



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0116656
(43) 공개일자 2015년10월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 52/24 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2014-0041810

(22) 출원일자 2014년04월08일

심사청구일자 2014년04월08일

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

박형곤

경기도 고양시 일산동구 강송로 156, 216동 1001호 (마두동, 강촌마을2단지아파트)

전언지

서울특별시 성북구 보문로32길 86-7, 101호 (동선동2가)

(74) 대리인

특허법인 무한

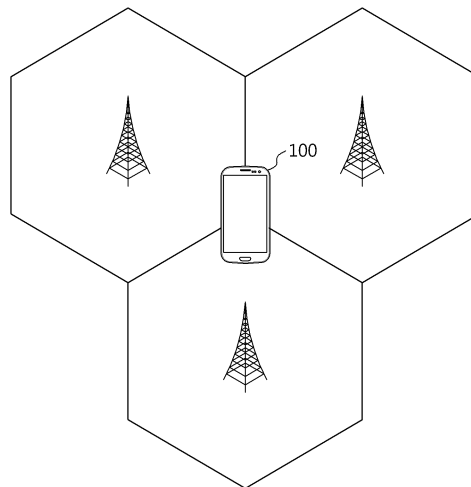
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 결합전송 방식에서의 전송 전력 제어 방법, 및 전송 전력 제어 장치

(57) 요약

전송 전력 제어 방법, 및 전송 전력 장치가 개시된다. 전송 전력 제어 장치가 수행하는 전송 전력 제어 방법에 있어서, 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 결합 전송에 따라 데이터를 전송하는 복수의 기지국들 각각의 효율 데이터를 정의하는 단계; 및 상기 효율 데이터를 최적화하여 상기 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0009717

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구사업-일반연구차지원사업-기본연구(유형2)

연구과제명 다양한네트워크환경에서강인한실시간멀티미디어전송전략

기 여 율 20/100

주관기관 이화여자대학교

연구기간 2010.05.01 ~ 2015.04.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NIPA-2013-H0301-13-1002

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 대학IT연구센터육성지원사업

연구과제명 초고속무선네트워크기반u-Office서비스연구개발

기 여 율 40/100

주관기관 중앙대학교 산학협력단

연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NIPA-2013-H0301-13-1008

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 대학IT연구센터육성지원사업

연구과제명 디지털 방송장비 연구(차세대디지털TV방송시스템(실감형/모바일/양방향)핵심기술개발)

기 여 율 40/100

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전송 전력 제어 장치가 수행하는 전송 전력 제어 방법에 있어서,

복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 결합 전송에 따라 데이터를 전송하는 복수의 기지국들 각각의 효율 데이터를 정의하는 단계; 및

상기 효율 데이터를 최적화하여 상기 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정하는 단계;

를 포함하는 전송 전력 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 정의하는 단계는,

상기 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 및 상기 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 상기 효율 데이터를 정의하는 전송 전력 제어 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

상기 효율 데이터에 협력 게임 방식을 적용하여 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정하는 전송 전력 제어 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

간섭 파라미터의 크기에 따라 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정하거나 또는 전송 전력의 최대값을 결정하는 전송 전력 제어 방법.

청구항 5

전송 전력 제어 방법을 수행하는 전송 전력 제어 장치에 있어서,

복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 결합 전송에 따라 데이터를 전송하는 복수의 기지국들 각각의 효율 데이터를 정의하는 정의부; 및

상기 효율 데이터를 최적화하여 상기 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정하는 결정부;

를 포함하는 전송 전력 제어 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 정의부는,

상기 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 및 상기 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 상기 효율 데이터를 정의하는 전송 전력 제어 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 결정부는,

상기 효율 데이터에 협력 게임 방식을 적용하여 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정하는 전송 전력 제어 장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 결정부는,

간섭 파라미터의 크기에 따라 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정하거나 또는 전송 전력의 최대값을 결정하는 전송 전력 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 효율 데이터를 최적화하여 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정하는 전송 전력 제어 방법, 및 전송 전력 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 웨어러블(Wearable) 디바이스와 스마트 기기를 통한 영상 서비스 및 초고속 데이터 서비스 등이 증가함에 따라 데이터 트래픽에 대한 요구가 급증하고 있다. 이에 따라, 3G무선통신에 비해 데이터 속도 면에서 크게 향상된 LTE-A기술이 상용화되었다. 특히 협력통신(Coordinated Multi-Point Transmission and Reception, CoMP) 기술을 이용하여 셀(Cell) 간 간섭을 최소화하면서 셀 경계에 있는 사용자에게도 높은 데이터 속도를 지원할 수 있다.

