



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월14일

(11) 등록번호 10-2277257

(24) 등록일자 2021년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 17/00 (2015.01) **H04B 15/02** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0093880
 (22) 출원일자 2014년07월24일
 심사청구일자 2019년07월22일
 (65) 공개번호 10-2015-0133111
 (43) 공개일자 2015년11월27일
 (30) 우선권주장
 61/994,994 2014년05월19일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020110092433 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
연세대학교 산학협력단
 서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대
 학교)
 (72) 발명자
김진민
 서울특별시 서초구 양재대로11길 19
박요섭
 경기도 안양시 만안구 병목안로 61, 201동 703호
 (안양동, 성원아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인(유한)케이비케이

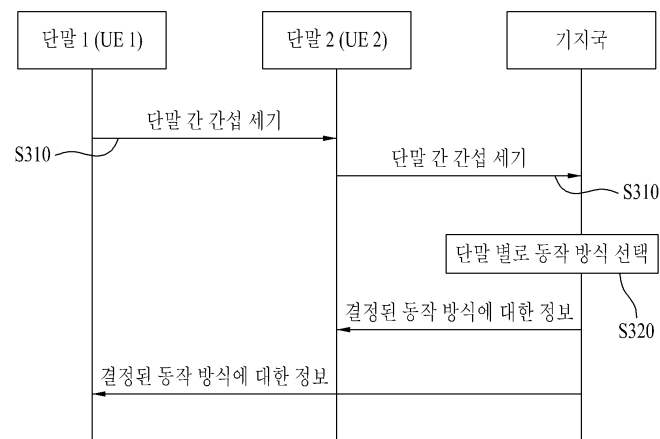
전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 김상우

(54) 발명의 명칭 **전이중 통신 방식 및 반이중 통신방식을 지원하는 시스템에서 통신을 수행하는 방법 및 이를 위한 장치**

(57) 요약

전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 단말이 통신 방식을 스위칭하는 방법은, 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기를 측정하는 단계; 상기 측정된 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기에 대한 정보를 기지국으로 전송하는 단계; 상기 기지국으로부터 상기 간섭 신호 세기에 대한 정보에 기초하여 선택된 통신 방식에 대한 정보를 수신하는 단계; 및 상기 선택된 통신 방식으로 스위칭하는 단계를 포함하되, 상기 선택된 통신 방식은 상기 전이중 통신 방식 또는 상기 반이중 통신 방식일 수 있다.

대표도 - 도3

(72) 발명자

이해순

서울특별시 서초구 방배천로2안길 83 (방배동)

김동규

서울특별시 노원구 덕릉로79길 23, 101동 1301호
(중계동, 염광아파트)

정재훈

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

홍대식

서울특별시 용산구 이촌로 347, 7동 307호 (서빙고
동, 신동아아파트)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130080008 A*

KR1020120066071 A*

JP2013093879 A*

JP2008538886 A

KR1020120025628 A

KR1020090017612 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 단말이 통신 방식을 스위칭하는 방법에 있어서,

다른 단말로부터의 간섭 신호 세기를 측정하는 단계;

상기 측정된 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기에 대한 정보를 기지국으로 전송하는 단계;

상기 간섭 신호 세기에 대한 정보, 상기 기지국과 상기 단말 사이의 신호 세기 정보 및 상기 기지국과 상기 다른 단말 사이의 신호 세기 정보에 기초하여 상기 기지국에 의해 선택된 통신 방식에 대한 정보를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계; 및

상기 선택된 통신 방식을 이용하여 통신을 수행하는 단계를 포함하되,

상기 선택된 통신 방식은 상기 전이중 통신 방식 또는 상기 반이중 통신 방식이고,

상기 통신 방식은 상기 간섭 신호 세기에 대한 정보, 상기 기지국과 상기 단말 사이의 신호 세기 정보 및 상기 기지국과 상기 다른 단말 사이의 신호 세기 정보에 기초하여 계산된 시스템 채널 용량 합이 최대가 되도록 선택되는, 단말의 통신 수행 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기를 측정하기 이전에 상기 기지국으로부터 상기 통신 방식의 선택이 소정의 자원블록(resource block, RB) 단위로 수행됨을 지시하는 정보를 수신하는 단계를 더 포함하되,

상기 소정의 RB 단위에서 상기 다른 단말의 간섭 세기를 측정하는, 단말의 통신 수행 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 측정된 다른 단말의 간섭 세기는 상기 소정의 RB 단위에 대한 평균값인, 단말의 통신 수행 방법.

청구항 4

전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 기지국이 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 방법에 있어서,

적어도 하나의 단말로부터 상기 적어도 하나의 단말이 측정된 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기에 대한 정보를 수신하는 단계;

상기 기지국과 상기 적어도 하나의 단말 사이의 신호 세기에 대한 정보를 획득하는 단계;

상기 간섭 신호 세기에 대한 정보 및 상기 기지국과 상기 적어도 하나의 단말 사이의 신호 세기에 대한 정보에 기초하여 계산된 시스템 채널 용량 합이 최대가 되도록 상기 적어도 하나의 단말 각각에 대한 통신 방식을 선택하는 단계; 및

상기 선택된 통신 방식에 대한 정보를 상기 적어도 하나의 단말 각각에 전송하는 단계를 포함하되,

상기 선택된 통신 방식은 상기 전이중 통신 방식 또는 상기 반이중 통신 방식인, 기지국이 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 간섭 신호 세기에 대한 정보를 수신하기 이전에 상기 적어도 하나의 단말에게 상기 통신 방식의 선택이 소정의 자원블록(resource block, RB) 단위로 수행됨을 지시하는 정보를 전송하는 단계를 더 포함하되,

상기 수신된 간섭 신호 세기는 상기 소정의 RB 단위에서 상기 다른 단말의 간섭 세기를 측정된 것인, 기지국이 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 측정된 다른 단말의 간섭 세기는 상기 소정의 RB 단위에 대한 평균값인, 기지국이 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 방법.

청구항 8

제 4항에 있어서,

상기 측정된 다른 단말의 간섭 세기는 전체 시스템 대역폭의 평균 간섭 세기인, 기지국이 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 방법.

청구항 9

전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 통신 방식을 스위칭하는 단말에 있어서,

다른 단말로부터의 간섭 신호 세기를 측정하는 프로세서;

상기 측정된 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기에 대한 정보를 기지국으로 전송하는 송신기; 및

상기 기지국에 의해 선택된 통신 방식에 대한 정보를 수신하는 수신기를 포함하되,

상기 프로세서는 상기 선택된 통신 방식으로 통신이 수행되도록 제어하고,

상기 선택된 통신 방식은 상기 전이중 통신 방식 또는 상기 반이중 통신 방식이고,

상기 통신 방식은 상기 간섭 신호 세기에 대한 정보, 상기 기지국과 상기 단말 사이의 신호 세기 정보 및 상기 기지국과 상기 다른 단말 사이의 신호 세기 정보에 기초하여 계산된 시스템 채널 용량 합이 최대가 되도록 상기 기지국에 의해 선택되는, 단말.

