



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0090427
(43) 공개일자 2016년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 52/18 (2009.01) H04W 52/14 (2009.01)
H04W 84/04 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 52/18 (2013.01)
H04W 52/143 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0009839
(22) 출원일자 2015년01월21일
심사청구일자 2015년01월21일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
김덕경
서울특별시 강남구 선릉로 222, 109동 302호(대치동, 대치아이파크아파트)
박재현
서울특별시 금천구 시흥대로 165, 20동 801호(시흥동, 남서울힐스테이트아파트)
진정현
경기도 부천시 오정구 소사로 809 가동 508호 (원종동, 오건아파트)
(74) 대리인
양성보

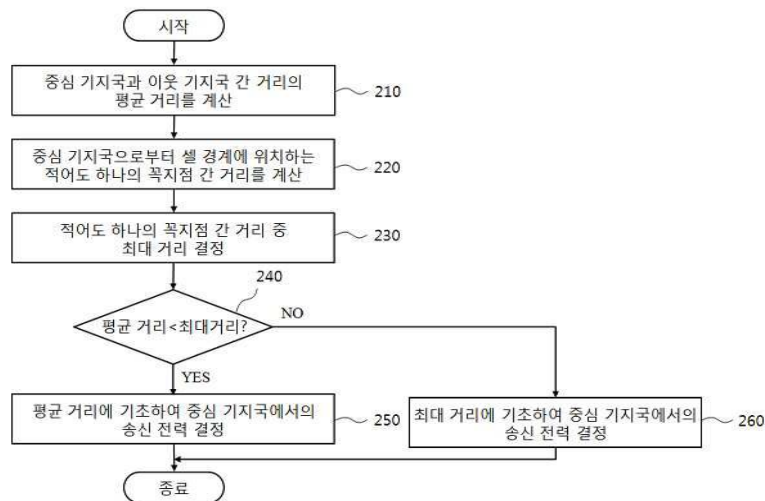
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 스몰셀 환경에서 에너지 효율적인 하향링크 전력 제어 방법

(57) 요약

중심 기지국과 이웃 기지국 간의 거리에 기초하여 하향 링크 송신 전력을 결정하는 장치 및 방법이 개시된다. 하향 링크 송신 전력 제어 장치는 복수의 셀들 중 어느 하나의 셀에 속하는 중심 기지국과 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리를 계산하는 거리 계산부, 및 상기 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리에 기초하여 결정된 상기 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정하는 전력 결정부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04W 84/045 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 셀들 중 어느 하나의 셀에 속하는 중심 기지국과 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리를 계산하는 거리 계산부; 및

상기 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리에 기초하여 결정된 상기 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정하는 전력 결정부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 하향 링크 전력 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 거리 계산부는,

상기 중심 기지국과 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리의 평균을 계산하고,

상기 전력 결정부는,

상기 중심 기지국이 속하는 셀에서 평균 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 상기 송신 전력으로 결정하는 것

을 특징으로 하는 하향 링크 전력 제어 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 거리 계산부는,

상기 중심 기지국으로부터 상기 중심 기지국이 속하는 셀의 경계에 위치하는 꼭지점 간의 거리를 계산하고,

상기 전력 결정부는,

상기 꼭지점 간의 거리가 최대인 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력과 상기 평균 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력 중 어느 하나를 상기 송신 전력으로 결정하는 것

을 특징으로 하는 하향 링크 전력 제어 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 거리 계산부는,

상기 중심 기지국으로부터 상기 중심 기지국이 속하는 셀의 경계에 위치하는 꼭지점 간의 거리의 평균을 계산하고,

상기 전력 결정부는,

상기 중심 기지국과 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리의 평균 및 꼭지점 간 거리의 평균 중, 어느 하나에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 상기 송신 전력으로 결정하는 것

을 특징으로 하는 하향 링크 전력 제어 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수의 셀들은,

보로노이 다이어그램(Voronoi Diagram)에 기초하여 셀 경계가 결정된 펌토셀(femto cell)인 것을 특징으로 하는 하향 링크 전력 제어 장치.