[0003] 협력 통신은 Coordinated Scheduling/Beamforming(CS/CB) 등의 다양한 기술이 있다. 특히, 협력 통신 중에서 결합전송(Joint Transmission)은 두 개 이상의 트랜스미터로부터 같은 주파수와 서브프레임에 동시에 데이터를 전송하는 기술이다. 구체적으로, 결합전송은 여러 개의 기지국이 동시에 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 데이터를 전송한다. 결합전송에 따라 데이터를 전송할 경우, 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률(Throughput)은 증가한다. 그러나, 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말들은 간섭(Interference)이 발생하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률 및 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 효율 데이터를 정의하고, 정의한 효율 데이터를 최적화하여 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정함으로써, 효율적으로 전송 전력을 제어하는 전송 전력 제어 방법, 및 전송 전력 제어 장치에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 일실시예에 따른 전송 전력 제어 장치가 수행하는 전송 전력 제어 방법에 있어서, 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 결합 전송에 따라 데이터를 전송하는 복수의 기지국들 각각의 효율 데이터를 정의하는 단계; 및 상기 효율 데이터를 최적화하여 상기 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 다른 일실시예에 따른 전송 전력 제어 장치가 수행하는 전송 전력 제어 방법에 있어서, 상기 정의하는 단계는, 상기 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 및 상기 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 상기 효율 데이터를 정의할 수 있다.

- [0007] 또 다른 일실시예에 따른 전송 전력 제어 장치가 수행하는 전송 전력 제어 방법에 있어서, 상기 결정하는 단계는, 상기 효율 데이터에 협력 게임 방식을 적용하여 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정할 수 있다.
- [0008] 또 다른 일실시예에 따른 전송 전력 제어 장치가 수행하는 전송 전력 제어 방법에 있어서, 상기 결정하는 단계는, 간섭 파라미터의 크기에 따라 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정하거나 또는 전송 전력의 최대값을 결정할 수 있다.
- [0009] 일실시예에 따른 전송 전력 제어 방법을 수행하는 전송 전력 제어 장치에 있어서, 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 결합 전송에 따라 데이터를 전송하는 복수의 기지국들 각각의 효율 데이터를 정의하는 정의부; 및 상기 효율 데이터를 최적화하여 상기 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정하는 결정부를 포함할 수 있다.
- [0010] 다른 일실시예에 따른 전송 전력 제어 방법을 수행하는 전송 전력 제어 장치에 있어서, 상기 정의부는, 상기 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 및 상기 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 상기 효율 데이터를 정의할 수 있다.
- [0011] 또 다른 일실시예에 따른 전송 전력 제어 방법을 수행하는 전송 전력 제어 장치에 있어서, 상기 결정부는, 상기 효율 데이터에 협력 게임 방식을 적용하여 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정할 수 있다.
- [0012] 또 다른 일실시예에 따른 전송 전력 제어 방법을 수행하는 전송 전력 제어 장치에 있어서, 상기 결정부는, 간섭 파라미터의 크기에 따라 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정하거나 또는 전송 전력의 최대값을 결정할 수 있다.

발명의 효과

- [0013] 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률 및 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 효율 데이터를 정의하고, 정의한 효율 데이터를 최적화하여 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정함으로써, 효율적으로 전송 전력을 제어하는 전송 전력 제어 방법, 및 전송 전력 제어 장치에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 일실시예에 따라 복수의 기지국들과 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말 간의 관계를 도시한 도면이다.
- 도 2는 일실시예에 따라 효율 데이터를 이용하여 전송 전력을 결정하는 전송 전력 제어 방법을 도시한 도면이다.
- 도 3은 일실시예에 따라 협력 게임 방식을 적용한 경우의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.
- 도 4는 일실시예에 따라 효율 데이터를 이용하여 전송 전력을 결정하는 전송 전력 제어 방법을 수행하는 전송 전력 제어 장치를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0016] 도 1은 일실시예에 따라 복수의 기지국들과 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말 간의 관계를 도시한 도면이다.
- [0017] 도 1을 참고하면, 복수의 기지국들은 개별적으로 셀(cell)이 할당될 수 있다. 여기서, 셀은 네트워크의 효율적 사용을 위해 네트워크의 커버리지를 세분화한 구역 각각을 의미할 수 있다. 이에 따라, 기지국은 셀에 위치한 사용자 단말에 네트워크의 사용을 제공할 수 있다. 예를 들어, 네트워크는 결합 전송 방식을 적용하여 사용자 단말(100)에 데이터를 전송하는 네트워크를 의미할 수 있다. 일례로, 네트워크는 LTE-A 네트워크를 포함할 수 있다. 하지만, 본 발명에서의 네트워크는 이에 한정되지 않고, 결합 전송 방식을 적용하여 사용자 단말(100)에 데이터를 전송할 수 있는 모든 네트워크를 포함할 수 있다.
- [0018] 서로 다른 기지국에 할당된 셀들은 서로 경계가 맞닿을 수 있다. 예를 들어, 도 1에서 도시된 바와 같이 사용

자 단말(100)은 3개의 기지국들의 셀 경계에 위치할 수 있다. 본 발명에서의 기지국들의 개수는 이에 한정되지 않고, 사용자 단말(100)은 N개의 기지국들의 셀 경계에 위치할 수 있다.

