



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0125055
(43) 공개일자 2012년11월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 16/16 (2009.01) H04W 72/08 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2011-0043112

(22) 출원일자 2011년05월06일

심사청구일자 2011년05월06일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

황재호

인천광역시 남구 인하로164번길 9, 202호 (용현동)

김재명

서울특별시 용산구 이촌로 347, 3동 1001호 (서빙고동, 신동아아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

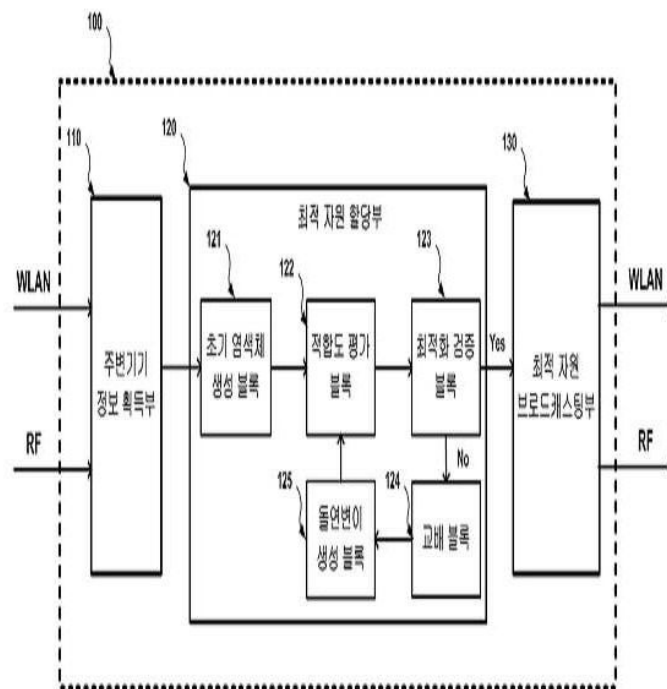
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 유전자 알고리즘을 이용하여 펌토셀의 자원을 할당하는 펌토셀 자원 할당 장치

(57) 요약

유전자 알고리즘을 이용하여 펌토셀의 자원을 할당하는 펌토셀 자원 할당 장치가 개시된다. 펌토셀 자원 할당 장치는 펌토셀 기기의 초기 설치 시 주변의 다른 펌토셀 기기로부터 다른 펌토셀 기기에 할당된 자원 정보를 획득하는 주변기기 정보 획득부; 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 이용하여 자원 정보를 파라미터로 하여 최적의 시스템 적합도를 나타내는 파라미터 셋(parameter set)을 생성하는 최적 자원 할당부; 및 파라미터 셋에 해당하는 자원 할당 값을 다른 펌토셀 기기에 전파하는 최적 자원 브로드캐스팅부를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

조세형

인천광역시 남구 승학길 15-15, 피렌체타운 302호
(문학동)

이인선

인천광역시 남구 인주대로198번길 17, 202호 (용
현동, 삼성오피스텔)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 43169

부처명 지식경제부

연구사업명 대학 IT연구센터 육성·지원

연구과제명 초광대역(UWB) 무선전송 및 시스템 응용기술

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2003.08.01 ~ 2011.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

웹토셀 기기의 초기 설치 시 주변의 다른 웹토셀 기기로부터 상기 다른 웹토셀 기기에 할당된 자원 정보를 획득하는 주변기기 정보 획득부;

유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 이용하여 상기 자원 정보를 파라미터로 하여 최적의 시스템 적합도를 나타내는 파라미터 셋(parameter set)을 생성하는 최적 자원 할당부; 및

상기 파라미터 셋에 해당하는 자원 할당 값을 상기 다른 웹토셀 기기에 전파하는 최적 자원 브로드캐스팅부를 포함하는 웹토셀 자원 할당 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 최적 자원 할당부는,

채널 할당 대역과 전송 파워를 상기 유전자 알고리즘에서 사용되는 염색체로 구성하는 것

을 특징으로 하는 웹토셀 자원 할당 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 최적 자원 할당부는,

채널 할당 대역과 전송 파워를 상기 유전자 알고리즘에서 사용되는 염색체로 구성한 후, 웹토셀을 사용하는 가상의 유저를 설정하여 SINR(Signal-to-Interference plus Noise Ratio)을 측정하는 방식으로 상기 염색체 각각에 대하여 시스템 적합도를 계산하며, 상기 시스템 적합도가 가장 큰 염색체를 상기 파라미터 셋으로 결정하는 것

을 특징으로 하는 웹토셀 자원 할당 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 최적 자원 할당부는,

상기 시스템 적합도에 따라 유전자 형질 발현 확률에 따른 확률적 교배 방식 및 자가 생식을 통해 상기 채널 할당 대역과 전송 파워에 대한 새로운 염색체를 생성하는 것

을 특징으로 하는 웹토셀 자원 할당 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 최적 자원 할당부는,

돌연변이 과정을 통해 상기 채널 할당 대역과 전송 파워에 대한 새로운 염색체를 생성하는 것

을 특징으로 하는 웹토셀 자원 할당 장치.

명세서

기술 분야

본 발명의 실시예들은 유전자 알고리즘을 이용하여 웹토셀의 자원을 할당하는 웹토셀 자원 할당 장치에 관한

[0001]

것이다.