청구항 6

복수의 셀들 중 어느 하나의 셀에 속하는 중심 기지국과 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리 및 계산된 각 기지국간 거리의 평균 거리를 계산하는 단계;

상기 중심 기지국으로부터 상기 중심 기지국이 속하는 셀의 경계에 위치하는 꼭지점 간의 거리를 계산하는 단계;

계산된 꼭지점 간의 거리 중 최대 거리를 결정하는 단계; 및

상기 평균 거리 및 최대 거리 중 선택된 어느 하나의 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 상기 중심 기지국에서의 송신 전력으로 결정하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 하향 링크 전력 제어 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 중심 기지국에서의 송신 전력으로 결정하는 단계는,

상기 평균 거리 및 상기 최대 거리 중 작은값에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 상기 송신 전력으로 결정하고,

상기 꼭지점은,

상기 중심 기지국이 속하는 셀과 상기 적어도 하나의 이웃 기지국이 속하는 각 셀이 만나는 경계점을 나타내는 것을 특징으로 하는 하향 링크 전력 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 펌토셀(femto cell) 등의 환경에서 기지국에서의 하향 링크 송신 전력을 제어하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 사용자들이 요구하는 데이터의 급격한 증가를 해소하기 위해 가격이 저렴하고 사용자가 설치하기 쉬운 펌토셀이 많이 설치되고 있으며, 통신 관련 전력 소비가 세계 전력 소비의 큰 비중을 차지하고 있다. 그러나, 전력 소비와 대조적으로 사용자들이 사용하는 데이터(예를 들어, 데이터를 처리하기 위한 장비의 전력) 대비 사용 요금은 크게 증가하지 않아, 전력을 효율적으로 사용하는 데 네트워크 사업자들의 관심이 집중되고 있다.

[0003] 전력을 효율적으로 사용하기 위한 방법으로 모든 기지국이 동일한 전력을 사용하는 방법이 존재한다. 이처럼, 펌토셀이 증가하고 있는 환경에서 모든 기지국의 송신 전력이 동일한 경우, 기지국 간의 간격이 일정하지 않아 인접 셀과의 간섭이 발생한다. 이러한 간섭으로 인해 결국 서비스를 제공받을 수 없는 사용자 단말(outage user equipment)가 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 서비스를 제공받지 못하는 사용자 단말을 감소 또는 최소화하기 위한 것으로서, 중심 기지국과 이웃 기지국간의 거리에 기초하여 펌토셀 환경에서 효율적으로 전력을 제어하기 위한 것이다.

[0005] 또한, 중심 기지국이 속하는 셀과 이웃 기지국이 속하는 각 셀이 만나는 꼭지점과 중심 기지국 간의 거리에 기초하여 중심 기지국에서의 송신 전력을 효율적으로 제어하기 위한 것이다.

[0006] 또한, 중심 기지국과 이웃 기지국 간 거리, 그리고 중심 기지국과 꼭지점 간 거리를 하이브리드(hybrid) 구조로 하여, 중심 기지국에 알맞은 송신 전력을 결정하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일실시예에 있어서, 하향 링크 전력 제어 장치는, 복수의 셀들 중 어느 하나의 셀에 속하는 중심 기지국과 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리를 계산하는 거리 계산부, 및 상기 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리에 기초하여 결정된 상기 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정하는 전력 결정부를 포함할 수 있다.

[0008] 일측면에 따르면, 상기 거리 계산부는, 상기 중심 기지국과 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리의 평균을 계산하고, 상기 전력 결정부는, 상기 중심 기지국이 속하는 셀에서 평균 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 상기 송신 전력으로 결정할 수 있다.

[0009] 다른 측면에 따르면, 상기 거리 계산부는, 상기 중심 기지국으로부터 상기 중심 기지국이 속하는 셀의 경계에 위치하는 꼭지점 간의 거리를 계산하고, 상기 전력 결정부는, 상기 꼭지점 간의 거리가 최대인 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력과 상기 평균 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력 중 어느 하나를 상기 송신 전력으로 결정할 수 있다.

[0010] 또 다른 측면에 따르면, 상기 거리 계산부는, 상기 중심 기지국으로부터 상기 중심 기지국이 속하는 셀의 경계에 위치하는 꼭지점 간의 거리의 평균을 계산하고, 상기 전력 결정부는, 상기 중심 기지국과 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리의 평균 및 상기 꼭지점 간 거리의 평균 중, 어느 하나에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 상기 송신 전력으로 결정할 수 있다.

[0011] 또 다른 측면에 따르면, 상기 복수의 셀들은, 보로노이 다이어그램(Voronoi Diagram)에 기초하여 셀 경계가 결정된 펌토셀(femto cell)일 수 있다.