[0019] 사용자 단말(100)이 복수의 기지국들의 셀의 경계에 위치한 경우, 복수의 기지국들은 결합 전송 방식을 적용하여 사용자 단말(100)에 데이터를 전송할 수 있다. 결합 전송 방식은 복수의 기지국들이 서로 동일한 주파수와 서브프레임을 이용하여 사용자 단말(100)에 데이터를 전송하는 방식일 수 있다. 이에 따라, 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말은 간섭을 받을 수 있다. 그래서, 전송 전력 제어 장치는 복수의 기지국들의 셀 내에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정할 수 있다. 전송 전력 제어 장치는 기지국 내에 있거나 또는 기지국 밖에 있을 수 있다.

[0020] 예를 들어, 전송 전력 제어 장치는 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말(100)에 결합 전송에 따라 전송 전력을 이용하여 데이터를 전송하는 복수의 기지국들 각각의 효율 데이터를 정의할 수 있다. 여기서, 효율 데이터는 복수의 기지국들의 전송 전력과 전송 전력에 따른 효율과의 대응 관계를 의미할 수 있다. 즉, 효율 데이터는 복수의 기지국들의 전송 전력 대비 만족의 정도를 데이터로 표현한 것을 의미할 수 있다. 구체적으로, 복수의 기지국들은 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력에 따라 데이터를 전송하는 것이 효율적일 수 있다. 즉, 셀 경계에 위치한 사용자 단말(100)에 대한 데이터 전송률과 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭 모두를 고려하여 결정한 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력에 따라 데이터를 전송하는 것이 효율적일 수 있다. 일례로, 효율 데이터는 효율 함수(Utility Function)와 대응할 수 있다.

[0021] 예를 들어, 복수의 기지국들은 결합 전송 방식을 적용하여 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말(100)에 데이터를 전송할 수 있다. 이 때, 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말은 간섭이 발생할 수 있다. 그래서, 효율 데이터는 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말(100)에 대한 데이터 전송률과 결합 전송 방식에 따라 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 복수의 기지국들과 셀 경계 및 내부에 위치한 사용자 단말들 간의 효율을 추출할 수 있다.

[0022] 효율 데이터를 정의한 경우, 전송 전력 제어 장치는 효율 데이터를 최적화하여 복수의 기지국 각각의 전송 전력을 결정할 수 있다. 이 때, 복수의 기지국 별로 결정된 전송 전력은 동일하거나 또는 기지국 별로 다를 수 있다. 예를 들어, 전송 전력 제어 장치는 효율 데이터에 협력 게임 방식을 적용하여 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정할 수 있다.

[0023] 게임 방식은 다른 플레이어의 행동을 고려하여 플레이어의 행동을 결정하는 방식을 의미할 수 있다. 즉, 플레이어는 게임 방식을 적용하여 다른 플레이어의 행동을 고려함으로써 자신의 효율을 극대화할 수 있다. 게임 방식은 협력 게임 방식과 비협력 게임 방식을 포함할 수 있다. 일례로, 협력 게임 방식은 복수의 플레이어 간의 합의된 전략을 기초로 복수의 플레이어의 효율이 최대가 되도록 하는 방식을 의미할 수 있다. 일례로, 비협력 게임 방식은 복수의 플레이어 간에 독립적으로 자신의 효율이 최대가 되는 전략을 결정하는 방식일 수 있다.

[0024] 협력 게임 방식을 적용하면, 효율 데이터는 합의된 전략에 대응할 수 있다. 플레이어는 기지국에 대응할 수 있다. 이에 따라, 전력 제어 장치는 효율 데이터를 이용하여 복수의 기지국들의 효율이 최적화되도록 전송 전력을 결정할 수 있다. 여기서, 복수의 기지국들의 효율이 최적화된다는 것은 효율 데이터가 최대화 될 때를 의미할 수 있다. 즉, 전송 전력 제어 장치는 효율 데이터가 최대가 될 때의 값을 복수의 기지국들의 전송 전력으로 결정할 수 있다.

[0025] 이 때, 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭은 간섭 파라미터와 복수의 기지국들의 전송 전력을 이용하여 결정할 수 있다. 따라서, 효율 데이터가 최대가 될 때의 전송 전력은 간섭 파라미터에 따라 달라질 수 있다. 간섭 파라미터는 통신 시스템 상에서 사용자 단말 간에 발생하는 간섭의 크기에 따라 결정될 수 있다. 이 때, 사용자 단말 간에 발생하는 간섭의 크기는 통신 시스템에 따라 다를 수 있다. 일례로, 간섭 파라미터는 상수 값일 수 있다. 또한, 간섭 파라미터는 Cost Factor와 대응할 수 있다.

[0026] 전송 전력 제어 장치는 간섭 파라미터의 크기에 따라 효율 데이터가 최대가 될 때의 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정할 수 있다. 복수의 기지국의 전송 전력이 결정된 경우, 복수의 기지국들은 결정된 전송 전력에 따라 셀 경계에 위치한 사용자 단말(100)에 협력 전송을 수행할 수 있다.

[0027] 도 2는 일실시예에 따라 효율 데이터를 이용하여 전송 전력을 결정하는 전송 전력 제어 방법을 도시한 도면이다.

