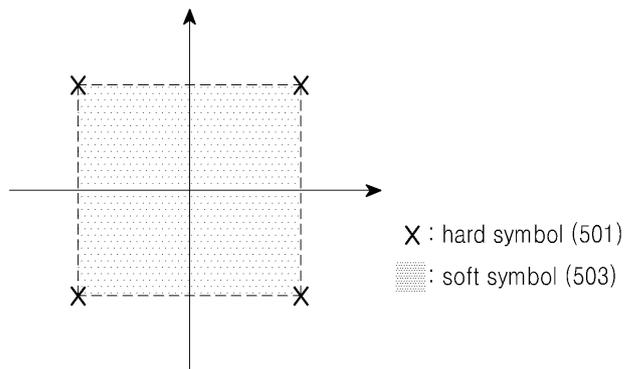
도면3



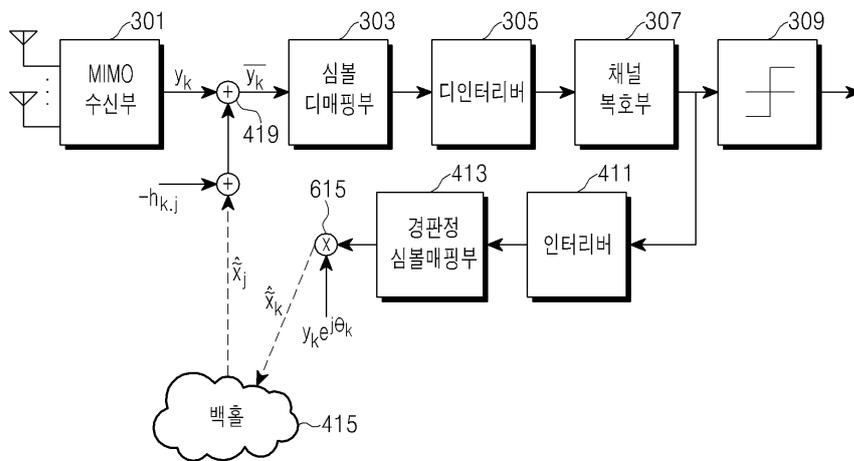
도면4



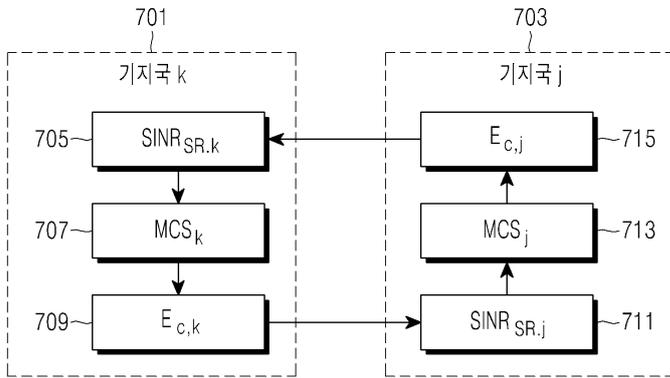
도면5