[0012] 본 발명의 일실시예에 있어서, 하향 링크 전력 제어 방법은, 복수의 셀들 중 어느 하나의 셀에 속하는 중심 기지국과 적어도 하나의 이웃 기지국 간의 거리 및 계산된 각 기지국간 거리의 평균 거리를 계산하는 단계, 상기 중심 기지국으로부터 상기 중심 기지국이 속하는 셀의 경계에 위치하는 꼭지점 간의 거리를 계산하는 단계, 계산된 꼭지점 간의 거리 중 최대 거리를 결정하는 단계, 및 상기 평균 거리 및 최대 거리 중 선택된 어느 하나의 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 상기 중심 기지국에서의 송신 전력으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 일측면에 따르면, 상기 중심 기지국에서의 송신 전력으로 결정하는 단계는, 상기 평균 거리 및 상기 최대 거리 중 작은값에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 상기 송신 전력으로 결정하고, 상기 꼭지점은, 상기 중심 기지국이 속하는 셀과 상기 적어도 하나의 이웃 기지국이 속하는 각 셀이 만나는 경계점을 나타낼 수 있다.

발명의 효과

[0014] 중심 기지국과 이웃 기지국간의 거리에 기초하여 펌토셀 환경에서 효율적으로 전력을 제어하여 서비스를 제공받지 못하는 사용자 단말(outage UE)을 감소 또는 최소화할 수 있다.

[0015] 또한, 중심 기지국이 속하는 셀과 이웃 기지국이 속하는 각 셀이 만나는 꼭지점과 중심 기지국 간의 거리에 기초하여 중심 기지국에서의 송신 전력을 효율적으로 제어할 수 있다.

[0016] 또한, 중심 기지국과 이웃 기지국 간 거리, 그리고 중심 기지국과 꼭지점 간 거리를 하이브리드(hybrid) 구조로 하여, 중심 기지국에 알맞은 송신 전력을 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 하향 링크 전력 제어 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 하향 링크 전력 제어 방법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 이웃 기지국 간의 평균 거리에 기초하여 중심 기지국의 송신 전력을 결정하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 중심 기지국이 속하는 셀과 이웃 기지국이 속하는 인접 셀 간의 셀 경계에 위치하는 꼭지점을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 셀 경계에서의 최대 거리에 기초하여 중심 기지국의 송신 전력을 결정하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0019] 본 실시예들은, 셀룰라 네트워크(cellular network)에서 기지국이 사용자 단말로 전송하는 하향 링크(Down Link) 송신 전력을 제어할 수 있다. 사용자 단말은, 스마트폰, 태블릿, PC 등 사용자가 소진한 단말로서, 사용자 단말이 속하는 셀의 기지국과 데이터를 송수신하기 위해 무선통신 모듈이 장착될 수 있다.
- [0020] 본 실시예들은, GPS 등을 통해 복수의 기지국들의 위치좌표를 모두 알고 있는 상태에서, 보로노이 다이어그램(Voronoi Diagram)에 기초하여 셀 경계 및 인접 셀들이 결정된 펜토셀 환경을 가정하여 설명하기로 한다. 보로노이 다이어그램은, 송신 전력을 결정하고자 하는 중심 기지국과 이웃 기지국들 간의 거리가 같아지는 지점을 선으로 연결하여 셀 경계를 결정하는 알고리즘이다. 여기서, 이웃 기지국은, 중심 기지국이 속하는 셀 주변에 위치하는 인접 셀에 속하는 기지국을 나타낼 수 있으며, 중심 기지국 주변에 하나 이상의 이웃 기지국이 존재할 수 있다. 그리고, 펜토셀의 경우, 인접 셀들 간의 거리가 서로 다른 포아송 배치 분포(Poisson Probability Processing: PPP)를 가질 수 있다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 하향 링크 전력 제어 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 하향 링크 전력 제어 방법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다. 도 2의 하향 링크 전력 제어 방법(210 내지 260 단계)은 하향 링크 전력 제어 장치(100)의 각 구성 요소(예를 들어, 거리 계산부(110), 전력 결정부(120))에 의해 수행될 수 있다.
- [0022] 도 2에서는, 하향 링크 전력 제어 장치(100)가 중심 기지국의 송신 전력 제어를 위해 필요한 필수 구성 요소만을 포함하고 있는 것으로 도시하고 있으나, 이는 실시예에 해당하며, 하향 링크 전력 제어 장치(100)는 디스플레이나 무선통신 모듈과 같은 다른 구성 요소들을 포함할 수도 있다.
- [0023] 도 1에 따르면, 하향 링크 전력 제어 장치(100)는 거리 계산부(110) 및 전력 결정부(120)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하향 링크 전력 제어 장치(100)는 셀룰러 네트워크에서, 망의 자원을 관리 및 할당하는 서버에 해당할 수 있다.
- [0024] 210 단계에서, 거리 계산부(110)는 중심 기지국으로부터 각 이웃 기지국 간의 거리의 평균 거리를 계산할 수 있다.
- [0025] 예를 들어, 5개의 이웃 기지국이 검색된 경우, 거리 계산부(110)는 중심 기지국부터 이웃 기지국 1, 이웃 기지국 2, ..., 이웃 기지국 5까지의 거리1 내지 5를 각각 계산할 수 있다. 그리고, 거리 계산부(110)는 계산된 거리의 평균을 평균 거리($(\text{거리1}+\text{거리2}+\text{거리3}+\text{거리4}+\text{거리5})/5$)로 계산할 수 있다. 여기서, 중심 기지국부터 각 이웃 기지국 간의 거리를 계산하는 동작은 도 3을 참조하여 후술하기로 한다.
- [0026] 220 단계에서, 거리 계산부(110)는 중심 기지국으로부터 셀 경계에 위치하는 적어도 하나의 꼭지점 간의 거리를 계산할 수 있다. 여기서, 상기 꼭지점은, 중심 기지국이 속하는 셀과 적어도 하나의 이웃 기지국이 속하는 인접 셀이 만나는 경계점을 나타낼 수 있다.
- [0027] 예를 들어, 중심 기지국이 속하는 셀의 셀 경계에 8개의 꼭지점이 위치하는 경우, 거리 계산부(110)는 중심 기지국으로부터 꼭지점 1 내지 꼭지점 8 각각까지의 거리 1 내지 8을 계산할 수 있다. 이때, 거리 계산부(110)는 보로노이 다이어그램을 이용하여 셀 경계 및 인접 셀 결정 과정에서, 중심 기지국의 위치좌표 및 꼭지점이 해당하는 지점의 위치 좌표를 이미 알고 있을 수 있다. 여기서, 꼭지점 간 거리를 계산하는 동작은 도 4를 참고하여 후술하기로 한다.
- [0028] 230 단계에서, 거리 계산부(110)는 중심 기지국으로부터 적어도 하나의 꼭지점 간 거리 중 최대 거리를 결정할 수 있다. 예를 들어, 꼭지점 간 거리 1 내지 거리 8 중 거리가 최대에 해당하는 최대 거리를 결정할 수 있다.