배경 기술

- [0002] 펌토셀 기술은 낮은 파워, 낮은 가격, 사용자가 직접 설치하는 소형 기지국으로 일반적으로 10m의 커버리지를 가진다. 이 기술은 기존 매크로셀의 커버리지를 늘릴 수 있으며 사용자들에게는 경제적인 이득이 있다. 이에 WiMax(Worldwide Interoperability for Microwave Access)와 LTE(Long Term Evolution)에서 기술이 채택되고 있으며 많은 연구가 되고 있다.
- [0003] 펌토셀 시스템 구성은 기존의 매크로셀의 이동통신 기지국(BS)과 통신하는 단말기(UE)가 있으며, 셀의 용량을 증가시키기 위해 펌토셀 네트워크가 공존하게 되며 이는 펌토셀 액세스포인트(AP)와 이와 통신하는 펌토셀 단말기(HUE)가 공존하게 된다. 이처럼 펌토셀 시스템은 기존의 매크로셀 시스템과 계층적 네트워크 구조(hierarchical networks)로 구성되어 있다. 이를 통해 매크로셀의 신호가 취약한 지하나 집과 같은 실내 음영 공간에 펌토셀이 설치되어서 셀 음영지역을 줄여 전체적인 성능을 높이게 된다. 하지만 기존의 셀과 공존하게 됨으로써 펌토셀의 효율적인 자원 공유가 필요하다.
- [0004] 이처럼 많은 장점 이외에 사용자가 직접 설치함에 따라 같은 채널을 사용할 경우 기존의 매크로셀의 시스템에 간섭을 줄 수 있으며, 펌토셀용으로 채널을 할당한 경우 주파수 자원을 효율적으로 사용할 수 없으며 이 또한 펌토셀 기기의 상호 간섭으로 인해 통신 성능을 떨어뜨릴 수 있다. 이에 파워 컨트롤 방식, 간섭 경감방식, 펌토셀 배치 기술이 연구 되고 있다.
- [0005] 기존의 펌토셀 기술은 효율적인 자원 공유를 위해서 파워 컨트롤 기법을 사용하고 있다. 파워 컨트롤 방식은 같은 파워로 할당될 경우 BS와 가까이 있는 경우 BS 신호에 영향을 받게 되며 셀 가장자리 부분에서는 신호가 커서 다른 신호에 간섭을 주게 된다. 이에 아래의 수학적 식 1과 같이 위치에 따른 적절한 파워로 신호를 설정하게 하는 방식이다.

수학적 식 1

$$P_{femto}(dB) = \min(P_{macro} + L_{macro}(d) + G, P_{femto\max})$$

- [0006]
- [0007] 여기서, P_{macro} 는 매크로셀 기지국의 전송 파워이며, $L_{macro}(d)$ 는 매크로셀 기지국과 펌토셀 간 거리(d) 사이의 경로 손실(path-loss) 값이다. 또한, G는 펌토셀 파워 마진 값이며, $P_{femto\max}$ 는 펌토셀 기기에서 최대 전송할 수 있는 파워 값이다.
- [0008] 즉, 펌토셀이 최대 이용할 수 있는 범위 안에서 매크로셀의 BS에서의 수신 감도에 비례해서 펌토셀의 파워를 정하는 방식이다.
- [0009] 또한, 주파수 재사용(Frequency reuse)을 하는 경우 펌토셀의 주파수를 BS 신호와 다른 주파수로 자원을 할당하는 방식을 사용하고 있고, 이외에도 여러 기법이 사용되고 있다. 하지만, 펌토셀의 임의로 배치되는 시스템의 특성 상 각각의 펌토셀의 파라미터가 변경되면 연쇄적으로 나머지 다른 펌토셀에 영향을 미치게 된다. 따라서, 펌토셀 시스템에 대하여 기존의 파워 컨트롤 기법이 아닌 새로운 방식의 자원 할당 방식이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 다양한 파라미터의 조율을 통한 최적의 자원 할당을 위해 유전자 알고리즘 기술을 적용하여 최적의 값을 할당하는 펌토셀 자원 할당 장치가 제공된다.
- [0011] 유전자 알고리즘을 이용한 자원 할당 기법을 통해 전송 파워와 채널 할당을 효율적으로 운용하여 전체적인 시스템 성능을 향상시키는 펌토셀 자원 할당 장치가 제공된다.

과제의 해결 수단

- [0012] 펌토셀 기기의 초기 설치 시 주변의 다른 펌토셀 기기로부터 다른 펌토셀 기기에 할당된 자원 정보를 획득하

는 주변기기 정보 획득부; 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 이용하여 자원 정보를 파라미터로 하여 최적의 시스템 적합도를 나타내는 파라미터 셋(parameter set)을 생성하는 최적 자원 할당부; 및 파라미터 셋에 해당하는 자원 할당 값을 다른 펌토셀 기기에 전파하는 최적 자원 브로드캐스팅부를 포함하는 펌토셀 자원 할당 장치가 제공된다.

[0013] 일측에 따르면, 최적 자원 할당부는 채널 할당 대역과 전송 파워를 유전자 알고리즘에서 사용되는 염색체로 구성할 수 있다.

[0014] 다른 측면에 따르면, 최적 자원 할당부는 채널 할당 대역과 전송 파워를 유전자 알고리즘에서 사용되는 염색체로 구성한 후, 펌토셀을 사용하는 가상의 유저를 설정하여 SINR(Signal-to-Interference plus Noise Ratio)을 측정하는 방식으로 염색체 각각에 대하여 시스템 적합도를 계산할 수 있다. 이때, 최적 자원 할당부는 시스템 적합도가 가장 큰 염색체를 최적의 시스템 적합도를 나타내는 파라미터 셋으로 결정할 수 있다.

[0015] 또 다른 측면에 따르면, 최적 자원 할당부는 시스템 적합도에 따라 유전자 형질 발현 확률에 따른 확률적 교배 방식 및 자가 생식을 통해 채널 할당 대역과 전송 파워에 대한 새로운 염색체를 생성할 수 있다.

[0016] 또 다른 측면에 따르면, 최적 자원 할당부는 돌연변이 과정을 통해 채널 할당 대역과 전송 파워에 대한 새로운 염색체를 생성할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 유전자 알고리즘(Genetic algorithm)을 사용하여 펌토셀 AP에서의 최적의 주파수 자원 할당이 이루어짐으로써 보다 효율적인 자원 공유를 통해 전체 채널 용량을 최대화시킬 수 있다.

[0018] 유전자 알고리즘을 이용하여 펌토셀의 자원을 할당하는 경우 매크로셀의 유저들에게는 간섭을 최소화 하면서 펌토셀 유저들은 최대의 자원 할당을 하여 셀 에지 구간에서 최상의 채널 용량을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm)을 이용하여 펌토셀의 자원을 할당하는 펌토셀 자원 할당 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, GA 자원 할당 기법을 적용한 펌토셀 파라미터의 염색체 구조를 도시하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, GA 자원 할당 기술의 교배 과정과 돌연변이 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, GA 과정에서 각 세대 별 매크로셀 유저의 적합도 값을 나타내는 결과 그래프를 도시한 것이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, GA 과정에서 각 세대 별 펌토셀 유저의 적합도 값을 나타내는 결과 그래프를 도시한 것이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, GA 과정에서 각 세대별 총 적합도 값을 나타낸 그래프를 도시한 것이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, GA 과정에서 각 세대별 최대 적합도 값을 나타낸 그래프를 도시한 것이다.

