(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0139874
(43) 공개일자 2020년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 28/08 (2009.01) *H04W 16/24* (2009.01)
H04W 24/02 (2009.01) *H04W 24/08* (2009.01)
H04W 36/22 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 28/08 (2020.05)
H04W 16/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0066158
(22) 출원일자 2019년06월04일
심사청구일자 2019년06월04일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
권성오
울산광역시 남구 문수로409번길 20, 104동 301호
하산 엠디 메헤디
울산광역시 남구 대학로 93, 전기공학부 (무거동, 울산대학교)
(74) 대리인
김종선, 이형석

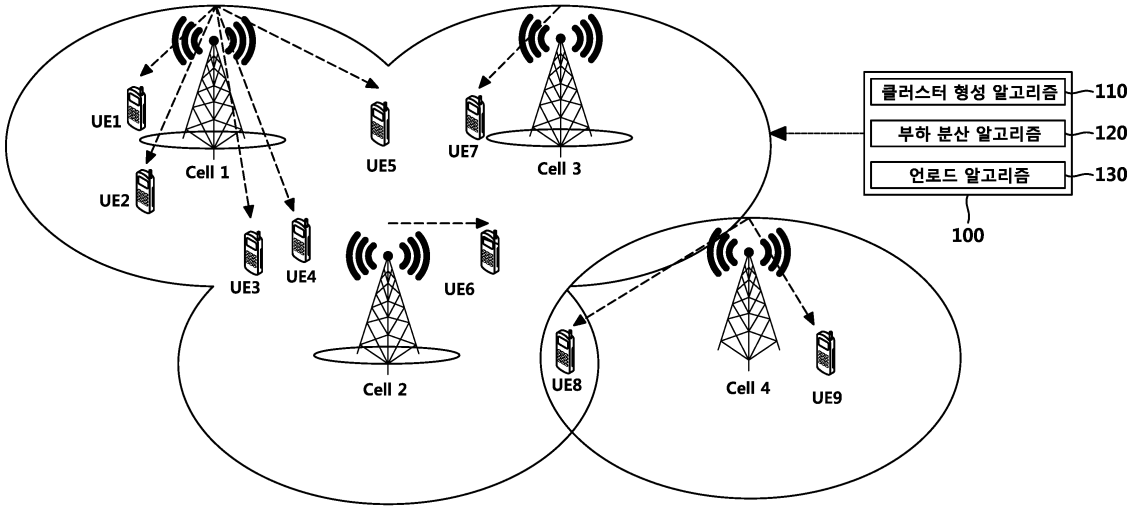
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **무선네트워크 환경에서의 클러스터 기반 부하분산 방법**

(57) 요 약

본 발명은 고밀도(highly dense) 이종 무선 네트워크 환경에서 과부하 된 셀 및 n-계층 이기종 셀들을 모두 고려하여 부하 분산과정을 수행하는 방법에 관한 것이다. 이러한 부하 분산과정은, 과부하 상태의 셀, 매크로 셀 및 소형 셀들과, 상기 셀들의 n-계층 이기종 셀들을 모두 고려하여 클러스터를 형성한 다음, 상기 클러스터에 있는 셀들 간의 부하 분산을 수행하는 부하 분산 수행단계를 포함한다. 따라서 종래 부하분산 알고리즘보다 네트워크를 보다 효율적으로 최적화할 수 있어 네트워크 처리량이 증가되는 잇점이 있다.

대 표 도 - 도2c



(52) CPC특허분류
H04W 24/02 (2013.01)
H04W 24/08 (2013.01)
H04W 36/22 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345298043
부처명	한국연구재단
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지역대학우수과학자지원사업(1년~5년)
연구과제명	형상이 변하는 초밀집 소형셀 네트워크 환경에서 학습을 기반으로 하는 최적화방안
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산대학교 산학협력단
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

과부하 상태의 셀, 매크로 셀 및 소형 셀들과, 상기 셀들의 n-계층 이기종 셀들을 모두 고려하여 클러스터를 형성하는 클러스터 형성 단계; 그리고