[0028] 도 2를 참고하면, 단계(200)에서, 전송 전력 제어 장치는 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 결합 전송에 따라 데이터를 전송하는 복수의 기지국들 각각의 효율 데이터를 정의할 수 있다. 여기서, 효율 데이터

이터는 복수의 기지국들의 전송 전력과 전송 전력에 따른 효용과의 대응 관계를 의미할 수 있다. 즉, 효용 데이터는 복수의 기지국들의 전송 전력 대비 만족의 정도를 데이터로 표현한 것을 의미할 수 있다. 구체적으로, 복수의 기지국들은 효용 데이터를 최대화하는 전송 전력에 따라 데이터를 전송하는 것이 효율적일 수 있다. 즉, 데이터 전송률과 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭 모두를 고려하는 효용 데이터를 최대화하는 전송 전력에 따라 데이터를 전송하는 것이 효율적일 수 있다.

[0029] 일례로, 전송 전력 제어 장치는 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 및 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 효용 데이터를 정의할 수 있다. 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 사용자 단말에 미치는 간섭은 간섭 파라미터, 및 복수의 기지국들의 전송 전력을 이용하여 결정할 수 있다. 여기서, 간섭 파라미터는 통신 시스템 상에서 사용자 단말 간에 발생하는 간섭의 크기에 따라 결정될 수 있다. 일례로, 간섭 파라미터는 Cost Factor와 대응할 수 있다. 따라서, 전송 전력 제어 장치는 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 및 간섭 파라미터를 이용하여 효용 데이터를 정의할 수 있다.

[0030] 단계(201)에서, 전송 전력 제어 장치는 효용 데이터를 최적화하여 상기 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정할 수 있다. 즉, 전송 전력 제어 장치는 효용 데이터를 최적화 할 때의 값을 복수의 기지국들 각각의 전송 전력으로 결정할 수 있다.

[0031] 예를 들어, 전송 전력 제어 장치는 효용 데이터에 협력 게임 방식을 적용하여 상기 효용 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정할 수 있다. 협력 게임 방식은 플레이어 간의 합의된 전략을 기초로 참가한 플레이어 모두의 이익이 최대가 되도록 하는 방식일 수 있다. 일례로, 플레이어는 기지국과 대응할 수 있고, 합의된 전략은 효용 데이터와 대응할 수 있다. 이에 따라, 전송 전력 제어 장치는 정의한 효용 데이터를 적용하여 복수의 기지국들의 효용이 최대가 되게 하는 전송 전력을 결정할 수 있다. 일례로, 효용 데이터가 최대일 경우, 복수의 기지국들의 효용이 최대일 수 있다.

[0032] 효용 데이터는 간섭 파라미터의 크기에 따라 변화할 수 있다. 따라서 간섭 파라미터의 크기 변화에 따라 효용 데이터를 최대화하는 값은 다를 수 있다. 따라서, 전송 전력 제어 장치는 간섭 파라미터의 크기에 따라 효용 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정하거나 또는 전송 전력의 최대값을 결정할 수 있다.

[0033] 예를 들어, 간섭 파라미터가 제1 임계값보다 작을 때, 전송 전력 제어 장치는 효용 데이터를 최대화 하는 값을 전송 전력으로 결정할 수 있다. 또는, 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 일정 수준 내의 간섭이 미치는 경우, 전송 전력 제어 장치는 효용 데이터를 최대화 하는 값을 전송 전력으로 결정할 수 있다. 일례로, 간섭 파라미터가 일정 수준 보다 작으면, 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭은 미미할 수 있다. 따라서, 간섭 파라미터의 크기가 일정 수준 보다 작은 경우, 전송 전력 제어 장치는 전송 전력을 복수의 기지국들 각각이 제공할 수 있는 최대값을 전송 전력으로 결정할 수 있다.

[0034] 예를 들어, 간섭 파라미터가 제1 임계값보다 클 때, 전송 전력 제어 장치는 효용 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정할 수 있다. 즉, 전송 전력 제어 장치는 효용 데이터가 최대 일 때의 값을 복수의 기지국들의 전송 전력으로 결정할 수 있다. 이에 따라, 복수의 기지국들은 결정된 전송 전력에 따라 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 협력 전송을 수행할 수 있다. 그러면, 복수의 기지국들은 결정된 전송 전력에 따라 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 협력 전송을 수행할 수 있다.

[0035] 도 3은 일실시예에 따라 협력 게임 방식을 적용한 경우의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

[0036] 게임 방식은 다른 플레이어의 행동을 고려하여 플레이어의 행동을 결정하는 방식을 의미할 수 있다. 즉, 플레이어는 게임 방식을 적용하여 다른 플레이어의 행동을 고려함으로써 자신의 효용을 극대화할 수 있다. 게임 방식은 협력 게임 방식과 비협력 게임 방식을 포함할 수 있다. 일례로, 협력 게임 방식은 복수의 플레이어 간의 합의된 전략을 기초로 복수의 플레이어의 효용이 최대가 되도록 하는 방식을 의미할 수 있다. 일례로, 비협력 게임 방식은 복수의 플레이어 간에 독립적으로 자신의 효용이 최대가 되는 전략을 결정하는 방식일 수 있다.