도 8 내지 도 10은 본 발명에 따른 GA 자원 할당 기법과 기존의 자원 할당 기법의 성능 차이를 나타내는 그래프를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm)을 이용하여 펌토셀의 자원을 할당하는 펌토셀 자원 할당 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

[0022] 도 1에 도시한 바와 같이, 일실시예에 따른 펌토셀 자원 할당 장치(100)는 주변기기 정보 획득부(110), 최적

자원 할당부(120), 최적 자원 브로드캐스팅부(130)로 구성된다.

[0023] 주변기기 정보 획득부(110)는 초기 펌토셀 액세스포인트(Access Point)가 설치될 때 주변 펌토셀 기기의 자원 정보를 획득하는 역할을 수행한다. 여기서, 자원 정보는 주변 펌토셀 기기의 채널 할당 상태, 전송 파워 설정 상태, 설정된 위치, 액세스 상태, 액세스포인트의 개수 등을 포함할 수 있다. 주변기기 정보 획득부(110)는 WLAN이나 RF 채널 등을 통해 주변 펌토셀 기기들로부터 자원 정보를 획득할 수 있다. 이후, 주변기기 정보 획득부(110)는 주변 펌토셀 기기의 자원 정보를 최적 자원 할당부(120)에 전달한다.

[0024] 최적 자원 할당부(120)는 주변기기 정보 획득부(110)로부터 획득한 자원 정보를 이용하여 최적의 주파수 자원을 할당하는 역할을 수행한다. 본 실시예에서는, 유전자 알고리즘을 사용하여 주파수 자원을 할당한다. 이를 위하여, 최적 자원 할당부(120)는 초기 염색체 생성 블록(121), 적합도 평가 블록(122), 최적화 검증 블록(123), 교배 블록(124), 돌연변이 생성 블록(125)으로 구성된다. 유전자 알고리즘 방식은 각각 펌토셀 기기의 채널이나 파워와 같이 복합적인 파라미터(유전자:gene)를 여러 개의 임의 변수로 설정한 다음, 유전자 알고리즘을 통해서 각 파라미터 셋(염색체:chromosom) 중 좋은 형질의 파라미터를 교환(교배 : Closs-over)하여 최적의 파라미터 셋을 얻는 방식이다.

[0025] 구체적으로, 초기 염색체 생성 블록(121)은 주변 펌토셀 기기의 자원 정보를 바탕으로 도 2와 같이 데이터 구조의 염색체를 생성한다. 이때, 염색체는 각각의 펌토셀에 설정되는 송신 파워와 사용하는 채널 할당 정보를 유전자로 가지게 된다. 여기서, 유전자는 펌토셀의 액세스 포인트 개수만큼 가지게 된다. 이렇게 모든 펌토셀 개수만큼의 유전자들의 다발로 이루어진 셋을 염색체라고 하며 이는 $N_{\text{population}}$ 개의 인구수만큼 생성된다. 각각의 유전자는 수학적 2와 같이 임의의 파워와 임의의 채널을 가지게 된다.

수학적 2

$$\begin{aligned} CHROM.CH &\in \{A, B, C\}, & \text{Uniform distribution} \\ CHROM.POW &\in \{P_{femto_Min} \leq x \leq P_{femto_Max}\} \end{aligned}$$

[0027] 적합도 평가 블록(122)은 초기 염색체 생성 블록(121)에서 생성된 각각의 염색체(즉, 펌토셀 AP 파라미터)의 시스템 적합도를 평가한다. 적합도 평가 블록(122)에서는 초기의 염색체(CHROM)를 적합도 평가 함수를 통해 매크로셀 유저 및 펌토셀 유저에 대하여 각각의 적합도 값(fitness value)을 계산하게 된다. 계산식은 아래의 수학적 3 및 수학적 4와 같이 수집된 각각의 펌토셀의 CHROM의 정보에 따라 송신파워와 채널을 할당하게 되는데, 이를 임의로 위치시킨 테스트용 UE(매크로셀의 이동통신 기지국(BS)과 통신하는 단말)와 테스트용 HUE(펌토셀 액세스포인트와 통신하는 펌토셀 단말)에서 신호와 간섭 비를 측정하게 된다. 적합도 평가 블록(122)은 수학적 5와 같이 수학적 3 및 수학적 4에서 계산된 각각의 적합도 값을 더하여 최종의 적합도 값을 계산하게 된다.

수학적 3

$$FIT_{macro}^{(k)} = \sum_{i=1}^{NFemto} \frac{BS_{pow} / L_{macro}(d_{BS,i})}{\sum_{\substack{j=1, \\ CHROM^{(k)}.CH(j) \\ \neq CHROM^{(k)}.CH(i)}}^{NFemto} CHROM^{(k)}.POW(j) / L_{macro}(d)}$$

where $k = \{1, 2, \dots, N_{POP}\}$

수학식 4

$$FIT_{femto}^{(l)} = \sum_{i=1}^{NHUE} \frac{CHROM.POW(i) / L_{macro}(d_{m,i})}{\sum_{\substack{j=1, \\ CHROM.CH(j) \\ \neq CHROM.CH(i)}}^{N_{femto}} CHROM.POW(j) / L_{macro}(d)}$$

where $k = \{1, 2, \dots, N_{POP}\}$

수학식 5

$$FITNESS(i) = FIT_{macro}^{(i)} + FIT_{femto}^{(i)}, \quad i = \{1, 2, \dots, N_{POP}\}$$

최적화 검증 블록(123)은 유전자 알고리즘 방식을 통해 다음 세대의 유전자를 생성한 후 세대를 다음 세대로 넘기게 된다. 이때, 최적화 검증 블록(123)은 현재의 유전자와 새로운 유전자의 변화량을 체크하여 그 값이 threshold 값보다 작을 경우 유전자 알고리즘 과정은 수렴하게 된다.

이처럼 염색체가 최적화가 되었을 경우, 해당 염색체에서 최적화 된 유전자에 해당되는 자원 할당 정보(즉, 할당 채널과 전송 파워)를 최적 자원 브로드캐스팅부(130)로 전송하고 실제 시스템에 설정하여 사용하게 된다. 만약 최적화가 되지 않은 경우 유전자를 재조합 하는 과정을 거치는 교배 블록(124)을 수행하여 최적의 유전자가 나올 때까지 이 과정을 반복하여 최적화를 시키게 된다.