청구항 10

전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 기지국에 있어서,

적어도 하나의 단말로부터 상기 적어도 하나의 단말이 측정된 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기에 대한 정보를 수신하는 수신기;

상기 기지국과 상기 적어도 하나의 단말 사이의 신호 세기를 측정하고, 상기 간섭 신호 세기에 대한 정보 및 상기 측정된 상기 기지국과 상기 적어도 하나의 단말 사이의 신호 세기에 기초하여 계산된 시스템 채널 용량 합이 최대가 되도록 상기 적어도 하나의 단말 각각에 대한 통신 방식을 선택하는 프로세서; 및

상기 선택된 통신 방식에 대한 정보를 상기 적어도 하나의 단말 각각에 전송하는 송신기를 포함하되,

상기 선택된 통신 방식은 상기 전이중 통신 방식 또는 상기 반이중 통신 방식인, 기지국.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 통신 수행 방법 및 이를 지원하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전이중 통신 기술(Full-duplex communication)은 한 노드에서 송신과 수신을 동시에 수행함으로써 시간 자원 또는 주파수 자원을 직교하도록 분할하여 사용하는 기존의 반이중 통신(Half-duplex communication)에 비해서 시스템의 용량(capacity)을 이론적으로 2배 향상시킬 수 있는 기술이다. 그러나, 이와 같은 노드 내에서 송신과 수신에 동시에 이루어지는 특성 때문에 강한 자기 간섭(Self-interference)을 겪게 된다. 이러한 상황에서 전이중 통신의 성능을 향상시키기 위해서 자기 간섭을 제거하는 방법들이 소프트웨어와 하드웨어를 통해서 제안 및 구현되었다.

[0003] 지금까지 실제 회로로 구현하여 실험을 거친 전이중 통신 방식은 크게 separated antenna 방식과 shared antenna 방식으로 구분할 수 있다. Separated antenna 방식은 각 노드의 다중 안테나를 이용해 공간 자원을 분리함으로써 송수신을 동일한 주파수와 시간 자원을 사용 가능케 하는 기술이다. 그렇기 때문에 공간의 분할을 위하여 한 노드의 안테나들을 송신용 안테나와 수신용 안테나로 나누어 사용하게 된다. 이러한 통신 시스템의 장점은 양방향 통신시 기존의 반이중 통신 시스템에서 발생하던 성능 제약 요인인 송신과 수신을 위한 시간이나 주파수 자원의 분리 없이 다중 안테나를 이용한 공간 자원의 분리를 통해 전이중 통신 방식으로 동작함으로써 시스템의 용량을 증가시킬 수 있다는 점이다. shared antenna 방식은 circulator를 활용해 동일한 안테나를 사용하여 동시에 송수신을 하는 전이중 통신 방식이다. Circulator는 회로 소자로 여러 방향의 입력과 출력이 있을 때 순환적으로 정해진 방향으로만 신호가 흘러가게 만들어주며 이를 통해서 동시에 전이중 통신이 가능하게 한다. 이 회로를 통해서 송신단에서 발생한 신호가 안테나로 보내지면서 동시에 안테나로 들어오는 신호는 수신 단으로 들어가는 것이 가능하게 되어 동일 안테나를 통해 전이중 통신이 가능하게 된다.

[0004] shared antenna 방식에서 자기 간섭이 존재하더라도 제거(cancellation)기술을 적용함으로써 상당한 양의 간섭을 제거하여 전이중 통신 방식이 시스템의 용량을 효율적으로 증대시킬 수 있는 기술임을 실제 회로 구현을 통해 보였다.

[0005] P2P상황에서의 전이중 통신에 대한 연구가 많이 이루어지면서 가장 큰 문제점으로 고려된 자기 간섭 제거에 대한 연구들을 바탕으로 전이중 통신이 점점 더 현실화 되고 있다. 이를 활용하여 시스템의 용량 증대를 위해 전이중 전송 기술을 셀룰러 네트워크에 적용하는 형태의 연구가 대두되기 시작했다. 기존의 반이중 통신을 사용한 기지국과 다중 단말이 통신을 할 경우에는 시간 자원이나 주파수 자원을 분할해 전송하기 때문에 상향링크로 송신하는 단말과 하향링크로 수신하는 단말이 동시에 동작하지 않게 된다. 이런 통신 방식은 단말 사이에 간섭이 발생하지 않지만 자원을 나누어 사용하기 때문에 전체적인 주파수 효율이 낮아지는 단점이 발생한다.

[0006] 이러한 한계를 극복하기 위해서 기지국이 전이중 통신으로 동작하고 기존 단말들을 고려하여 단말들은 반이중 통신을 쓰는 셀룰러 시스템이 고려되었다. 기지국에 전이중 통신을 적용할 경우 반이중 통신의 자원분할로 인한 손해를 극복하고 더 높은 시스템의 성능을 얻을 수 있지만 동시에 같은 자원을 사용하여 송수신을 하는 단말로 인해 기존 시스템과는 다르게 단말 간 간섭이라는 새로운 문제가 생기게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안을 본 발명에서는 제안하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제는 전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 단말이 통신 방식을 스위칭하는 방법을 제공하는 데 있다.

[0008] 본 발명에서 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 기지국이 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 방법을 제공하는 데 있다.

- [0009] 본 발명에서 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 통신 방식을 스위칭하는 단말을 제공하는 데 있다.
- [0010] 본 발명에서 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 기지국을 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 단말이 통신 방식을 스위칭하는 방법은, 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기를 측정하는 단계; 상기 측정된 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기에 대한 정보를 기지국으로 전송하는 단계; 상기 기지국으로부터 상기 간섭 신호 세기에 대한 정보에 기초하여 선택된 통신 방식에 대한 정보를 수신하는 단계; 및 상기 선택된 통신 방식으로 스위칭하는 단계를 포함하되, 상기 선택된 통신 방식은 상기 전이중 통신 방식 또는 상기 반이중 통신 방식일 수 있다. 상기 방법은, 상기 기지국으로부터 상기 통신 방식의 선택이 소정의 자원블록(resource block, RB) 단위로 수행됨을 지시하는 정보를 수신하는 단계를 더 포함하되, 상기 소정의 RB 단위에서 상기 다른 단말의 간섭 세기를 측정할 수 있다. 상기 측정된 다른 단말의 간섭 세기는 상기 소정의 RB 단위에 대한 평균값일 수 있다.
- [0013] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 기지국이 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 방법은, 적어도 하나의 단말로부터 상기 적어도 하나의 단말이 측정된 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기에 대한 정보를 수신하는 단계; 상기 간섭 신호 세기에 대한 정보에 기초하여 상기 적어도 하나의 단말 각각에 대해 통신 방식을 선택하는 단계; 및 상기 선택된 통신 방식에 대한 정보를 상기 적어도 하나의 단말 각각에 전송하는 단계를 포함하되, 상기 선택된 통신 방식은 상기 전이중 통신 방식 또는 상기 반이중 통신 방식이다. 상기 적어도 하나의 단말 각각에 대한 통신 방식 선택은, 상기 간섭 신호 세기에 대한 정보에 기초하여 상기 시스템의 채널 용량이 최대가 되도록 선택된 것일 수 있다. 상기 방법은, 상기 적어도 하나의 단말에게 상기 통신 방식의 선택이 소정의 자원블록(resource block, RB) 단위로 수행됨을 지시하는 정보를 전송하는 단계를 더 포함하되, 상기 수신된 간섭 신호 세기는 상기 소정의 RB 단위에서 상기 다른 단말의 간섭 세기를 측정된 것이다. 상기 측정된 다른 단말의 간섭 세기는 상기 소정의 RB 단위에 대한 평균값이다. 상기 측정된 다른 단말의 간섭 세기는 전체 시스템 대역폭의 평균 간섭 세기이다.
- [0014] 상기의 또 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 통신 방식을 스위칭하는 단말은, 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기를 측정하는 프로세서; 상기 측정된 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기에 대한 정보를 기지국으로 전송하는 송신기; 및 상기 기지국으로부터 상기 간섭 신호 세기에 대한 정보에 기초하여 선택된 통신 방식에 대한 정보를 수신하는 수신기를 포함하되, 상기 프로세서는 상기 선택된 통신 방식으로 스위칭하도록 제어하며, 상기 선택된 통신 방식은 상기 전이중 통신 방식 또는 상기 반이중 통신 방식이다.
- [0015] 상기의 또 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 전이중 통신(Full-duplex communication) 방식 및 반이중 통신(Half-duplex communication) 방식을 지원하는 시스템에서 단말의 통신 방식 스위칭을 지원하는 기지국은, 적어도 하나의 단말로부터 상기 적어도 하나의 단말이 측정된 다른 단말로부터의 간섭 신호 세기에 대한 정보를 수신하는 수신기; 상기 간섭 신호 세기에 대한 정보에 기초하여 상기 적어도 하나의 단말 각각에 대해 통신 방식을 선택하는 프로세서; 및 상기 선택된 통신 방식에 대한 정보를 상기 적어도 하나의 단말 각각에 전송하는 송신기를 포함하되, 상기 선택된 통신 방식은 상기 전이중 통신 방식 또는 상기 반이중 통신 방식일 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에서 제안하는 기법을 사용하면 한가지 동작 기법을 고정으로 사용하는 기법에 비해서 단말간 간섭이 작은 상황에서는 전이중 통신을 사용하고 단말간 간섭이 큰 상황에서는 반이중 통신으로 전환하여 더 높은 시스템