[0037] 효용 데이터는 복수의 기지국들의 전송 전력과 복수의 기지국들의 효용의 대응 관계를 의미할 수 있다. 즉, 효용 데이터는 복수의 기지국들의 전송 전력 대비 효용의 정도를 데이터로 표현한 것을 의미할 수 있다. 구체적으로, 복수의 기지국들은 효용 데이터를 최대화하는 전송 전력에 따라 데이터를 전송하는 것이 가장 이득일 수 있다. 즉, 복수의 기지국들은 효용 데이터를 최대화하는 전송 전력에 따라 데이터를 전송하는 것이 데이터 전송률과 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭 모두를 고려하여 가장 이득일 수 있다. 일례로, 효용 데이터는 효용 함수(Utility Function)와 대응할 수 있다.

[0038] 전송 전력 제어 장치는 효율 데이터를 하기 수학식 1에 따라 정의할 수 있다.

수학식 1

$$u_i(P_1, \dots, P_n) = B \log_2 \left(1 + \sum_{i=1}^n \frac{P_i G_i}{N_0} \right) - \alpha P_i G_i$$

[0039]

[0040] 여기서, $u_i(P_1, \dots, P_n)$ 는 효율 데이터, P_i 는 기지국 i의 전송전력, G_i 는 경로 손실과 페이딩에 의한 채널 이득, N_0 는 가산백색 가우시안 잡음(AWGN), B 는 채널 주파수 대역, α 는 Cost Factor와 대응할 수 있다. Cost Factor는 간섭 파라미터를 의미할 수 있다.

[0041] 일례로, 수학식 1의 첫 번째 항은 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말로의 데이터 전송률과 대응할 수 있고, 두 번째 항은 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭과 대응할 수 있다. 즉, 전송 전력 제어 장치는 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 및 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 효율 데이터를 정의할 수 있다.

[0042] 전송 전력 제어 장치는 복수의 기지국 별로 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정할 수 있다. 예를 들어, 수학식 1을 각 기지국의 전송 전력으로 미분하면 하기 수학식 2와 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

$$\frac{\partial u_i}{\partial P_i} = \frac{B G_i}{\ln 2 \left(\sum_{i=1}^n P_i G_i + N_0 \right)} - \alpha G_i$$

[0043]

[0044] 비협력 게임 방식에 의한 경우, 전송 전력 제어 장치는 복수의 기지국 각각에 대해 $\frac{\partial u_i}{\partial P_i} = 0$ 을 만족하는 전송 전력을 결정함으로써, 결정한 전송 전력을 이용하여 사용자 단말에 협력 전송을 수행할 수 있다.

$\frac{\partial u_i}{\partial P_i} = 0$ 을 만족하는 전송 전력은 α 의 범위에 따라 다를 수 있다. 이 때의 전송 전력은 Nash Equilibrium(NE)을 의미할 수 있다.

$$\alpha \leq \alpha_l = \frac{B}{\ln 2} \left(\frac{1}{P_{i_max} G_i + \sum_{l \neq i} P_l G_l + N_0} \right)$$

[0045]

일례로, 일 때, u_i 는

$$P_i \quad (0 < P_i < P_{i_max}) \quad \left(\frac{\partial u_i}{\partial P_i} > 0 \right)$$

에 대해 강한 단조증가함수 가 될 수 있다. 따라서, 전송 전력 제어

장치는 각 기지국이 출력 가능한 최대값 P_{i_max} 을 전송 전력으로 결정할 수 있다.

$$\alpha \geq \alpha_u = \frac{B}{\ln 2} \left(\frac{1}{\sum_{l \neq i} P_l G_l + N_0} \right) \quad u_i \quad P_i \quad (0 < P_i < P_{i_max})$$

일레로, 일 때, u_i 는 에 대해 강

한 단조감소함수 $\left(\frac{\partial u_i}{\partial P_i} < 0 \right)$ 가 되므로 P_{i_min} 일 때 u_i 가 최대화될 수 있다. 따라서, 전송 전력 제어

장치는 P_{i_min} 을 전송 전력으로 결정할 수 있다.

$$\alpha_l < \alpha < \alpha_u \quad u_i \quad P'_i = \frac{\partial u_i}{\partial P_i} = 0$$

일레로, 일 때, u_i 는 을 만족하는 극대점

$$P'_i = \frac{1}{G_i} \left(\frac{B}{\alpha \ln 2} - \sum_{l \neq i} P_l G_l - N_0 \right)$$

에서 최대값을 가질 수 있다. 따라서, 전송 전력 제어 장치는 극대점에서의

값을 전송 전력으로 결정할 수 있다. 결론적으로, 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력 P_i 은 하기 수학적식 3과 같이 표현할 수 있다.