교배 블록(124)은 적합도 평가 블록(122)에서 계산한 염색체의 적합도 값을 이용하여 실제 교배과정과 같이 두 파라미터를 교배하는 과정을 수행한다. 즉, 교배 블록(124)은 앞에서 계산한 각각의 염색체의 적합도 값을 이용하여 최적의 염색체를 찾아낸다. 이를 통해 좋은 형질을 가지는 염색체를 분류하게 되고 좋은 형질을 가지는 염색체에 더 높은 발현 확률($P_{EXPRESSION}$)을 계산하게 된다. 이때, 염색체에 대한 발현 확률은 수학식 6 과 같이 정의할 수 있다.

수학식 6

$$P_{EXPRESSION} = \frac{FITNESS - \min(FITNESS)}{\sum(FITNESS - \min(FITNESS))}$$

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, GA 자원 할당 기술의 교배 과정과 돌연변이 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 3에 도시한 바와 같이, 교배 블록(124)에서의 교배 과정은 먼저 앞에서 계산한 발현과정을 기반으로 최상의 적합도에서 최저의 적합도 값 순으로 정렬한다. 여기서, 최상의 형질을 가지는 염색체는 다음 세대에 그대로 형질이 유전되는 자가 복제를 위해 사용되며 최저의 형질을 가지는 염색체는 멸종을 시키는 과정으로 다음 세대를 계산하는데 사용하지 않게 된다. 이를 제외한 나머지 염색체는 좋은 형질의 염색체가 높은 발현 확률을 가지도록 하여 서로 교배를 하는 과정을 거치게 된다. 교배 과정은 수학식 7과 같이 구성될 수 있다. 즉, 교배 과정은 발현 확률에 의해 선택된 두 염색체를 반으로 잘라 서로 교환 접목시키는 방식을 이용한다.

수학식 7

$$C_CHROM^{(n)} = CHROM_{[1:cut]}^{(k)} + CHROM_{[cut:end]}^{(l)}$$

$$C_CHROM^{(n+1)} = CHROM_{[1:cut]}^{(l)} + CHROM_{[cut:end]}^{(k)}$$

where = cut is generated by randomly

돌연변이 생성블록(125)은 앞에서의 교배 과정과 같이 기존의 좋은 형질의 유전자를 교배하여 더 좋은 형질을 발현하는 장점이 있지만 한정된 개체에서 발현되는 유전자의 조합은 한정되어 있다. 이를 해결하기 위해 돌연변이가 발현하는 과정을 삽입하게 된다. 이 과정을 통하여 유전자의 다양한 형질을 보장하게 된다. 이에 관한 수학식은 아래와 같다.

수학식 8

$$CHROM_{Mutation} = \begin{cases} CHROM.CH \in \{A, B, C\}, \\ CHROM.POW \in \{P_{femto_Min} \leq x \leq P_{femto_Max}\} \end{cases}$$

each value are randomly selected which are uniform distribution

최종적으로 수학식 9을 통해 앞에서 계산한 모든 값이 통합되어 다음 세대의 염색체 다발을 생성하게 된다.

수학식 9

$$N_CHROM^{(n)} = \begin{cases} C_CHROM(k) & , k = \{1, 2, \dots, N_{pop} - 2\} \\ CHROM_{max-fitness} & , k = N_{pop} - 1 \\ CHROM_{Mutation} & , k = N_{pop} \end{cases}$$

이렇게 계산된 다음세대의 염색체 다발은 다시 적합도 검사를 수행하고 이 값을 이용하여 교배, 자가 생식, 돌연변이 생성과정을 거치는 반복 과정을 하게 된다.

도 4 내지 도 6은 상기한 반복 과정에서 각각의 염색체가 가지는 적합도 값을 보여준다. 도 4는 유전자 알고리즘 과정에서 각 세대 별 매크로셀 유저의 적합도 값(수학식 3)을 나타낸 것이고, 도 5는 유전자 알고리즘 과정에서 각 세대 별 펌토셀 유저의 적합도 값(수학식 4)을 나타낸 것이다. 또한, 도 6은 유전자 알고리즘 과정에서 각 세대 별 매크로셀 유저 및 펌토셀 유저에 대한 최종 적합도 값(수학식 5)을 나타낸 것이다. 도 6에서 알 수 있듯이, 세대가 반복될수록 모든 염색체의 적합도 값이 증가/수렴하는 것을 알 수 있다.

또한, 도 7은 유전자 알고리즘의 최적화 과정에서 사용되는 최대의 적합도 값을 나타낸 것으로, 여기서 알 수 있듯이 적합도 값이 세대를 거듭할수록 증가하여 수렴하는 것을 알 수 있다. 이를 통해 적합도 값이 수렴하거나 적합도가 원하는 값에 도달하면 이 반복 과정은 종료되며 이렇게 최적화 된 파라미터 값을 다른 기기에 브로드캐스팅 하는 과정을 가진다.

다시 도 1에서, 최적 자원 브로드캐스팅 블록(130)은 유전자 알고리즘을 이용한 최적 자원 할당부(120)에서 계산된 각각의 펌토셀 액세스포인트의 자원 할당 값을 실제 각각의 펌토셀 기기에 브로드캐스팅 하게 된다. 이때, 최적 자원 브로드캐스팅 블록(130)은 WLAN이나 RF 채널 등을 통해 펌토셀 기기로 최적화 된 자원 할당 값을 전송하게 된다.