의 sum-rate을 얻을 수 있다.

[0017] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0018] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 무선통신 시스템(100)에서의 기지국(105) 및 단말(110)의 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명에서 제안하고자 하는 단말의 전이중/반이중 통신 동작 방식을 지원하는 네트워크를 예시적인 도면이다.

도 3은 본 발명에서 제안하고자 하는 단말의 전이중/반이중 통신 동작 방식을 선택하기 위한 프로시저를 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 4는 SRS 전송 구조를 나타내는 도면이다.

도 5는 원점에 기지국을 위치시키고 기지국으로부터 20m 떨어진 위치에 1번 단말이 있는 상황에서 2번 단말이 해당 좌표에 있으면서 두 단말이 모두 전이중 통신을 할 경우의 합 채널 용량을 나타내는 도면이다.

도 6은 두 단말이 모두 전이중 통신을 할 경우와 모두 반이중 통신을 하는 경우의 합 채널 용량의 비율을 나타내는 도면이다.

도 7은 도 6과 동일한 실험 환경에서 두 단말이 취할 수 있는 4가지 동작 상태의 조합을 모두 고려하여 어떤 조합이 해당 위치에서 가장 합 채널 용량이 큰가를 비교해서 표시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적인 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명은 이동통신 시스템이 3GPP LTE, LTE-A 시스템인 경우를 가정하여 구체적으로 설명하나, 3GPP LTE, LTE-A의 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.

[0020] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[0021] 아울러, 이하의 설명에 있어서 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), AMS(Advanced Mobile Station) 등 이동 또는 고정형의 사용자단 기기를 통칭하는 것을 가정한다. 또한, 기지국은 Node B, eNode B, Base Station, AP(Access Point) 등 단말과 통신하는 네트워크 단의 임의의 노드를 통칭하는 것을 가정한다. 본 명세서에서는 IEEE 802.16 시스템에 근거하여 설명하지만, 본 발명의 내용들은 각종 다른 통신 시스템에도 적용 가능하다.

[0022] 이동 통신 시스템에서 단말 혹은 사용자 기기(User Equipment)은 기지국으로부터 하향링크(Downlink)를 통해 정보를 수신할 수 있으며, 단말은 또한 상향링크(Uplink)를 통해 정보를 전송할 수 있다. 단말이 전송 또는 수신하는 정보로는 데이터 및 다양한 제어 정보가 있으며, 단말이 전송 또는 수신하는 정보의 종류 용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.

[0023] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수

있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced 데이터 Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로서 하향 링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화된 버전이다.

- [0024] 또한, 이하의 설명에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0025] 도 1은 무선통신 시스템(100)에서의 기지국(105) 및 단말(110)의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0026] 무선 통신 시스템(100)을 간략화하여 나타내기 위해 하나의 기지국(105)과 하나의 단말(110)(D2D 단말을 포함)을 도시하였지만, 무선 통신 시스템(100)은 하나 이상의 기지국 및/또는 하나 이상의 단말을 포함할 수 있다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 기지국(105)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(115), 심볼 변조기(120), 송신기(125), 송수신 안테나(130), 프로세서(180), 메모리(185), 수신기(190), 심볼 복조기(195), 수신 데이터 프로세서(197)를 포함할 수 있다. 그리고, 단말(110)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(165), 심볼 변조기(170), 송신기(175), 송수신 안테나(135), 프로세서(155), 메모리(160), 수신기(140), 심볼 복조기(155), 수신 데이터 프로세서(150)를 포함할 수 있다. 송수신 안테나(130, 135)가 각각 기지국(105) 및 단말(110)에서 하나로 도시되어 있지만, 기지국(105) 및 단말(110)은 복수 개의 송수신 안테나를 구비하고 있다. 따라서, 본 발명에 따른 기지국(105) 및 단말(110)은 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템을 지원한다. 또한, 본 발명에 따른 기지국(105)은 SU-MIMO(Single User-MIMO) MU-MIMO(Multi User-MIMO) 방식 모두를 지원할 수 있다.
- [0028] 하향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(115)는 트래픽 데이터를 수신하고, 수신한 트래픽 데이터를 포맷하여, 코딩하고, 코딩된 트래픽 데이터를 인터리빙하고 변조하여(또는 심볼 매핑하여), 변조 심볼들("데이터 심볼들")을 제공한다. 심볼 변조기(120)는 이 데이터 심볼들과 파일럿 심볼들을 수신 및 처리하여, 심볼들의 스트림을 제공한다.
- [0029] 심볼 변조기(120)는, 데이터 및 파일럿 심볼들을 다중화하여 이를 송신기(125)로 전송한다. 이때, 각각의 송신 심볼은 데이터 심볼, 파일럿 심볼, 또는 제로의 신호 값일 수도 있다. 각각의 심볼 주기에서, 파일럿 심볼들이 연속적으로 송신될 수도 있다. 파일럿 심볼들은 주파수 분할 다중화(FDM), 직교 주파수 분할 다중화(OFDM), 시분할 다중화(TDM), 또는 코드 분할 다중화(CDM) 심볼일 수 있다.
- [0030] 송신기(125)는 심볼들의 스트림을 수신하여 이를 하나 이상의 아날로그 신호들로 변환하고, 또한, 이 아날로그 신호들을 추가적으로 조절하여(예를 들어, 증폭, 필터링, 및 주파수 업 컨버팅(upconverting) 하여, 무선 채널을 통한 송신에 적합한 하향링크 신호를 발생시킨다. 그러면, 송신 안테나(130)는 발생된 하향링크 신호를 단말로 전송한다.
- [0031] 단말(110)의 구성에서, 수신 안테나(135)는 기지국으로부터의 하향링크 신호를 수신하여 수신된 신호를 수신기(140)로 제공한다. 수신기(140)는 수신된 신호를 조정하고(예를 들어, 필터링, 증폭, 및 주파수 다운컨버팅(downconverting)), 조정된 신호를 디지털화하여 샘플들을 획득한다. 심볼 복조기(145)는 수신된 파일럿 심볼들을 복조하여 채널 추정을 위해 이를 프로세서(155)로 제공한다.
- [0032] 또한, 심볼 복조기(145)는 프로세서(155)로부터 하향링크에 대한 주파수 응답 추정치를 수신하고, 수신된 데이터 심볼들에 대해 데이터 복조를 수행하여, (송신된 데이터 심볼들의 추정치들인) 데이터 심볼 추정치를 획득하고, 데이터 심볼 추정치들을 수신(Rx) 데이터 프로세서(150)로 제공한다. 수신 데이터 프로세서(150)는 데이터 심볼 추정치들을 복조(즉, 심볼 디-매핑(demapping))하고, 디인터리빙(deinterleaving)하고, 디코딩하여, 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [0033] 심볼 복조기(145) 및 수신 데이터 프로세서(150)에 의한 처리는 각각 기지국(105)에서의 심볼 변조기(120) 및 송신 데이터 프로세서(115)에 의한 처리에 대해 상보적이다.
- [0034] 단말(110)은 상향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(165)는 트래픽 데이터를 처리하여, 데이터 심볼들을 제공한다. 심볼 변조기(170)는 데이터 심볼들을 수신하여 다중화하고, 변조를 수행하여, 심볼들의 스트림을 송신기(175)로 제공할 수 있다. 송신기(175)는 심볼들의 스트림을 수신 및 처리하여, 상향링크 신호를 발생시킨다. 그