수학적식 3

Given $P_l (l \neq i)$

$$P_i = \max \left\{ P_{i_min}, \frac{1}{G_i} \left(\frac{B}{\alpha \ln 2} - \sum_{l \neq i} P_l G_l - N_0 \right), P_{i_max} \right\}$$

협력 게임 방식은 복수의 플레이어 간의 합의된 전략을 기초로 복수의 플레이어의 효용이 최대가 되도록 하는 방식을 의미할 수 있다. 전송 전력 제어 장치는 협력 게임 방식을 적용하여 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정할 수 있다.

효율 데이터를 최대화하는 복수의 기지국들의 전송전력은 협력 게임 방식과 비협력 게임 방식을 적용할 때 다를 수 있다. 협력 게임 방식과 비협력 게임 방식을 적용할 때의 복수의 기지국들의 전송 전력은 하기 표 1과 같이 정리할 수 있다.

표 1

	$\alpha \leq \alpha_l$	$\alpha_l < \alpha < \alpha_u$	$\alpha \geq \alpha_u$
NE	(P_1, P_2, P_3) $= (P_{1_max}, P_{2_max}, P_{3_max})$	Given $P_l (l \neq i)$ $P_i = \frac{1}{G_i} \left(\frac{B}{\alpha \ln 2} - \sum_{l \neq i} P_l G_l - N_0 \right)$	(P_1, P_2, P_3) $= (P_{1_min}, P_{2_min}, P_{3_min})$
NBS	(P_1, P_2, P_3) $= (P_{1_max}, P_{2_max}, P_{3_max})$	$\max \left(\prod_{i=1}^3 U_i \right)$ 를 만족하는 (P_1, P_2, P_3)	

[0051]

[0052]

표 1에서는 기지국 3개일 때 결정되는 전송 전력을 표시하였으나, 본 발명에서의 기지국의 개수는 이에 한정되지 않고, N개의 기지국 각각의 전송 전력을 결정할 수 있다. 여기서, α_l 은 제1 임계값과 대응할 수 있다. 또한, α_u 은 제2 임계값과 대응할 수 있다.

[0053]

NBS(Nash Bargaining Solution, NBS)는 통신 분야에서 네트워크 상의 흐름 관리 혹은 네트워크 자원 할당에 적용되어 시스템 전체의 효율을 높이기 위한 협상 해법으로써 게임 방식의 협상 해법 중 하나에 해당할 수 있다. Nash 협상 함수는 하기 수학적 4와 같이 표현할 수 있다.

수학적 4

$$G(X_1, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n (X_i - d_i)^{a_i}$$

[0054]

[0055]

여기서, $G(X_1, \dots, X_n)$ 은 Nash 협상 함수에 대응할 수 있다. X_i 는 기지국 i의 효율에 대응할 수 있다. d_i 는 합의 실패점에서의 효율에 대응할 수 있다. 또한, a_i 은 협상력에 대응할 수 있다. NBS는 협상력을 바탕으로 기지국 효율의 곱으로 표현되는 시스템 전체 효율을 최대화하는 방향으로 자원을 할당할 수 있다. 즉, 기지국 i의 이득을 최대화하는 방향으로 네트워크의 자원을 할당할 수 있다. 따라서 표 1 기재된 바와 같

이 협력 게임 방식을 적용하면, $\alpha_i < \alpha$ 일 때의 전송 전력은 복수의 기지국의 효율 데이터 전체가 최대화될 때의 값일 수 있다.

[0056]

협력 게임 방식과 비협력 게임 방식을 적용할 때의 시뮬레이션 결과는 하기 표 2를 이용하여 확인할 수 있다.

표 2

	비협력 게임		협력 게임	
	전송률 (Mbps)	간섭 (W)	전송률 (Mbps)	간섭 (W)
$\alpha = 0.5 \leq \alpha_l$	10.29	57	10.29	57
$\alpha_l < \alpha = 3 < \alpha_u$	9.95	95	10.29	342
$\alpha = 15 \geq \alpha_u$	0	0	10.08	780

[0057]

[0058]

표 2에 기재된 바와 같이, 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력은 간섭 파라미터의 크기에 따라 다를 수 있다. 이때, 복수의 기지국의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭은 비협력 게임 방식을 적용하거나 또는 협력 게임 방식을 적용함에 따라 다를 수 있다.

[0059]

일례로, $\alpha \leq \alpha_l$ 일 때, 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 전송률은 협력 게임 방식을 적용할 때와 비협력 게임 방식을 적용할 때가 동일할 수 있다. 또한, 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭은 비협력 게임 방식을 적용할 때와 협력 게임 방식을 적용할 때 동일할 수 있다.

[0060]

일례로, $\alpha_l < \alpha$ 일 때, 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 전송률은 비협력 게임 방식을 적용할 때보다 협력 게임 방식을 적용할 때 더 높을 수 있다. 또한, 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭은 비협력 게임 방식을 적용할 때보다 협력 게임 방식을 적용할 때 더 낮을 수 있다.

[0061]

도 4는 일실시예에 따라 효율 데이터를 이용하여 전송 전력을 결정하는 전송 전력 제어 방법을 수행하는 전송 전력 제어 장치를 도시한 도면이다.