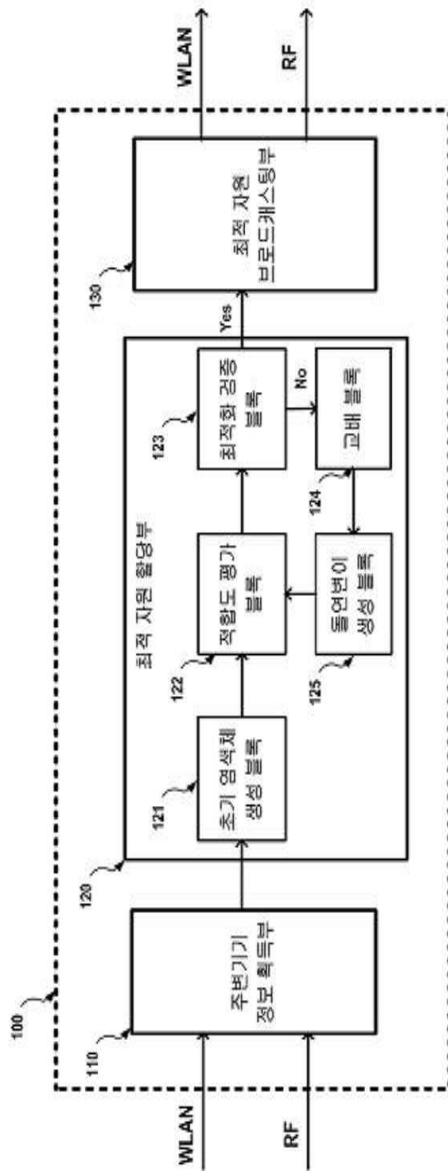
- [0046] 도 8 내지 도 10은 본 발명에 따른 유전자 알고리즘을 이용한 자원 할당 기법을 기존의 자원 할당 방식들과 비교하여 성능의 우수성을 보이는 시뮬레이션 결과 그래프이다. 유전자 알고리즘을 이용한 자원 할당 방식에 대한 시뮬레이션은 LTE(Long Term Evolution) 기반의 시스템에서 펌토셀 기기가 공존하는 시스템으로 가정하였으며 3GPP(3rd Generation Partnership Project)의 표준 LTE 시스템을 이용하였다. 매크로셀은 Hexagonal 셀로, 거리는 500미터로 하였으며 총 20MHz 주파수 대역을 3개의 주파수 재사용을 하였다. 매크로셀에서는 50명의 사용자가 존재한다고 설정하였으며 펌토셀은 10미터의 반경을 가지며 평균 3명의 사용자가 이용한다고 설정하였다. 시뮬레이션 모드는 5개로 채널 할당 기법과 파워 컨트롤 기법의 조합으로, 모드 1은 채널 할당 기법과 파워컨트롤 기법을 사용하지 않는 방식, 모드 2는 채널 할당 기법을 사용하고 파워 컨트롤 기법을 사용하지 않는 방식, 모드 3은 채널 할당 기법을 사용하지 않고 파워 컨트롤 기법만 사용한 방식, 모드 4는 두 방식 모두 사용한 방식이며, 본 발명에 따른 자원 할당 방식은 모드 5로 하여 시뮬레이션 하였다.
- [0047] 도 8은 매크로셀 유저의 SINR(Signal-to-Interference plus Noise Ratio) 값을 평가 한 것으로, 고정된 매크로셀 기지국(BS)의 파워로 인한 간섭량에 의해 값이 결정된다. 아무것도 사용하지 않는 모드 1이 가장 나쁜 성능을 가지게 되며 채널 할당 기법을 이용한 방식이 파워 컨트롤 기법보다 좋은 성능을 보임을 보였다. 도 8의 시뮬레이션 결과에 따르면, 본 발명에 따른 자원 할당 방식인 모드 5가 가장 좋은 성능을 보임을 알 수 있다.
- [0048] 도 9는 펌토셀 유저의 SINR 값을 평가 한 것으로, 펌토셀의 파워 조절로 인해 SINR 값이 차이가 크다. 채널 할당 기법 없이 파워 컨트롤만 한 경우 간섭 제거 없이 전송 파워를 낮추게 되어 가장 낮은 SINR 값을 가지게 된다. 그러나, 본 발명에 따른 자원 할당 방식에서는 간섭을 최소화 하면서 최대의 파워를 사용하는 방식으로 최적의 SINR 값을 가지게 된다.
- [0049] 도 10은 매크로셀과 펌토셀 두 시스템의 채널용량을 계산한 것으로, 전체적으로 실내 통신 환경을 확장하기 위한 기기로 매크로셀 기기의 용량 보다 펌토셀 기기의 채널 용량이 큰 것을 볼 수 있으며 펌토셀의 수와 상관 없이 항상 본 발명에 따른 유전자 알고리즘을 이용한 자원 할당 방식이 좋은 성능을 가지는 것을 볼 수 있다.
- [0050] 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는 LTE 기반의 펌토셀의 자원 할당 방식을 제공한다. 기존의 방식은 채널과 송신파워를 채널 할당 방식과 파워 컨트롤 방식을 이용하여 펌토셀을 운영하는 방식인 반면, 본 발명의 일실시예에서는 효율적 자원 공유를 위해 유전자 알고리즘을 사용하여 펌토셀 자원을 할당 하는 방식을 제안한다. 본 발명에서 제안된 유전자 알고리즘을 이용한 자원 할당 방식에 따르면, 펌토셀은 기존의 방식들 보다 더 효율적인 자원 공유를 통해 전체 채널 용량을 최대화 시킬 수 있으며, LTE 기반 다운링크 시스템에서의 매크로셀의 유저들에게는 간섭을 최소화 하면서 펌토셀 유저들은 최대의 자원 할당을 하여 셀 에지 구간에서 최상의 채널 용량을 가질 수 있다.
- [0051] 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.
- [0052] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

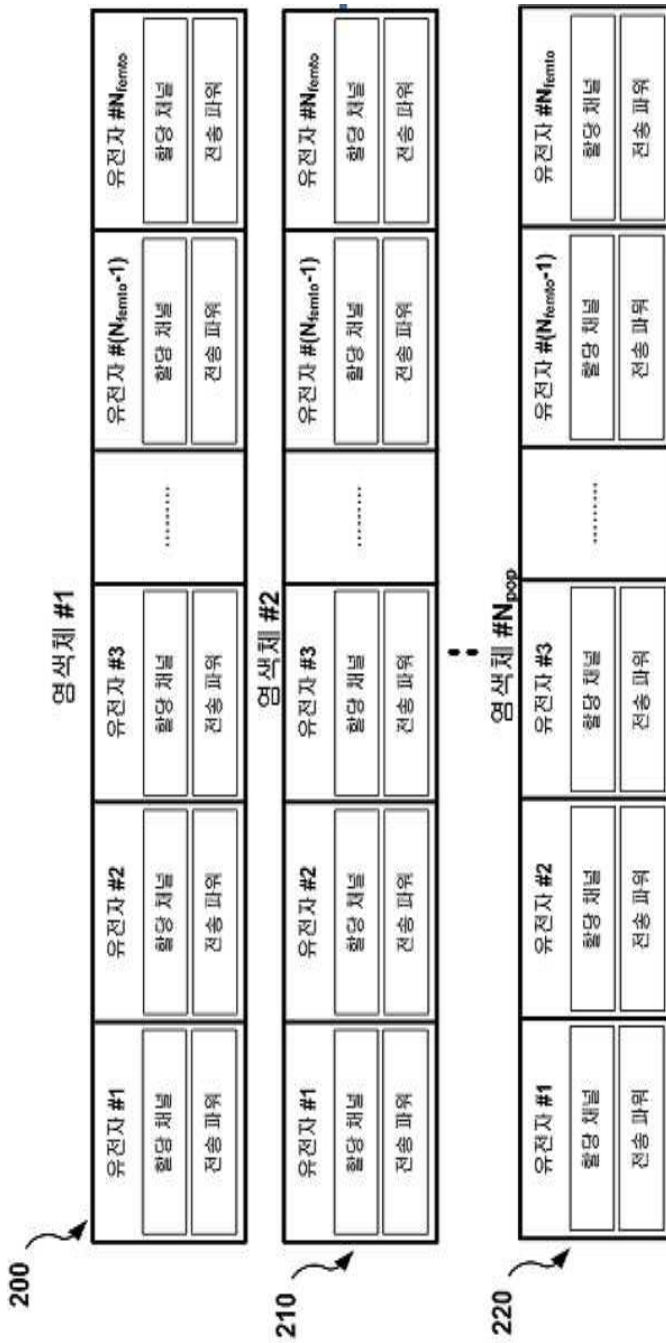
- [0053] 100: 펌토셀 자원 할당 장치
110: 주변기기 정보 획득부
120: 최적 자원 할당부
130: 최적 자원 브로드캐스팅부