최대 거리를 결정하는 동작은 도 5를 참고하여 후술하기로 한다.

[0029] 240 단계에서, 전력 결정부(120)는 평균 거리와 최대 거리 중 어느 하나를 이용하여 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정할 수 있다.

[0030] 예를 들어, 펌토셀 환경에서 셀 크기가 작으므로 중심 기지국의 송신 전력이 클수록 인접 셀과의 간섭 영향을 많이 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 전력 결정부(120)는 평균 거리와 최대 거리 중 값이 작은 어느 하나의 거리에 기초하여 송신 전력을 결정할 수 있다.

[0031] 평균 거리가 최대 거리보다 작은 경우(240: YES), 전력 결정부(120)는 평균 거리에 기초하여 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정할 수 있다(250). 중심 기지국이 속하는 셀을 대상으로, 전력 결정부(120)는 중심 기지국으로부터 평균 거리만큼 떨어진 지점에서의 수신 전력을 중심 기지국의 송신 전력으로 결정할 수 있다. 아래의 표 1에서는 평균 거리에 기초하여 송신 전력을 결정하는 알고리즘을 설명하고 있다.

표 1

[0032]

이웃 기지국간의 평균거리를 이용한 전력 결정 알고리즘	
B : 기지국 set, P_t : 기지국 송신 전력 set	
1: 기지국의 voronoi tessellation 생성	
2: for all i in B do	
3: VS^i 검색	
// VS^i : 기지국 i 의 voronoi tessellation 경계를 만드는 꼭지점 set(VS, Vertex Set)	
// $VS^i = \{VS_1^i, VS_2^i, \dots, VS_v^i\}$, $v: VS^i$ 의 수	
4: D_1^i : VS_1^i 와 기지국 i 의 거리	
5: for $j \leftarrow 2$ to v do	
6: D_j^i : VS_j^i 와 기지국 i 의 거리	
7: $D_{max}^i \leftarrow \text{Max}(D_j^i, D_{j-1}^i)$	
8: End for	
9: $P_t^i \leftarrow P_{standard} - PL(r) + PL(D_{max}^i)$	
// P_t^i 는 기지국 i 의 송신전력, $P_{standard}$ 는 기준 전력, r 은 기준 거리, PL 는 경로손실	
10: End for	
11: return P_t	

[0033] 한편, 다시 240 단계를 참고하면, 평균 거리가 최대 거리보다 큰 경우(240: NO), 전력 결정부(120)는 최대 거리에 기초하여 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정할 수 있다(260). 이하의 표 2에서는 최대 거리를 이용하여 송신 전력을 결정하는 알고리즘을 설명하고 있다.