[0062]

도 4를 참고하면, 정의부(401)는 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 결합 전송을 이용하여 데이터를 전송하는 복수의 기지국들 각각의 효율 데이터를 정의할 수 있다. 여기서, 효율 데이터는 복수의 기지국들의 전송 전력과 전송 전력에 따른 효율과의 대응 관계를 의미할 수 있다. 즉, 효율 데이터는 복수의 기지국들의 전송 전력 대비 만족의 정도를 데이터로 표현한 것을 의미할 수 있다. 구체적으로, 복수의 기지국들은 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력에 따라 데이터를 전송하는 것이 효율적일 수 있다. 즉, 셀 경계에 위치한 사용자 단말의 데이터 전송률과 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭 모두를 고려하는 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력에 따라 데이터를 전송하는 것이 효율적일 수 있다.

[0063]

일례로, 정의부(401)는 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 및 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 사용자 단말에 미치는 간섭을 이용하여 효율 데이터를 정의할 수 있다. 복수의 기지국들의 셀 내부에 위치한 사용자 단말에 미치는 간섭은 간섭 파라미터, 및 복수의 기지국들의 전송 전력을 이용하여 결정할 수 있다. 간섭 파라미터는 통신 시스템 상에서 사용자 단말 간에 발생하는 간섭의 크기에 따라 결정될 수 있다. 일례로, 간섭 파라미터는 상수 값일 수 있다. 일례로, 간섭 파라미터는 Cost Factor와 대응할 수 있다. 따라서, 정의부(401)는 복수의 기지국들의 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 대한 데이터 전송률, 및 간섭 파라미터를 이용하여 효율 데이터를 정의할 수 있다.

[0064]

결정부(402)는 효율 데이터를 최적화하여 상기 복수의 기지국들 각각의 전송 전력을 결정할 수 있다. 즉, 결정부(402)는 효율 데이터를 최적화 할 때의 값을 복수의 기지국들 각각의 전송 전력으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 결정부(402)는 효율 데이터에 협력 게임 방식을 적용하여 상기 효율 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정할 수 있다. 협력 게임 방식은 플레이어 간의 합의된 전략을 기초로 참가한 플레이어 모두의 이익이 최대가 되도록 하는 방식일 수 있다. 일례로, 플레이어는 기지국과 대응할 수 있고, 합의된 전략은 효율 데이터와 대

응할 수 있다. 이에 따라, 결정부(402)는 정의한 효용 데이터를 적용하여 복수의 기지국들의 효용이 최대가 되게 하는 전송 전력을 결정할 수 있다. 일례로, 효용 데이터가 최대일 경우, 복수의 기지국들의 효용이 최대일 수 있다.

[0065] 효용 데이터는 간섭 파라미터의 크기에 따라 변화할 수 있다. 따라서 간섭 파라미터의 크기 변화에 따라 효용 데이터를 최대화하는 값은 다를 수 있다. 따라서, 결정부(402)는 간섭 파라미터의 크기에 따라 효용 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정하거나 또는 전송 전력의 최대값을 결정할 수 있다.

[0066] 예를 들어, 간섭 파라미터가 제1 임계값보다 작을 때, 결정부(402)는 효용 데이터를 최대화 하는 값을 전송 전력으로 결정할 수 있다. 또는, 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 일정 수준 내의 간섭이 미치는 경우, 결정부(402)는 효용 데이터를 최대화 하는 값을 전송 전력으로 결정할 수 있다. 일례로, 간섭 파라미터가 일정 수준 보다 작으면, 셀 내부에 위치한 다른 사용자 단말에 미치는 간섭은 미미할 수 있다. 따라서, 간섭 파라미터의 크기가 일정 수준 보다 작은 경우, 결정부(402)는 전송 전력을 복수의 기지국들 각각이 제공할 수 있는 최대값을 전송 전력으로 결정할 수 있다.

[0067] 예를 들어, 간섭 파라미터가 제1 임계값보다 클 때, 결정부(402)는 효용 데이터를 최대화하는 전송 전력을 결정할 수 있다. 즉, 결정부(402)는 효용 데이터가 최대 일 때의 값을 복수의 기지국들의 전송 전력으로 결정할 수 있다. 이에 따라, 복수의 기지국들은 결정된 전송 전력에 따라 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 협력 전송을 수행할 수 있다. 그러면, 복수의 기지국들은 결정된 전송 전력에 따라 셀 경계에 위치한 사용자 단말에 협력 전송을 수행할 수 있다.