리고 송신 안테나(135)는 발생된 상향링크 신호를 기지국(105)으로 전송한다.

- [0035] 기지국(105)에서, 단말(110)로부터 상향링크 신호가 수신 안테나(130)를 통해 수신되고, 수신기(190)는 수신한 상향링크 신호를 처리되어 샘플들을 획득한다. 이어서, 심볼 복조기(195)는 이 샘플들을 처리하여, 상향링크에 대해 수신된 파일럿 심볼들 및 데이터 심볼 추정치를 제공한다. 수신 데이터 프로세서(197)는 데이터 심볼 추정치를 처리하여, 단말(110)로부터 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [0036] 단말(110) 및 기지국(105) 각각의 프로세서(155, 180)는 각각 단말(110) 및 기지국(105)에서의 동작을 지시(예를 들어, 제어, 조정, 관리 등)한다. 각각의 프로세서들(155, 180)은 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리 유닛(160, 185)들과 연결될 수 있다. 메모리(160, 185)는 프로세서(180)에 연결되어 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 및 일반 파일(general files)들을 저장한다.
- [0037] 프로세서(155, 180)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 호칭될 수 있다. 한편, 프로세서(155, 180)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명의 실시예를 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(155, 180)에 구비될 수 있다.
- [0038] 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명의 실시예들을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(155, 180) 내에 구비되거나 메모리(160, 185)에 저장되어 프로세서(155, 180)에 의해 구동될 수 있다.
- [0039] 단말과 기지국이 무선 통신 시스템(네트워크) 사이의 무선 인터페이스 프로토콜의 레이어들은 통신 시스템에서 잘 알려진 OSI(open system interconnection) 모델의 하위 3개 레이어를 기초로 제 1 레이어(L1), 제 2 레이어(L2), 및 제 3 레이어(L3)로 분류될 수 있다. 물리 레이어는 상기 제 1 레이어에 속하며, 물리 채널을 통해 정보 전송 서비스를 제공한다. RRC(Radio Resource Control) 레이어는 상기 제 3 레이어에 속하며 UE와 네트워크 사이의 제어 무선 자원들을 제공한다. 단말, 기지국은 무선 통신 네트워크와 RRC 레이어를 통해 RRC 메시지들을 교환할 수 있다.
- [0040] 본 명세서에서 단말의 프로세서(155)와 기지국의 프로세서(180)는 각각 단말(110) 및 기지국(105)이 신호를 수신하거나 송신하는 기능 및 저장 기능 등을 제외하고, 신호 및 데이터를 처리하는 동작을 수행하지만, 설명의 편의를 위하여 이하에서 특별히 프로세서(155, 180)를 언급하지 않는다. 특별히 프로세서(155, 180)의 언급이 없더라도 신호를 수신하거나 송신하는 기능 및 저장 기능이 아닌 데이터 처리 등의 일련의 동작들을 수행한다고 할 수 있다.
- [0041] 전이중 통신으로 동작하는 기지국이 있는 셀룰러 시스템에 반이중 통신으로 동작하는 단말들이 통신을 하는 환경에서 멀티-셀 분석 모델과 확률론적 기하학적 구조(stochastic geometry)를 사용하여 이론적인 시스템 용량을 분석한 연구 결과가 있다. 여기서는 단말간 간섭의 효과도 고려가 되어 성능을 분석하고 있지만 단말간 간섭에 따라서 단말의 동작 방식을 바꿔주는 동작 선택 기법에 대한 고려는 없이 항상 반이중 통신으로만 동작한다. 전이중 통신으로 동작하고 있는 기지국과 반이중 통신으로 동작하고 있는 단말들이 통신을 수행하는 시스템은 다음과 같이 동작한다. 우선 반이중 통신으로 동작하고 있는 단말들을 상향링크 단말과 하향링크 단말로 분류한다. 그리고 상향링크 단말과 하향링크 단말이 지리적으로 멀리 떨어져 있어서 상호간 단말간 간섭이 발생하지 않는다는 가정을 사용하고 있다. 이러한 가정을 바탕으로 상향링크 단말 내부의 간섭과 하향링크 단말 내부의 간섭이 발생하지 않도록 기존 다중 단말 다중 안테나 (MU-MIMO) 기법을 사용하고 있다.
- [0042] 다음으로 언급된 전이중 통신으로 동작하는 기지국과 반이중 통신으로 동작하는 단말들이 있고 단말간 간섭을 고려하고 있는 시스템에서는 기지국 및 단말들의 동작 방식이 고정되어 있는 환경에서 시스템의 성능을 분석하고 있다. 전이중 통신이 점점 더 현실화 되면서 셀룰러 네트워크에 적용되는 형태의 연구가 발전되기 시작했다. 그러나 아직까지는 전이중 통신이 기지국에만 적용된다는 한계점을 가지고 있다. 상기 종래 기술의 한계점을 해결하기 위해서는 실제 셀룰러 환경에서 기지국과 단말이 모두 전이중 통신으로 동작하여 시스템의 성능을 향상시킬 필요가 있다. 뿐만 아니라 기지국과 단말 모두 전이중 통신으로 동작할 때 새롭게 발생하게 될 단말간 간섭을 고려하여 전체 시스템의 성능이 최대화가 될 수 있도록 하는 단말 동작 방식의 적절한 선택이 필수적이

다.