표 2

[0034]

셀 경계의 최대거리를 이용한 전력 결정 알고리즘
B : 기지국 set, $P_t P_t$: 기지국 송신 전력 set 1: 기지국의 voronoi tessellation 생성 2: forall i in B do 3: $VS^i VS^i$ 검색 // $VS^i VS^i$: 기지국 i 의 voronoi tessellation 경계를 만드는 꼭지점 set(VS, Vertex Set) $VS^i = \{VS_1^i, VS_2^i, \dots, VS_v^i\}$ $VS^i = \{VS_1^i, VS_2^i, \dots, VS_v^i\}$ $v: VS^i$ 의수 $v: VS^i$ 의수 // $D_1^i : VS_1^i D_1^i : VS_1^i$ 와 기지국 i 의 거리 5: for $j \leftarrow 2$ to v do $D_j^i : VS_j^i D_j^i : VS_j^i$ 6: $D_j^i : VS_j^i D_j^i : VS_j^i$ 와 기지국 i 의 거리 7: $D_{max}^i D_{max}^i \leftarrow \text{Max}(D_j^i, D_{j-1}^i) D_j^i, D_{j-1}^i)$ 8: End for 9: $P_t^i \leftarrow P_{standard} - PL(r) + PL(D_{max}^i) P_t^i \leftarrow P_{standard} - PL(r) + PL(D_{max}^i)$ // $P_t^i P_t^i$ 는 기지국 i 의 송신전력, $P_{standard} P_{standard}$ 는 기준 전력, r 은 기준 거리, PL 는 경로손실 10: End for 11: return $P_t P_t$

[0035]

이상의 도 1 및 도 2에서 설명한 바와 같이, 전력 결정부(120)는 평균 거리와 최대 거리 중 작은 값을 중심 기지국의 송신 전력으로 결정함에 따라, 서비스를 제공받지 못하는(outage) 사용자 단말의 발생 확률을 낮출 수 있을 뿐만 아니라, 에너지 효율을 개선할 수 있다. 이처럼, 평균 거리와 최대 거리를 하이브리드 구조로 하여 중심 기지국의 송신 전력을 결정하는 알고리즘은 아래의 표 3가 같을 수 있다.

표 3

[0036]

하이브리드 구조의 전력 결정 알고리즘
B : 기지국 set, P_t, P_r : 기지국 송신 전력 set 1: 기지국의 voronoi tessellation 생성 2: for all i in B do 3: NBS^i, NBS^i, VS^i, VS^i 검색 // $n: NBS^i$ 의수, $v: VS^i$ 의수 $n: NBS^i$ 의수, $v: VS^i$ 의수 $D^i = \emptyset, D^i = \emptyset$ 4: 5: for $j \leftarrow 1$ to n do 6: $D_j^i: NBS_j^i, D_j^i: NBS_j^i$ 와 기지국 i 의 거리 7: Push D_j^i, D_j^i into D^i, D^i 8: End for 9: $D_{avg}^i, D_{avg}^i \leftarrow \text{mean}(D^i, D^i)$ 10: $D_1^i: VS_1^i, D_1^i: VS_1^i$ 와 기지국 i 의 거리 11: for $j \leftarrow 2$ to v do 12: $D_j^i: VS_j^i, D_j^i: VS_j^i$ 와 기지국 i 의 거리 13: $D_{max}^i, D_{max}^i \leftarrow \max(D_j^i, D_{j-1}^i, D_j^i, D_{j-1}^i)$ 14: End for 15: $P_t^i \leftarrow P_{standard} - PL(r) + PL(\min(D_{max}^i, D_{avg}^i))$ $P_r^i \leftarrow P_{standard} - PL(r) + PL(\min(D_{max}^i, D_{avg}^i))$ 16: End for 17: return P

[0037]

이상의 도 2에서는, 210 단계에서, 평균 거리를 계산한 이후에, 220 및 230 단계에서, 최대 거리를 계산하는 것으로 설명하였으나, 이는 실시예에 해당되며, 최대 거리를 계산한 이후에 평균 거리가 계산될 수도 있고, 평균 거리 및 최대 거리를 계산하는 과정이 동시에 수행될 수도 있다.