도면

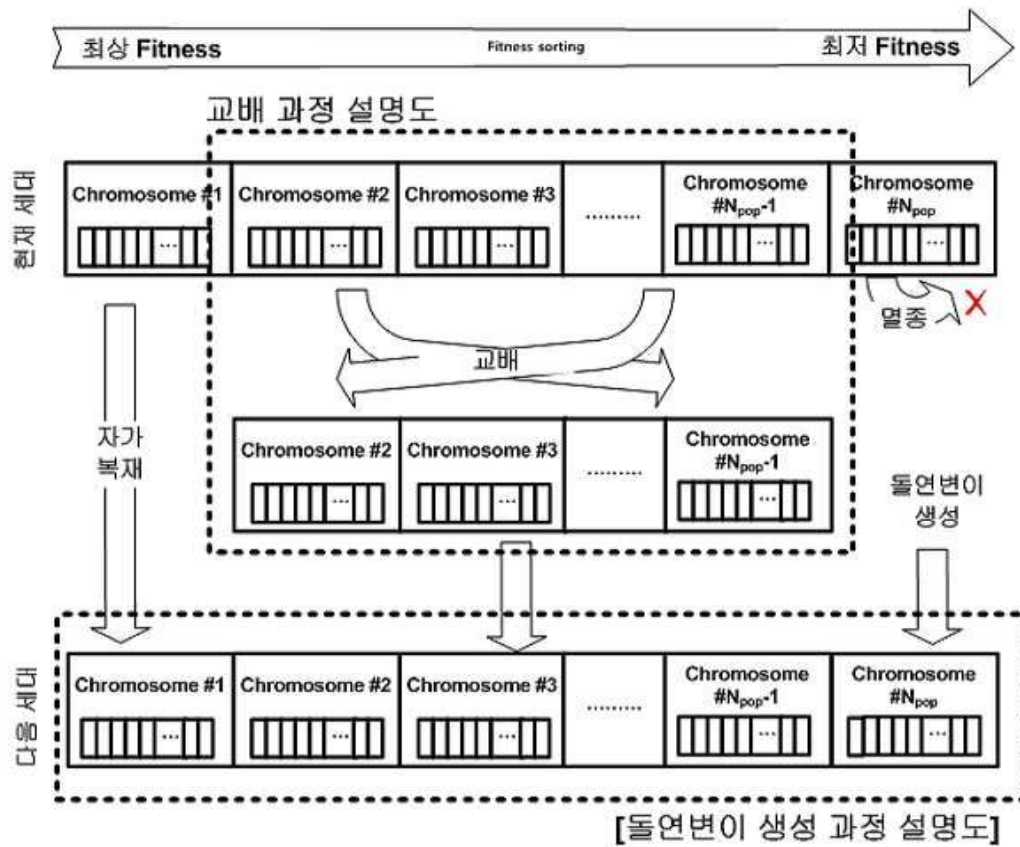
도면1



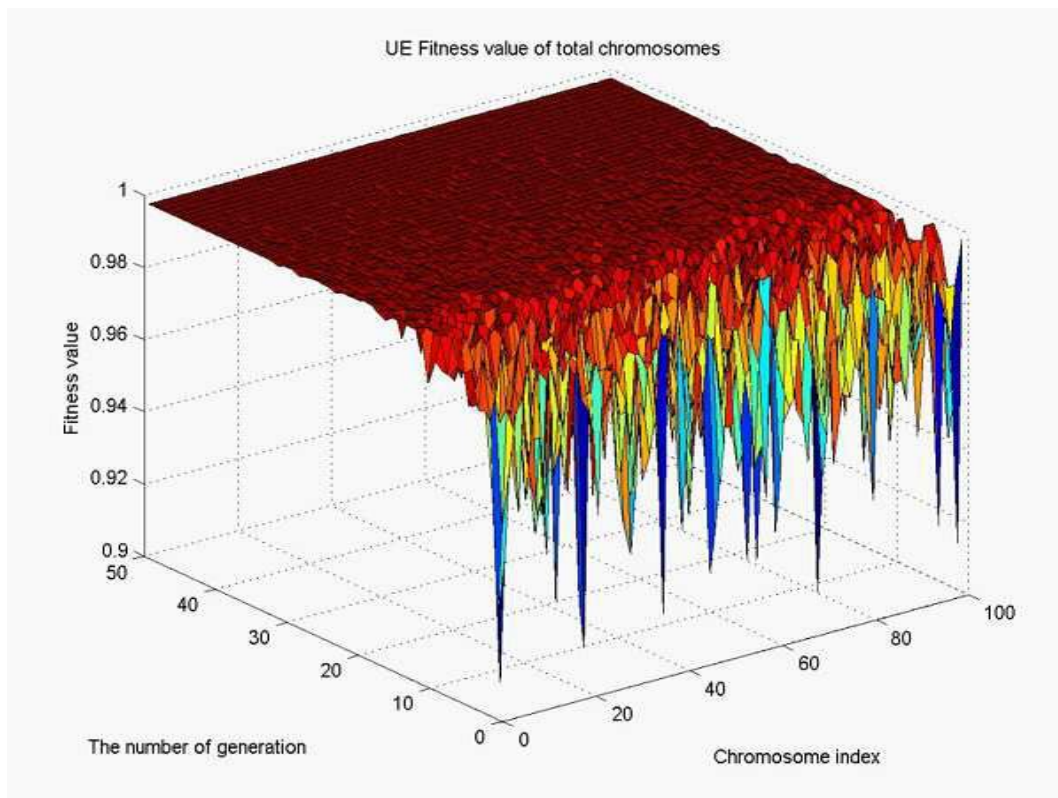
도면2