- [0043] 이에 본 발명에서는 셀룰러 시스템의 시스템 채널 용량을 향상시키기 위해서 전이중 통신이 가능한 다중 단말을 동시 지원할 수 있는 전이중 통신 방식의 동작 방식 선택 방법에 대한 기준을 제안한다. 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명에서는 전체 시스템의 합 채널 용량이 최대가 되도록 하는 단말의 전이중/반이중 통신 동작 방식을 선택하는 방법을 제안한다.
- [0044] 도 2는 본 발명에서 제안하고자 하는 단말의 전이중/반이중 통신 동작 방식을 지원하는 네트워크를 예시적인 도면이다.
- [0045] 도 2에서, 시스템은 전이중 방식의 기지국(BS)과 전이중 통신이 가능한 사용자 기기(UE) 혹은 단말을 사용한다고 가정하였다. 기존의 단말 간 간섭을 제거하는 기법들은 단말 수가 증가함에 따라 간섭 제거로 쓰여지는 공간 자원의 양이 증가하게 되어 전체 성능에 손해를 보는 경우가 발생한다. 따라서 본 발명에서는 단말로부터 취득한 단말 간 간섭에 대한 정보를 기반으로 기지국이 전체 시스템의 성능을 최대화하기 위해서 일부 단말의 동작을 반이중 통신으로 제한하여 단말간 간섭을 조절하는 방법을 제시하고자 한다. 보다 상세하게는, 기지국은 단말 간 간섭이 심한 환경에서는 단말들을 반이중 통신으로 동작시키고 단말 간 간섭이 약한 경우에는 전이중 통신으로 동작하도록 지시할 수 있다. 이러한 기지국의 단말 동작 방식 선택하는(전이중 통신 방식으로 동작할 지 혹은 반이중 통신 방식으로 동작할 지를 선택하는) 과정에서 다중 안테나가 적용될 경우 빔포밍을 통하여 수신 신호를 분리하고 이를 바탕으로 신호의 세기를 측정하는 가정을 사용하여 신호대 간섭 및 잡음 비(Signal to Interference plus Noise Ratio, SINR)에 반영하게 된다.
- [0046] 도 3은 본 발명에서 제안하고자 하는 단말의 전이중/반이중 통신 동작 방식을 선택하기 위한 프로시저를 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [0047] 기지국이 단말 동작 방식(전이중 통신 방식 혹은 반이중 통신 방식)을 선택하는데 도움을 주기 위해서, 각 단말(예를 들어, UE1, UE2)은 기지국은 상대방 단말로부터 오는 간섭 세기를 측정하여, 이를 기지국으로 리포팅할 수 있다(S310). 기지국은 각 노드 사이의 신호 세기에 대한 정보를 갖고 있을 경우 이를 기반으로 단말들의 동작 방식을 결정할 수 있다(S320). 기지국이 단말들의 동작 방식을 결정하는 과정은 다음과 같다.
- [0048] 예를 들어, 2개의 단말이 취할 수 있는 동작 방식은 전이중 통신 (FD)와 반이중 통신 (HD)로 전체 가능한 단말과 동작 방식 사이의 조합은 4가지가 된다 ((UE1/UE2)= (FD/FD, FD/HD, HD/FD, HD/HD)). 이때 각 동작 방식 조합에 대하여 각 노드가 빔포밍을 통하여 수신 신호를 분리 가능할 경우의 시스템 채널 용량의 합은 아래와 같다.
- [0049] 우선 2명의 단말이 모두 전이중 통신으로 동작할 때의 시스템 채널 용량의 합은 다음 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다. 이때 전이중 통신으로 동작하는 모든 노드는 자기 간섭 중 제거(cancellation)을 거치고 남은 잔여 자기 간섭을 고려하고 있다.

수학적 식 1

$$C_{FF} = \log\left(1 + \frac{S_{BS,1}}{I_{2,1} + I_{SI} + N}\right) + \log\left(1 + \frac{S_{BS,2}}{I_{1,2} + I_{SI} + N}\right) + \log\left(1 + \frac{S_{1,BS}}{I_{SI} + N}\right) + \log\left(1 + \frac{S_{2,BS}}{I_{SI} + N}\right)$$

[0050] 여기서, $S_{BS,1}$, $S_{BS,2}$ 는 기지국이 보낸 신호를 각각 1번, 2번 단말이 수신한 파워를 나타내고, $S_{1,BS}$, $S_{2,BS}$ 는 각각 1번, 2번 단말이 보낸 신호를 기지국이 수신한 파워를 나타내고 있다. $I_{1,2}$ 는 1번 단말의 송신 신호가 2번 단말에게 수신되는 간섭 신호 파워를 나타내고, $I_{2,1}$ 는 2번 단말의 송신 신호가 1번 단말에게 수신되어 발생하는 간섭 신호 파워를 나타낸다. I_{SI} 는 각 노드에서의 자기 간섭 중 cancellation 후 남은 간

섭을 나타내고 N 은 노이즈(잡음)을 나타낸다.

[0052] 상기 수학적 식 1의 첫 번째 항은 기지국에 보낸 신호에 대한 1번 단말의 채널 용량을 표현하고 있고 두 번째 항은 기지국이 보낸 신호에 대한 2번 단말의 채널 용량, 세 번째 항은 1번 단말이 보낸 신호에 대한 기지국의 채널 용량, 네 번째 항은 2번 단말이 보낸 신호에 대한 기지국의 채널 용량을 나타내고 있다. 기지국에서는 각 단말로부터 오는 상향링크 신호를 빔포밍을 통해서 분리하여 수신하는 것이 가능하다고 보고 전이중 통신으로 인한 자기 간섭 중에 cancellation 후에 남는 잔여 자기 간섭을 고려하여 예를 들어 SINR 형태로 채널 용량을 측정할 수 있다.

[0053] 또한, 동일한 방식으로 2명의 단말이 모두 반이중 통신으로 동작하는 시스템 채널 용량의 합은 다음 수학적 식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

$$C_{HH} = \frac{1}{2} \left[\log \left(1 + \frac{S_{BS,1}}{N} \right) + \log \left(1 + \frac{S_{BS,2}}{N} \right) + \log \left(1 + \frac{S_{1,BS}}{N} \right) + \log \left(1 + \frac{S_{2,BS}}{N} \right) \right]$$

[0054]

[0055] 상기 수학적 식 2에서, 수식의 첫 번째 항은 기지국에 보낸 신호에 대한 1번 단말의 채널 용량을 표현하고 있고 두 번째 항은 기지국이 보낸 신호에 대한 2번 단말의 채널 용량, 세 번째 항은 1번 단말이 보낸 신호에 대한 기지국의 채널 용량, 네 번째 항은 2번 단말이 보낸 신호에 대한 기지국의 채널 용량을 표현한다. 반이중 통신을 사용할 경우 단말에서 단말간 간섭이 없지만 시간 자원 혹은 주파수 자원을 절반으로 나누어 사용하게 되어 pre-log term이 생기게 된다.

[0056] 다음으로 1번 단말이 전이중 통신을 사용하고 2번 단말은 반이중 통신을 사용할 경우의 시스템 채널 용량의 합은 다음 수학적 식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 3

$$C_{FH} = \frac{1}{2} \left[\log \left(1 + \frac{S_{BS,1}}{I_{SI} + N} \right) + \log \left(1 + \frac{S_{BS,1}}{I_{2,1} + I_{SI} + N} \right) \right] + \log \left(1 + \frac{S_{1,BS}}{I_{SI} + N} \right) + \frac{1}{2} \left[\log \left(1 + \frac{S_{BS,2}}{I_{1,2} + N} \right) + \log \left(1 + \frac{S_{2,BS}}{I_{SI} + N} \right) \right]$$

[0057]

[0058] 상기 수학적 식 3에서 기지국과 1번 단말 사이에서 이루어지는 통신은 전이중 통신으로 계산되고 있다. 2번 단말은 반이중 통신으로 동작하기 때문에 2번 단말이 하향링크로 동작하여 1번 단말에게 간섭이 가지 않는 경우와 상향링크로 동작하여 1번 단말로 간섭이 가는 경우가 절반씩 발생하게 된다. 이러한 상황은 상기 수학적 식의 첫 번째 항과 두 번째 항으로 각각 표현할 수 있다. 상기 수학적 식 3에서 세 번째 항은 전이중 통신으로 동작하는 기지국에서 1번 단말의 신호를 수신하면서 발생하는 성능을 나타내고 있다. 한편, 기지국과 2번 단말 사이에서 이루어지는 상향링크와 하향링크는 반이중 통신으로 계산되었고 기지국에서 보낸 신호가 2번 단말에게 수신될 때 1번 단말의 송신 신호를 간섭으로 고려하여 수식의 네 번째 항의 형태로 반영되고 2번 단말이 기지국으로 보내는 상향링크는 다섯 번째 항의 형태로 표현했다. 이와 동일한 방법으로 1번 단말이 반이중 통신을 사용하고 2번 단말이 전이중 통신을 사용하는 에 대해서도 계산이 가능하다.