상기 클러스터에 있는 셀들 간의 부하 분산을 수행하는 부하 분산 수행단계를 포함하는 클러스터 기반의 부하분산방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 클러스터 형성단계는,

둘 이상의 셀로부터 사용자 단말과 셀들의 정보를 수집하는 단계;

수집된 정보를 기초로 하여 방향성 멀티 그래프를 구성하는 단계;

구성된 방향성 멀티 그래프에 있는 모든 셀에 대한 부하 정보를 수집하고 부하 임계값을 계산하는 단계;

상기 부하 임계값보다 큰 셀들을 검색하는 단계; 그리고

검색 결과 과부하 상태의 셀이 검색되면, 그 과부하 된 셀을 포함하여 클러스터를 생성하는 단계를 포함하고,

상기 클러스터에는 상기 과부하 된 셀의 이웃 셀이 선택되고 하나씩 추가되는 클러스터 기반의 부하분산방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 부하 분산 수행단계는,

개별 셋 오프셋(CIO)을 조정하여 과부하 상태의 셀에서 인접 셀로 사용자 단말을 이동하여 이루어지는 클러스터 기반의 부하분산방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 부하 분산 수행단계는,

상기 셀 들의 부하 정보를 수신하는 단계;

수신된 부하 정보를 기초로 가장 과부하 된 셀 및 후보 셀들 정보를 수집하는 단계;

상기 수집된 정보를 이용하여 가장 과부하 된 셀의 부하가 부하 임계값보다 낮아질 때까지 서빙 셀에 위치한 사용자 단말을 다른 타켓 셀로 핸드오버 하는 단계를 포함하는 클러스터 기반의 부하분산방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 핸드오버 전/후에 서빙 셀 및 타켓 셀에 대한 부하를 추정하는 단계를 더 포함하고,

핸드오버 후에는 상기 서빙 셀 및 타켓 셀에 대한 개별 셋 오프셋(CIO) 값을 갱신하는 클러스터 기반의 부하분산방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 핸드오버 전에 특정 서빙 셀에서 후보 사용자 단말에 의한 누적된 부하는 $\overline{\rho}_{(i,u)} = \frac{1}{T \cdot N_{PRB}} \sum_{\tau \in (t-T,t)} RB^{\tau}_{(i,u)}$ 에 의해 계산되는 클러스터 기반의 부하분산방법.

여기서, $RB^{\tau}_{(i,u)}$ 는 상시 특정 서빙 셀에 의해 사용자 단말에 할당된 물리적 자원 블록(PRB)임

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 사용자 단말이 핸드오버 된 서빙 셀(i)의 추정된 부하는 $\widehat{\rho}_i = \overline{\rho}_i - \overline{\rho}_{(i,u)}$ 이고,

상기 사용자 단말이 핸드오버 된 타켓 셀(j)의 추정된 부하는 $\widehat{\rho}_j = \overline{\rho}_j + \overline{\rho}_{(j,u)}$ 인 클러스터 기반의 부하분산 방법.

여기서, $\overline{\rho}_{(i,u)}$ 는 서빙 셀(i)에서 후보 사용자 단말(u)에 의한 누적된 부하이고, $\overline{\rho}_{(j,u)}$ 는 타켓 셀(j)에서 후보 사용자 단말을 서비스하기 위해 요구된 부하임

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 타켓 셀의 추정된 부하 $\widehat{\rho}_j$ 가 임계값 ρ_{Thr} 에 비해 더 작으면, 상기 후보 사용자 단말을 타켓 셀로 이동할 수 있도록 서빙 셀 및 타켓 셀의 개별 셀 오프셋(CIO) 값을 서로 대칭되게 갱신하고,

상기 타켓 셀의 추정된 부하 $\widehat{\rho}_j$ 가 임계값 ρ_{Thr} 을 초과하면 해당 타켓 셀은 언로드하는 클러스터 기반의 부하분산방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 부하 분산 수행단계는,