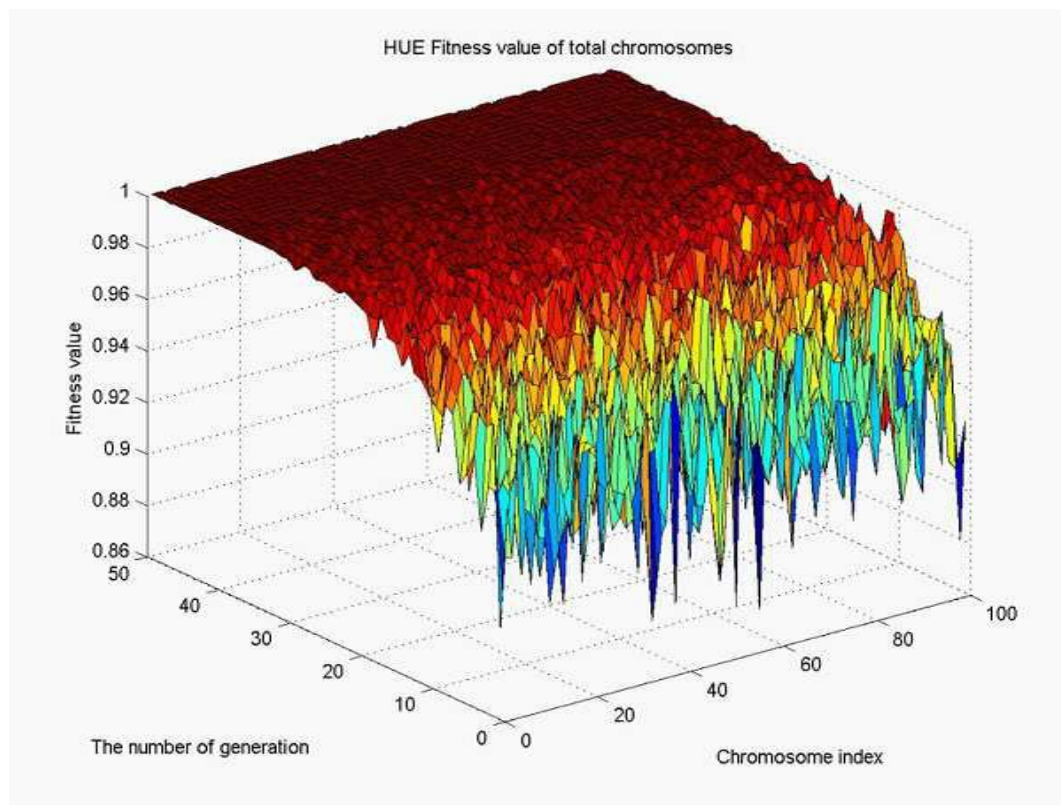
도면3



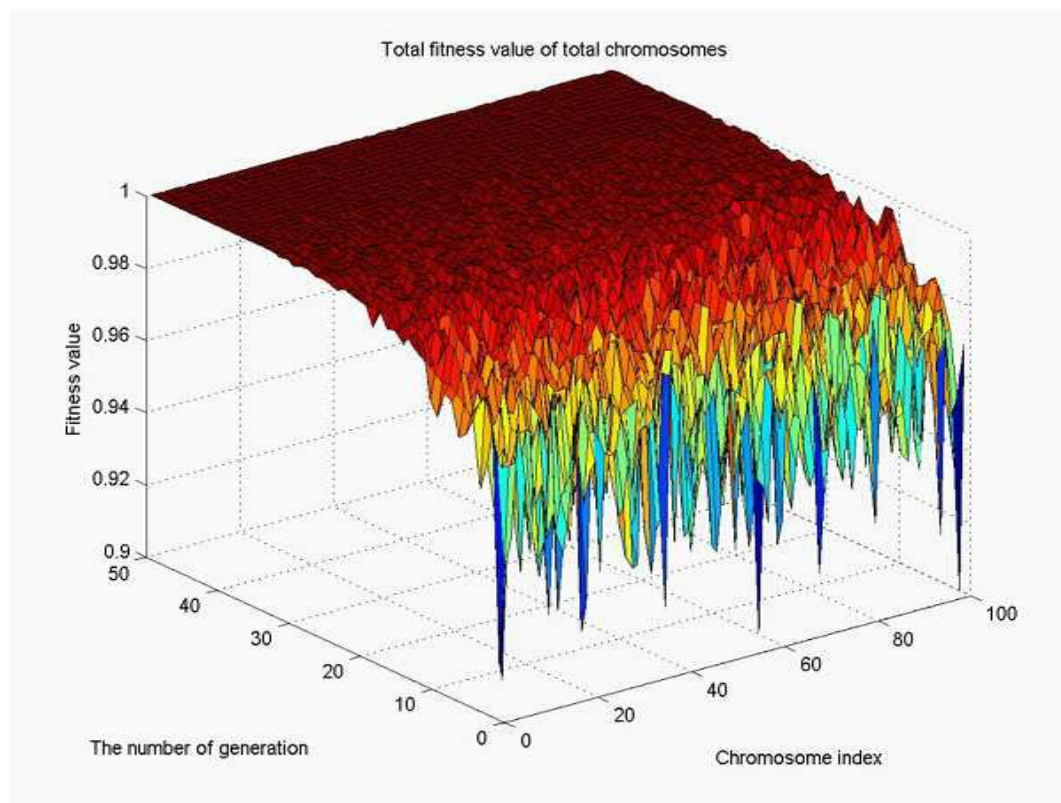
도면4



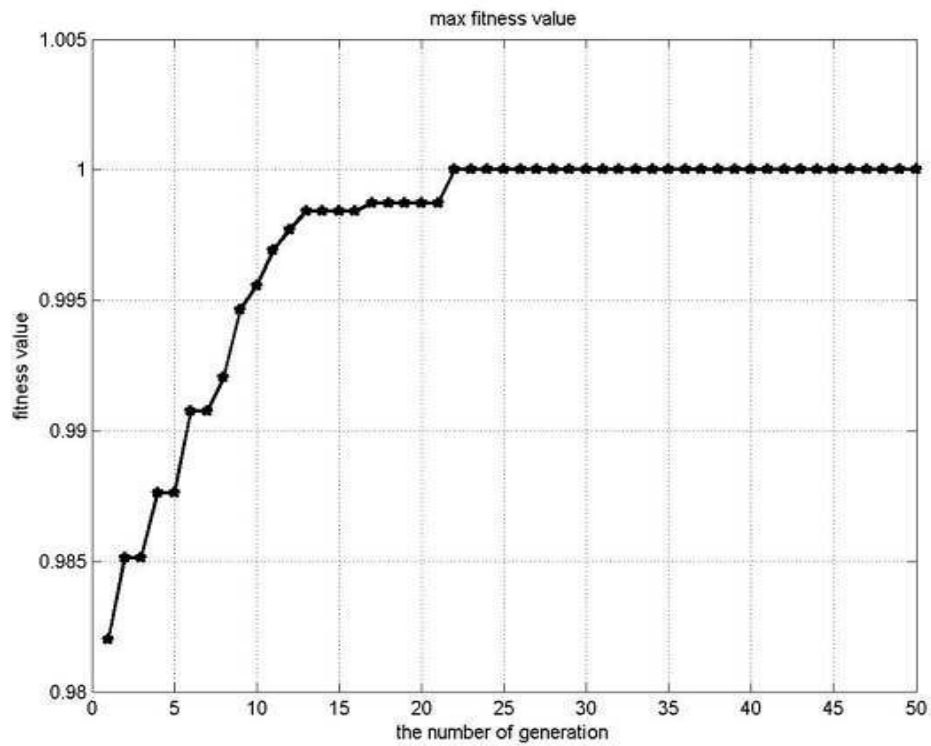