[0059] 기지국은 이와 같이 계산된 4개의 값을 모두 비교하여 가장 좋은 성능을 보이는 단말의 동작 방식을 선택할 수 있다(S320). 기지국은 단말에게 제어 신호를 전송하여(S330), 결정된 동작 방식으로 단말이 동작할 수 있도록 할 수 있다.

[0060] S320에서 기지국이 단말들의 동작 기법을 선택하기 위해서 필요한 노드 간 신호 세기의 정보를 단말로부터 얻는 과정에 대해서 더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 단말과 기지국 사이의 채널에 대한 정보를 얻기 위해서 존재하는 여러 가지 참조신호(reference signal, RS)를 활용하여 단말과 기지국 사이의 신호 세기를 측정할 수 있다. 또한 단말과 단말 사이의 즉 단말 간 간섭 세기는 단말이 기지국으로 보내는 참조신호(reference signal)를

상대방 단말에서 수신하거나 단말이 기지국으로 보내는 데이터의 신호 세기를 상대방 단말에서 측정하여 알게 된다.

[0061] 이러한 신호를 기반으로 각 노드 사이의 신호 세기에 대한 정보를 얻는 과정은 다음과 같다. 우선 단말 1과 단말 2가 각각 자신의 참조신호(reference signal) 혹은 데이터 신호를 전송하면서 상대방 단말로부터 오는 신호를 수신한다. 모든 단말은 전이중 방식으로 동작하여 자신의 신호를 전송하면서 상대방 단말로부터 오는 신호를 수신하는 것이 가능하며 이를 활용하여 단말간 간섭의 세기를 측정한다. 한 단말이 인접 기지국으로부터 수신한 간섭 신호와 상대방 단말로부터 수신한 간섭의 신호가 직교하게 되어 있다면, 단말은 인접 기지국의 간섭 신호 세기와 상대방 단말로부터의 간섭 신호 세기를 구별하여 측정하고 산출해 낼 수 있다.

[0062] 동시에 기지국에서는 각 단말로부터 전송된 신호를 기반으로 기지국과 1번째 단말 사이의 신호 세기와 기지국과 2번째 단말 사이의 신호 세기에 대한 정보를 각각 얻게 된다. 다음으로 각 단말은 자신이 얻은 단말간 간섭 세기에 대한 정보를 기지국으로 리포팅한다(S310). 이 과정이 완료되면 기지국에서는 모든 노드 사이의 신호 세기에 대한 정보를 얻게 된다.

[0063] 하나의 예로 3GPP LTE 시스템에서 주파수 선택적 스케줄링(frequency selective scheduling)을 지원하기 위해 단말의 상향링크 채널에 대한 정보를 얻기 위한 목적으로 사용하는 LTE uplink reference signal인 sounding reference signal (SRS)을 활용할 수 있다. SRS는 동시에 서로 다른 단말의 SRS가 기지국에 수신되어도 정보를 얻을 수 있도록 위상 쉬프팅(phase shifting)을 통한 12개의 직교하는 신호를 만들어 각 단말들이 사용하며 이를 통해서 단말 1 (UE1)가 단말2 (UE2)의 SRS를 수신하여 단말 1과 단말 2 사이의 단말간 간섭의 세기를 측정하는 것이 가능하다. 그리고 SRS는 매 서브프레임 마다 1 번씩 1개의 심볼을 사용하여 전송되어 1ms 간격으로 신호 세기에 대한 정보를 얻을 수 있고 도 4에서 알 수 있는 것과 같이 PUSCH 전체 주파수 대역에 대한 채널 정보를 얻을 수 있다.

[0064] 도 4는 SRS 전송 구조를 나타내는 도면이다.

[0065] 물리 상향링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)가 n개의 자원블록(resource block, RB)을 사용할 경우 1개의 RB는 12개의 서브캐리어로 구성되는데 SRS의 경우 2개의 서브캐리어 마다 1번씩 위치하게 되어 RB 당 6개가 위치하게 되어 전체 주파수 대역을 고려하면 6*n개의 채널정보를 얻게 된다. 단말이 이렇게 얻는 모든 주파수에 대한 채널 정보를 다 기지국으로 리포팅하는 것은 그만큼의 자원을 소모하여 오버헤드가 발생하게 되기 때문에 비효율적일 수 있다. 이를 고려하여 얻게 되는 전체 주파수 대역에 대한 채널 정보의 평균값을 계산하여 평균값 하나에 대한 정보를 리포팅하는 방식을 사용한다. 만약 기지국이 특정 RB 단위의 동작 기법을 결정하기 원할 경우 해당 RB에 대한 평균값을 계산하여 기지국으로 리포팅할 수 있다. 기지국이 특정 RB 단위의 동작 기법을 결정하기 위해서는 단말들에게 특정 RB 단위의 동작 모드에 대한 정보(예를 들어, RB 개수와 관련된 정보 (예를 들어, RB 개수에 따라 사전에 설정된 RB 인덱스 정보), RB 주파수 대역에 대한 정보, 시기, 특정 RB 단위의 동작 방식을 트리거링하는 조건 등)을 미리 알려줄 필요가 있다. 단말들은 해당 특정 RB 단위의 동작 모드에 대한 정보를 미리 수신한 후, 기지국이 원할 경우 특정 RB 단위의 동작 기법에 따라 동작을 수행할 수 있다. 일 예로서, 전체 주파수에서 동일한 동작 방식이 아닌 각 RB에 신호 세기에 최적화된 동작 방식을 RB 별로 설정하여 동작시키는 방식도 가능하다.

[0066] 이러한 제안 기법의 성능을 검증하기 위하여 반경 50m의 small cell을 설정하고 기지국의 송신 파워를 30dBm, antenna gain을 5dBm, 단말의 송신 파워를 20dBm, 노이즈를 -104dBm으로 설정하여 실험을 진행하였다. 이때 전이중 통신으로 동작하는 각 기지국 및 단말에서는 자기 간섭 제거 (self-interference cancellation) 기법을 통해 자기 간섭이 완벽하게 제거되어 전이중 통신이 사용될 수 있는 환경을 가정한다.

[0067] 도 5는 원점에 기지국을 위치시키고 기지국으로부터 20m 떨어진 위치에 1번 단말이 있는 상황에서 2번 단말이 해당 좌표에 있으면서 두 단말이 모두 전이중 통신을 할 경우의 합 채널 용량을 나타내는 도면이다.

[0068] 첫 번째 단말의 위치 근처에 두 번째 단말이 위치할 경우 단말간의 간섭이 심하게 발생하여 전체 시스템의 합 채널 용량이 심하게 감소하여 어두운 색으로 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0069] 도 6은 두 단말이 모두 전이중 통신을 할 경우와 모두 반이중 통신을 하는 경우의 합 채널 용량의 비율을 나타내는 도면이다.