[0038]

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 이웃 기지국 간의 평균 거리에 기초하여 중심 기지국의 송신 전력을 결정하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

[0039]

도 3을 참고하면, 거리 계산부(110)는 중심 기지국(i) 주변에 위치하는 복수의 기지국들 중에서 보로노이 테셀레이션(voronoi tessellation)에 기초하여 중심 기지국이 속하는 셀과 인접한 셀들에 속하는 이웃 기지국들(NBj)을 검색할 수 있다. 예를 들어, 중심 기지국이 속하는 셀과 셀 경계를 접하고 있는 인접 셀에 속하는 기지국이 이웃 기지국으로 검색될 수 있다. 도 3에서, 중심 기지국(i)의 전력 결정을 수행하고자 하는 경우, 거리 계산부(110)는 중심 기지국(i) 주변에 위치하는 복수의 기지국들의 위치 정보를 수집할 수 있다. 여기서, 위치 정보는 GPS 등을 통해 획득된 위치 좌표를 포함할 수 있다. 이처럼, 거리 계산부(110)는 복수의 기지국들 중 상기 중심 기지국이 속하는 셀과 셀 경계를 이루는 이웃 기지국들의 위치 좌표 및 중심 기지국의 위치 좌표를 이미 수집한 상태에서, 보로노이 테셀레이션에 기초하여 이웃 기지국 간의 거리를 계산할 수 있다.

[0040]

예를 들어, 5개의 이웃 기지국들(NB1 내지 NB5)이 검색된 경우, 거리 계산부(110)는 중심 기지국(i)으로부터 이웃 기지국 1(NB1)까지의 거리(D_1^i)를 계산할 수 있다.

[0041]

그러면, 전력 결정부(120)는 평균 거리에 기초하여 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정할 수 있다. 예를 들어, 전력 결정부(120)는 평균 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 기준 전력으로 결정하고, 기준 전력을 중심 기지국의 송신 전력으로 결정할 수 있다. 이때, 전력 결정부(120)는 평균 거리가 최대 거리보다 작은 경

우에, 평균 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 중심 기지국에서의 송신 전력으로 결정하며, 최대 거리가 더 작은 경우에는 아래의 도 4와 같이, 최대 거리에 기초하여 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정할 수 있다.

[0042] 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 중심 기지국이 속하는 셀과 이웃 기지국이 속하는 인접 셀 간의 셀 경계에 위치하는 꼭지점을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

[0043] 도 4를 참고하면, 거리 계산부(110)는 보로노이 테셀레이션(voronoi tessellation)에 셀 경계를 결정하면서, 중심 기지국(i)이 속하는 셀과 경계를 맞대고 있는 적어도 하나의 인접 셀을 결정할 수 있다. 이때, 거리 계산부(110)는 보로노이 테셀레이션에 기초하여 중심 기지국이 속하는 셀과 인접 셀들 간의 경계에서의 꼭지점들을 결정할 수 있다. 예를 들어, 도 4와 같이, 거리 계산부(110)는 8개의 꼭지점들(VS1, VS2, ..., VS8)을 결정할 수 있다.

[0044] 그리고, 거리 계산부(110)는 보로노이 테셀레이션에 기초하여 상기 결정된 꼭지점들의 위치 좌표를 계산할 수 있다. 거리 계산부(110)는 꼭지점들의 위치 좌표와 중심 기지국의 위치 좌표에 기초하여 중심 기지국으로부터 각 꼭지점들까지의 거리를 계산할 수 있다. 예를 들어, 거리 계산부(110)는 중심 기지국(i)으로부터 꼭지점 1(VS1)까지의 거리(D_1^i)를 계산할 수 있다. 동일한 방법으로, 거리 계산부(110)는 중심 기지국(i)으로부터 꼭지점 2(VS2) 내지 꼭지점 8(VS8)까지의 거리를 각각 계산할 수 있다.

[0045] 이어, 거리 계산부(110)는 상기 계산된 꼭지점까지의 거리(D_1^i 내지 D_8^i) 중 최대값을 최대 거리(D_{max}^i)로 결정할 수 있다. 예를 들어, 도 4를 참고하면, 꼭지점까지의 거리 1 내지 8중 거리 1이 144m로 최대값에 해당하므로, 거리 계산부(110)는 거리 1의 144m를 최대 거리(D_{max}^i)로 결정할 수 있다.