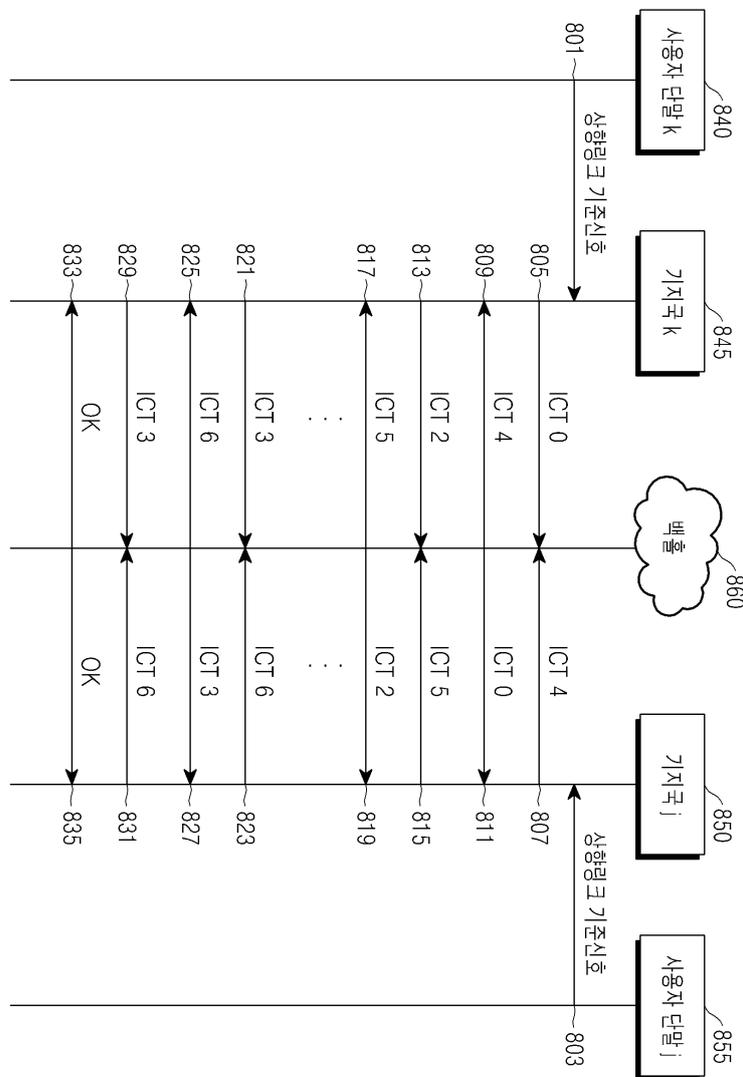
도면6



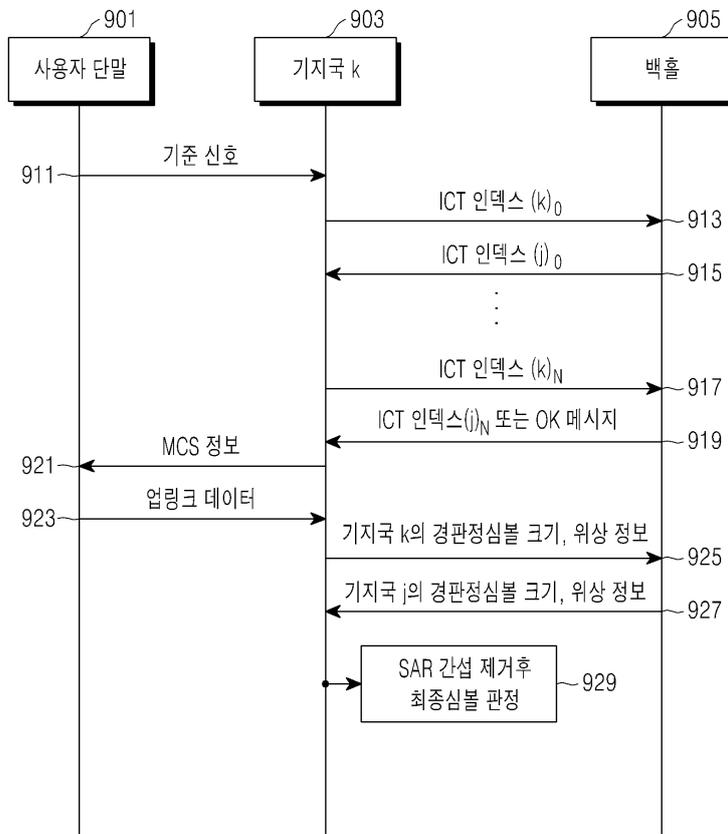
도면7



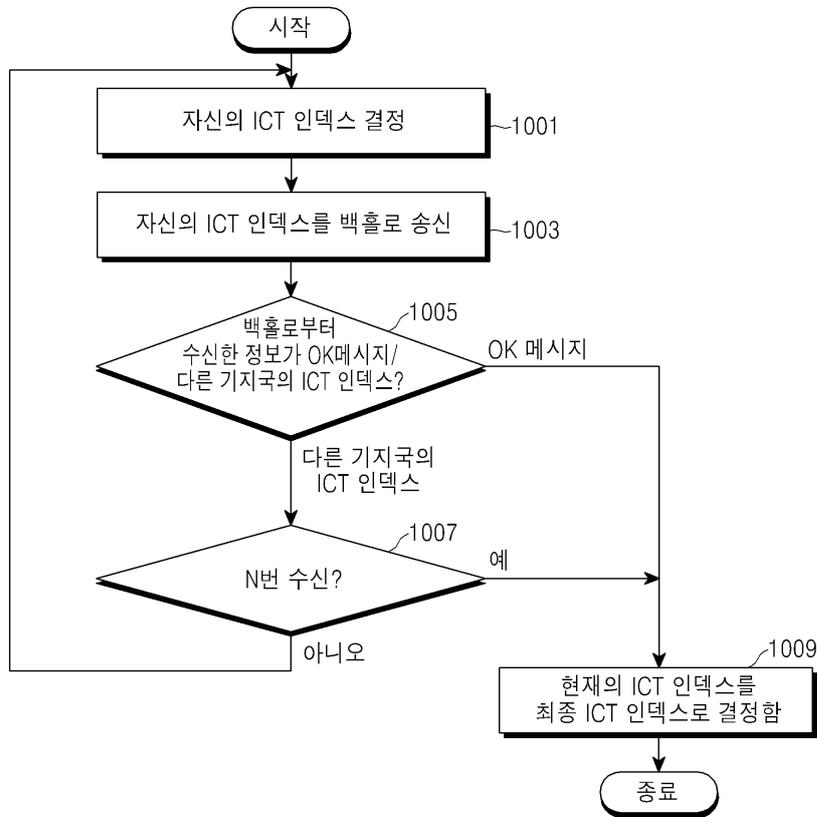
도면8



도면9



도면10



도면11