[0070] 도 6에서 붉은 색 원 내부는 비율값이 1보다 작은 값을 보이는데 이는 두 단말이 모두 전이중 통신을 사용하는 것보다 두 단말이 모두 반이중 통신을 사용하는 것이 더 큰 합 채널 용량을 얻고 있다는 것을 의미한다. 이를 통해서 두 단말의 위치가 근접하여 단말간 간섭이 심한 환경에서는 두 단말이 모두 반이중 통신을 사용하고 반

대로 단말간 간섭이 약한 경우에는 두 단말이 모두 전이중 통신을 하는 것이 더 좋은 성능을 얻을 수 있고 이를 통해서 상황에 따라 적절한 단말 동작 방식의 선택이 필요함을 확인할 수 있다.

[0071] 도 7은 도 6과 동일한 실험 환경에서 두 단말이 취할 수 있는 4가지 동작 상태의 조합을 모두 고려하여 어떤 조합이 해당 위치에서 가장 합 채널 용량이 큰가를 비교해서 표시한 도면이다.

[0072] 도 7을 참조하면, 첫 번째 단말과 가까운 위치에 두 번째 단말이 위치할 경우 단말간 간섭이 강해서 두 단말이 모두 반이중 통신을 사용하는 것이 가장 좋은 것으로 나타나고 있다. 또한 두 번째 단말이 첫 번째 단말과 멀리 떨어져 있어서 단말간 간섭이 작은 경우에는 두 단말 모두가 전이중 통신을 사용하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 상대적으로 단말간 간섭이 강하지만 기지국과 1번 단말 사이의 신호 세기와 기지국과 2번 단말 사이의 신호 세기 차이가 많이 날 경우에는 기지국과 단말 사이 신호 세기가 센 단말은 전이중 통신으로 기지국과 단말 사이의 신호 세기가 나쁜 단말은 반이중 통신으로 통신하는 것이 좋은 결과를 얻었다. 이렇게 노드 간 상호 신호의 세기에 따라서 가장 좋은 동작 기법이 달라지기 때문에 하나의 동작기법을 고정으로 사용하는 기존 기법에 비해서 제안 기법이 더 좋은 성능을 보이게 된다.

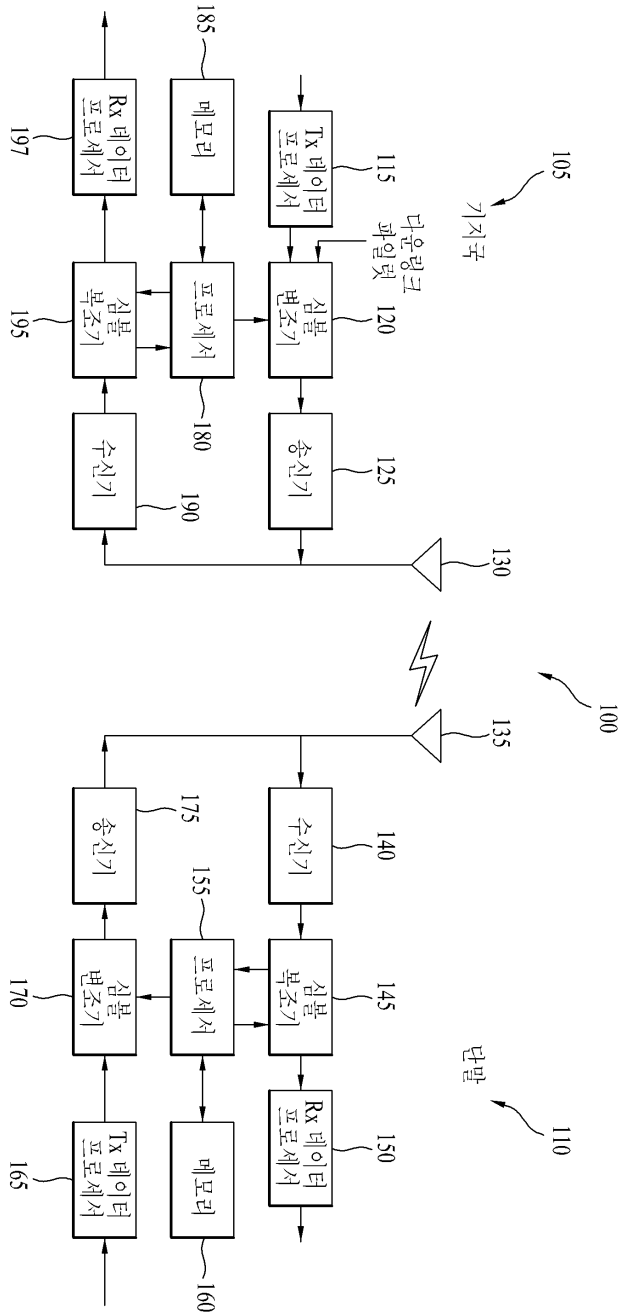
[0073] 본 발명에서는 다중 단말 전이중 통신 환경에서 단말간 간섭에 대한 정보를 바탕으로 단말의 동작 방식을 결정하여 시스템의 sum-rate 를 증대 시키는 “전이중 통신이 가능한 소형 셀 네트워크에서 단말 동작 방식 선택 기법” 구조를 제안하였다. 본 발명에서 제안하는 기법을 사용하면 한가지 동작 기법을 고정으로 사용하는 기법에 비해서 단말간 간섭이 작은 상황에서는 전이중 통신을 사용하고 단말간 간섭이 큰 상황에서는 반이중 통신으로 전환하여 더 높은 시스템의 sum-rate을 얻을 수 있다.

[0074] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

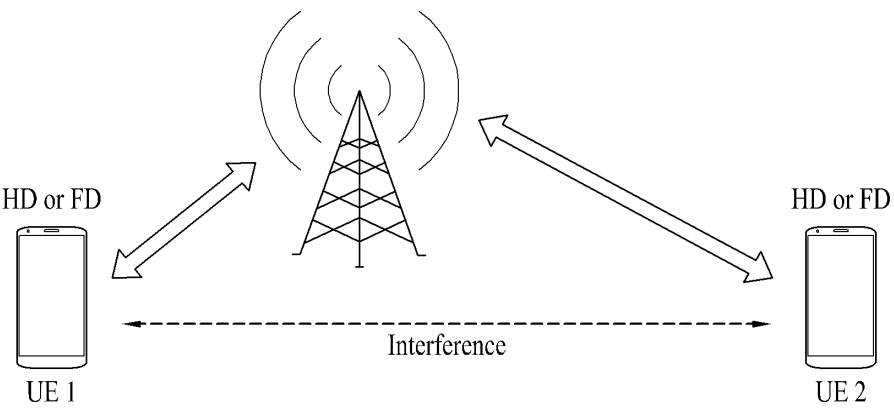
[0075] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