[0046] 그러면, 전력 결정부(120)는 최대 거리에 기초하여 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정할 수 있다. 예를 들어, 전력 결정부(120)는 최대 거리에 해당하는 지점에서의 수신 전력을 기준 전력으로 결정하고, 기준 전력을 중심 기지국의 송신 전력으로 결정할 수 있다. 이때, 전력 결정부(120)는 최대 거리가 평균 거리보다 작은 경우에, 최대 거리에 기초하여 송신 전력을 결정하며, 평균 거리가 최대 거리보다 작은 경우에는, 위의 도 3에서 설명한 바와 같이, 평균 거리에 기초하여 송신 전력을 결정할 수 있다. 그리고, 평균 거리와 최대 거리가 동일한 경우에는,

[0047] 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 실 경계에서의 최대 거리에 기초하여 중심 기지국의 송신 전력을 결정하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 도면이다. 특히, 도 5는 최대 거리와 평균 거리를 하이브리드 구조를 이용하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 예시도이다.

[0048] 도 5를 참고하면, 일부 이웃 기지국들이 중심 기지국(i)을 둘러싸고 밀집되어 있고, 다른 일부의 이웃 기지국들은 중심 기지국(i)과 멀리 떨어져 있을 수도 있다. 이러한 경우, 최대 거리(Dmax)에 기초하여 중심 기지국(i)의 송신 전력을 결정하는 경우, 중심 기지국(i)과 밀집한 이웃 기지국들과의 송신 전력 차이가 크게 발생하여 간섭 영향이 증가할 수 있다.

[0049] 이처럼, 중심 기지국(i)과 이웃 기지국들이 밀집한 셀 환경에서는, 중심 기지국으로부터 인접 셀들의 꼭지점까지의 거리가 최대인 최대 거리(Dmax)보다는 중심 기지국(i)으로부터 이웃 기지국까지의 거리의 평균 거리(Davg)가 더 작을 수 있다. 이처럼, 평균 거리가 더 작은 경우(Davg < Dmax), 전력 결정부(120)는 중심 기지국으로부터 평균 거리만큼 떨어진 지점에서의 수신 전력을 중심 기지국(i)의 송신 전력으로 결정함에 따라, 인접 셀과의 간섭을 감소시킬 수 있다. 다시 말해, 최대 거리보다 짧은 평균 거리를 사용함에 따라, 높은 전력이 중심 기지국의 송신 전력으로 결정되는 것을 방지할 수 있다. 이에 따라, 서비스를 제공받지 못하는 사용자 단말의 수가 감소되어 에너지 효율이 증가할 수 있다.

[0050] 지금까지, 중심 기지국과 이웃 기지국 간의 평균 거리와 셀 경계에 위치하는 꼭지점과 중심 기지국 간의 최대 거리를 하이브리드 구조로 하여 중심 기지국에서의 송신 전력을 결정하는 동작에 대해서 설명하였다. 이외에, 하향 링크 송신 전력 제어 장치는, 셀 경계에 위치하는 꼭지점과 중심 기지국 간의 평균 거리와 상기 중심 기지국과 이웃 기지국 간의 평균 거리를 하이브리드 구조로 하여 송신 전력을 결정할 수도 있다.

[0051] 예를 들어, 보로노이 테셀레이션에 기초하여 중심 기지국이 속하는 셀 경계에 8개의 꼭지점이 결정된 경우, 거리 계산부(110)는 중심 기지국으로부터 셀 경계에 위치하는 각 꼭지점(VS1 내지 VS8) 간의 거리(예를 들어, 거리 1 내지 거리 8)를 계산하고, 계산된 각 꼭지점 간 거리의 평균 거리(예를 들어, 8개의 거리의 평균)를 계산할 수 있다. 그러면, 전력 결정부(120)는 꼭지점 간 거리의 평균 거리와 이웃 기지국 간 평균 거리 중 작은 값을 결정할 수 있다. 그리고, 전력 결정부(120)는 중심 기지국으로부터 상기 결정된 작은 값만큼 떨어진 지점에

서의 수신 전력을 중심 기지국의 송신 전력으로 결정할 수도 있다.

[0052] 실시예에 따른 방법은 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 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0053] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