도면5



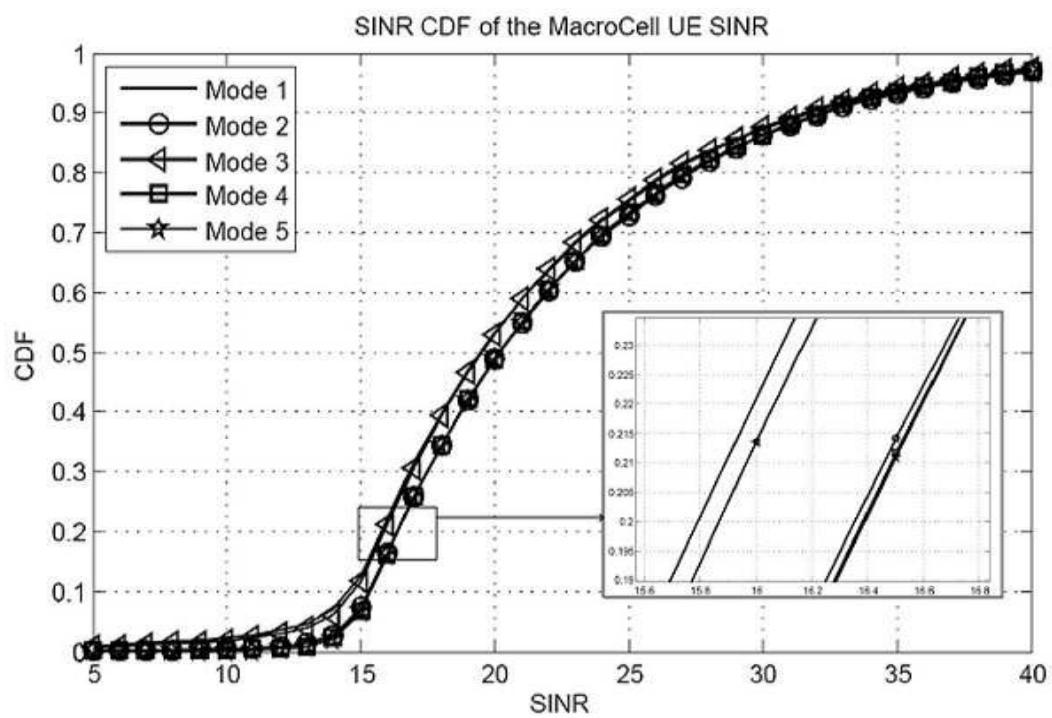
도면6



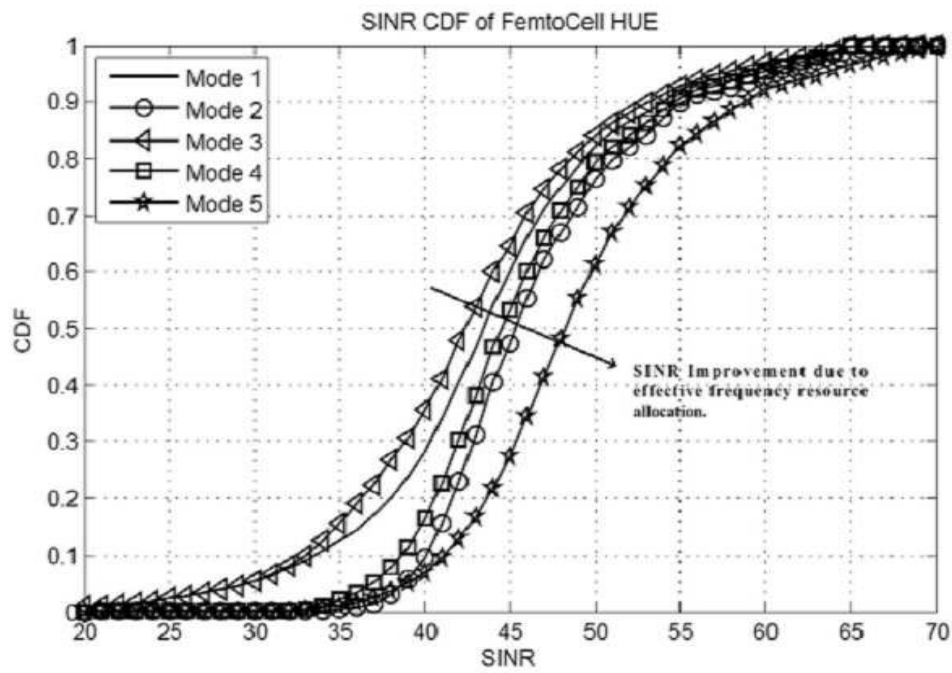
도면7



도면8



도면9



도면10