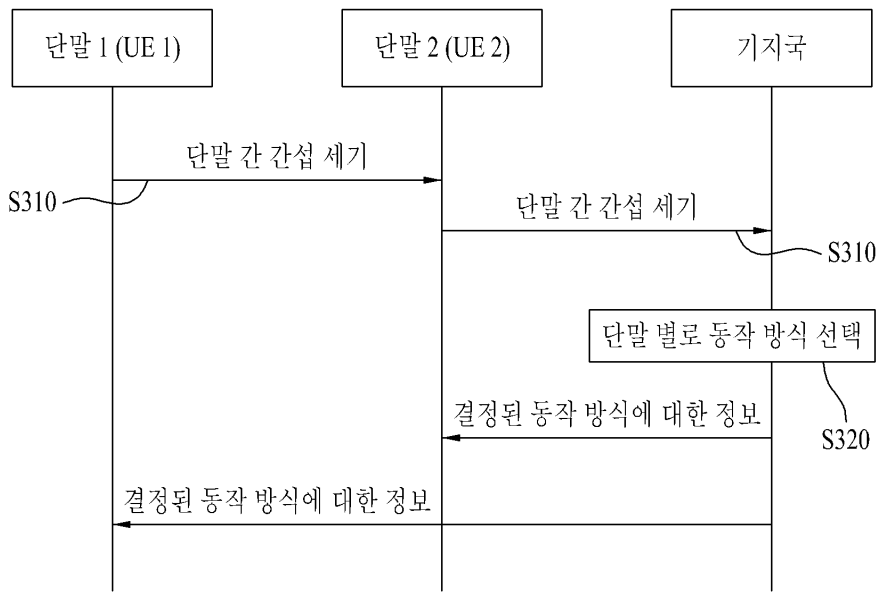
도면1



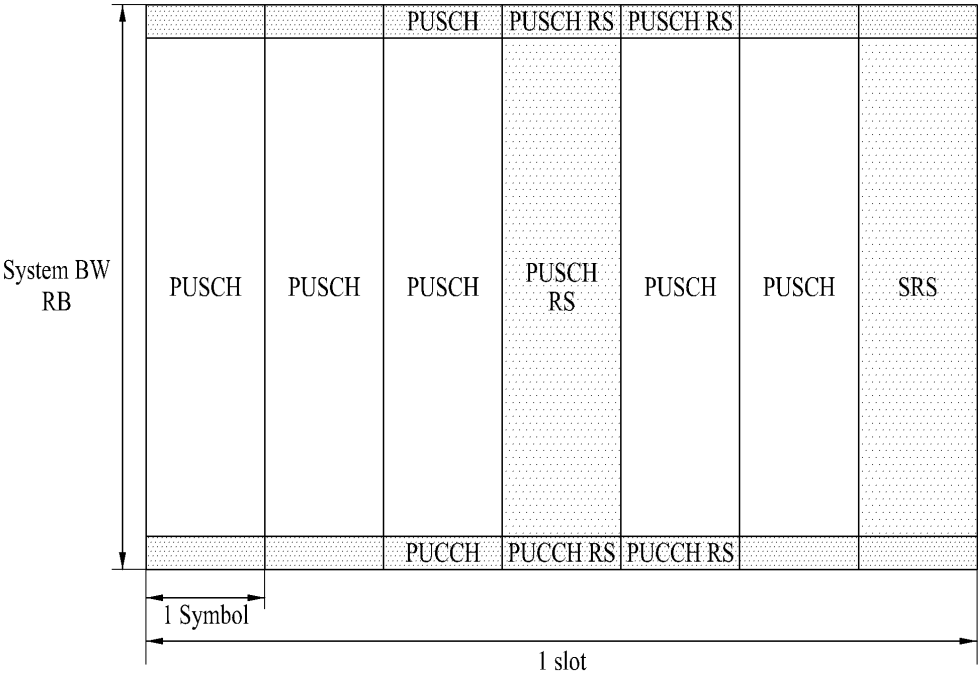
도면2



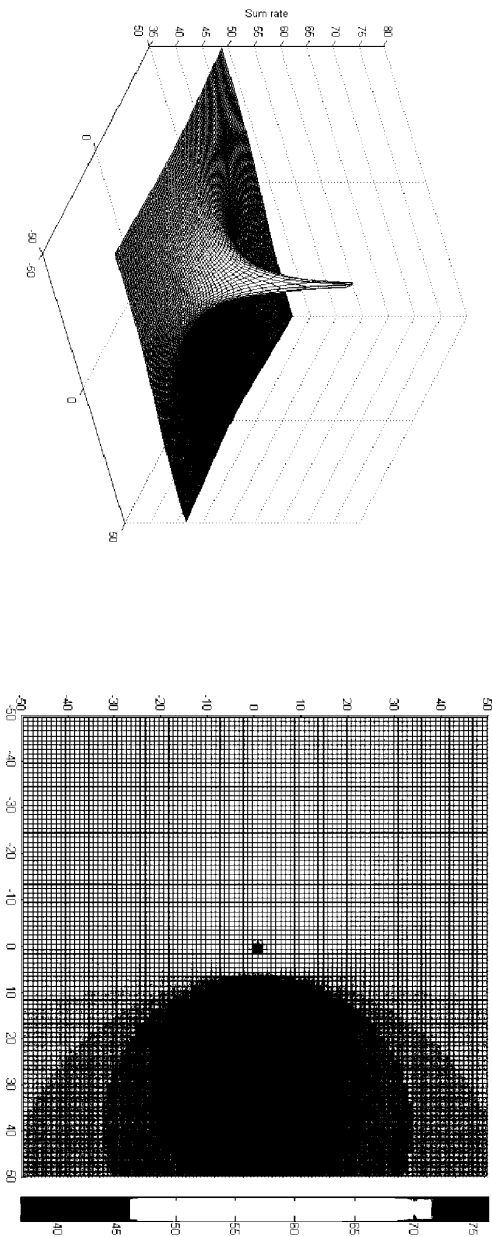
도면3



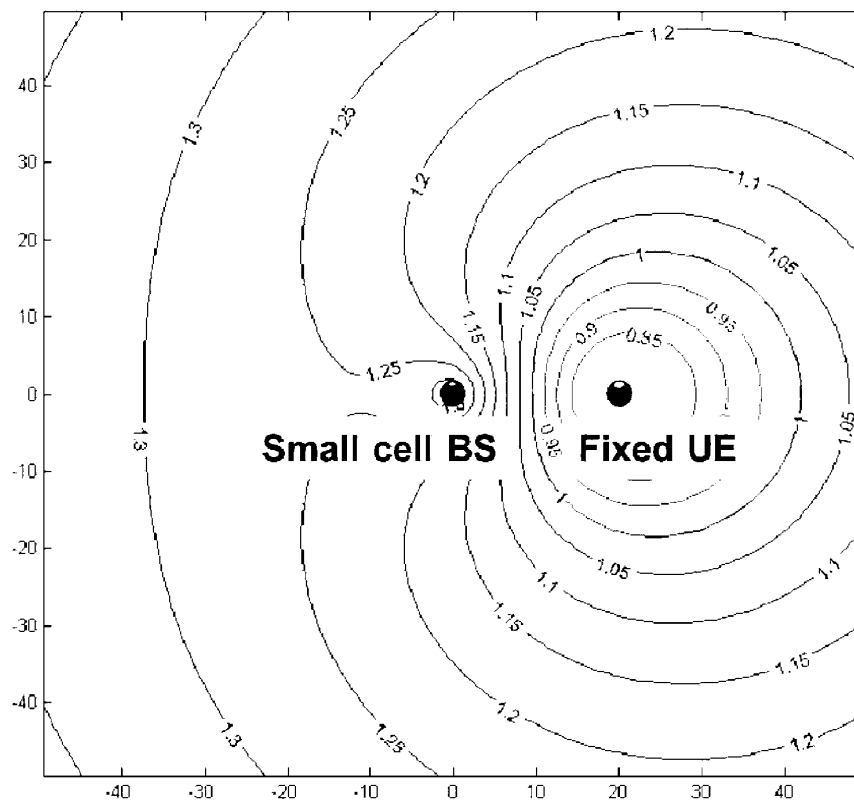
도면4



도면5



도면6



도면7