[0068] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0069] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

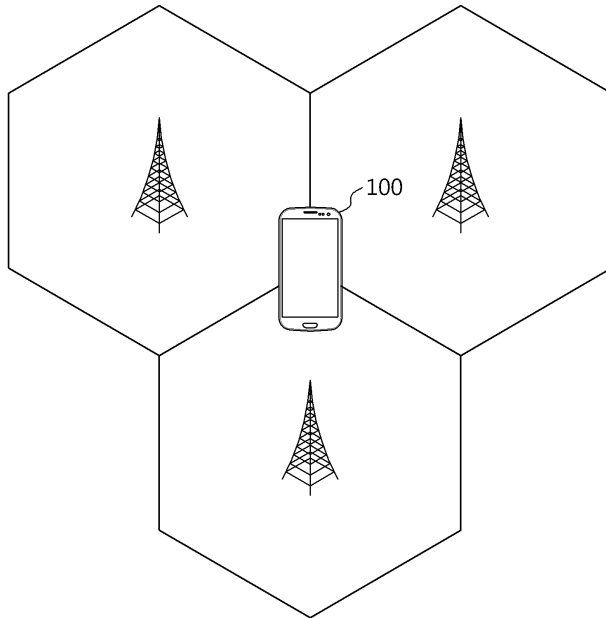
[0070] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

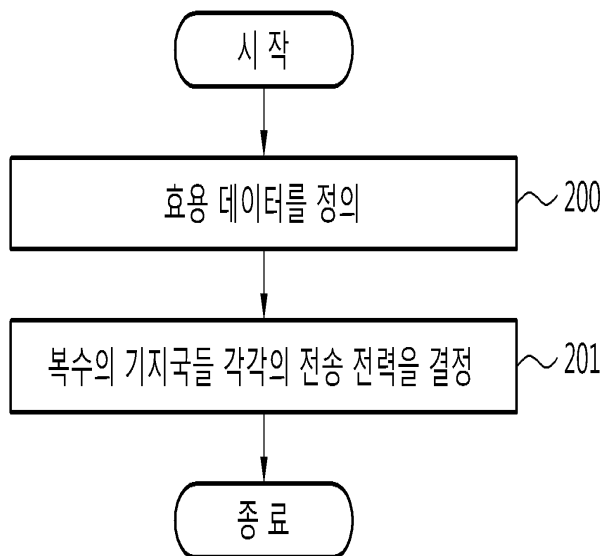
[0071] 100: 사용자 단말

도면

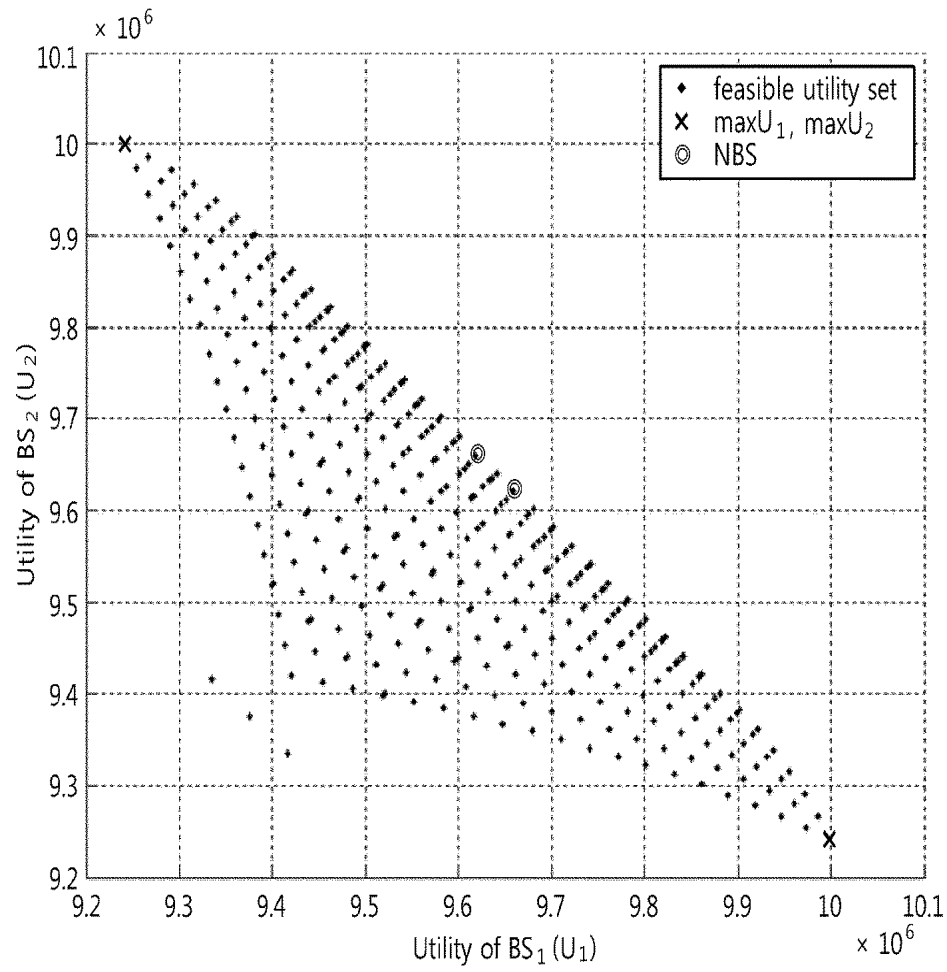
도면1



도면2



도면3



도면4