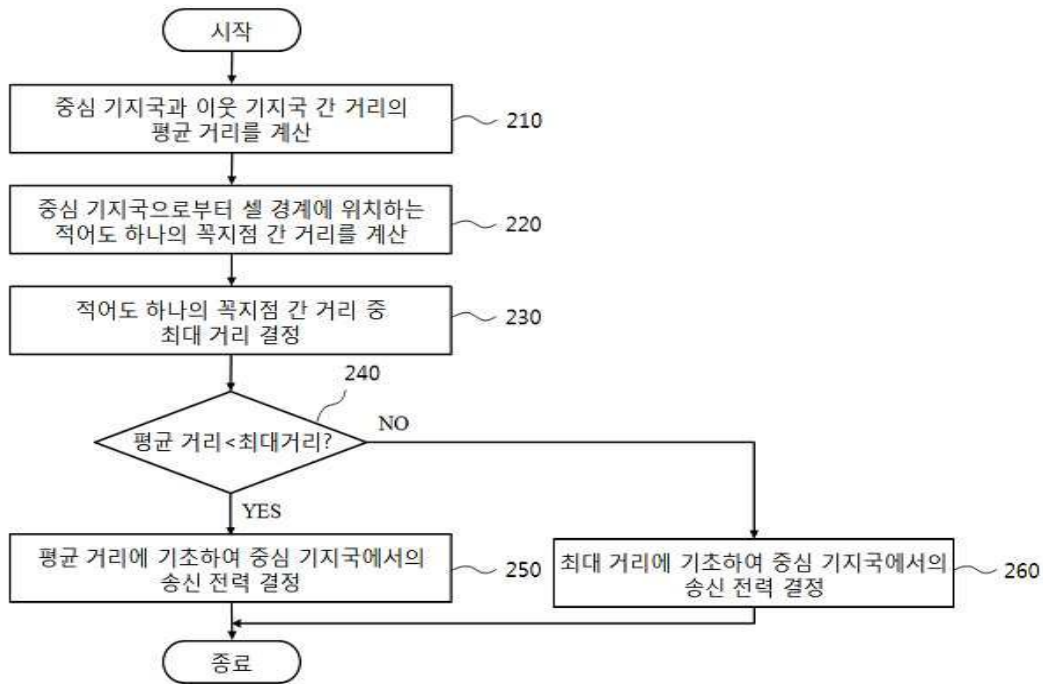
[0054] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

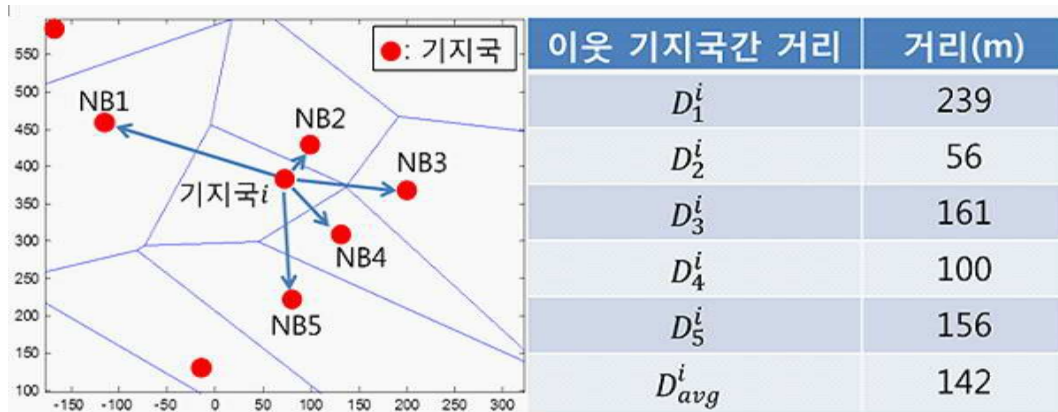
도면1



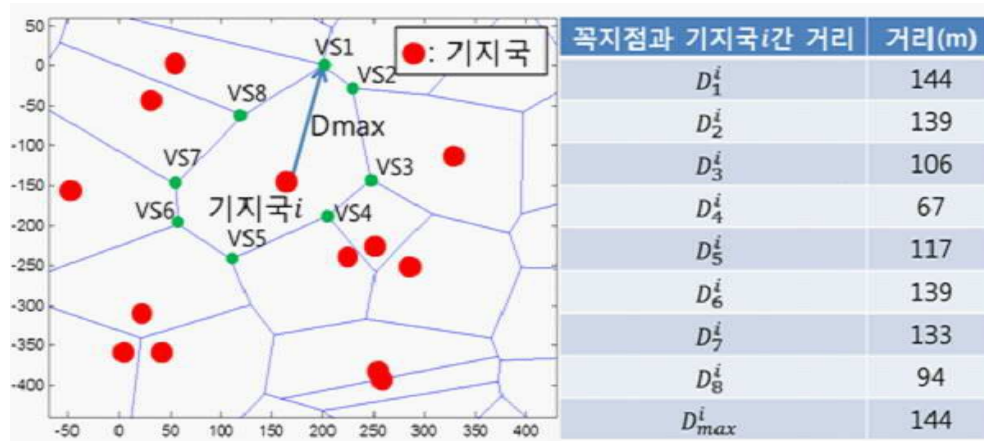
도면2



도면3



도면4



도면5