형성된 클러스터마다 부분적으로 수행되고,

부하 분산 수행 후에는 셀들에 대한 개별 셀 오프셋(CIO) 값을 갱신하는 클러스터 기반의 부하분산방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 부하분산 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고밀도(highly dense) 이종 무선 네트워크 환경에서 과부하 된 셀 및 n-계층 이기종 셀들을 모두 고려하여 부하 분산과정을 수행함으로써, 네트워크를 보다 효율적으로 최적화할 수 있는 무선네트워크 환경에서의 클러스터 기반 부하분산 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 무선데이터에 대한 수요는 스마트 기기 및 응용 프로그램의 사용이 증가함에 따라 기하급수적으로 증가하고 있고, 급증하는 데이터 수요를 충족시키기 위하여 5세대 무선 네트워크 환경이 고려되고 있다. 5세대 무선 네트워크 환경에서는 작은 셀들이 조밀하게 배치되게 된다.

[0003] 그러나 이러한 네트워크 환경에서는 사용자 장비의 이동성, 셀 선택 및 재선택시 소형 셀의 선호로 인하여 네트

워크에서의 트래픽 부하가 불균형하게 되고, 이는 네트워크 성능이 저하되는 원인이 되었다. 즉 사용자 단말(user equipment: UE)이 과부하 된 셀로 핸드오버(handover)될 때, 과부하 된 셀에 있던 자원(사용자 단말들)들은 새로 들어온 사용자 단말의 핸드오버 실패를 초래하거나 셀에 있던 사용자 단말의 서비스 품질이 저하되는 것이다. 결과적으로 과부하 된 셀은 사용자 단말이 요구하는 데이터 속도를 충족할 수 없게 되고, 전체적인 네트워크 처리량이 저하되는 것이다.

[0004] 종래에도 이러한 부하분산 문제를 줄이고 네트워크 성능을 향상시키는 다양한 방안이 제안된 바 있고 그 중 하나로 셀들 사이에서 트래픽 부하를 균등하게 배분하여 네트워크의 성능을 향상시키는 이동성 부하 분산(MLB : mobility load balancing) 방법이 있다.

[0005] 이러한 방법들 중 신호 대 간섭 잡음 비(SINR: signal - to - interference-plus - noise ratio)로부터 계산된 부하추정에 기초한 MLB 알고리즘이 있다. 그러나 상기 알고리즘은 과부하 된 셀을 식별하기 위해 고정된 임계값을 고려해야 하는 번거로움이 있다. 다른 알고리즘으로 상시 트래픽 장비를 고려한 알고리즘이 있다. 이 알고리즘은 LTE 네트워크에서 과부하 된 셀을 식별하기 위해 고정된 휴리스틱(fixed heuristic) 임계값을 채택하였다. 그러므로 상기 알고리즘들은 부하-분산 네트워크 환경에는 적합하지 않은 문제가 있다.

[0006] 또 다른 알고리즘으로 임계값 기반 다중 트래픽 로드 분산 알고리즘(threshold-based multi traffic load-balancing algorithm)이 있는데, 이는 네트워크에서 다양한 부하에 적용하기 위해 트래픽 변형 사용자 단말을 고려하고 있다. 그러나 이러한 알고리즘 역시 과부하 된 셀들을 식별하기 위하여 고정된 휴리스틱(fixed heuristic) 임계값을 채택하고 있어, 부하-분산 네트워크 환경에 적합하지 않다.

[0007] 또 다른 알고리즘들로, 소형 셀 네트워크에서 과부하 된 셀을 결정하도록 적응 임계값을 고려한 알고리즘이 있다. 이러한 알고리즘은 부하-분산 환경에 적응적으로 동작할 수 있고, 과부하 된 셀과 인접 셀들의 부하 모두를 추정하고 사용자 단말의 이벤트 구동 측정 보고서를 활용하여 사용자 장비의 핸드오버를 수행하고 있다. 그러나 이와 같은 부하- 분산 프로세스가 적용된 이전의 모든 알고리즘들은 단지 과부하 된 셀의 인접 셀만 고려하였기 때문에 알고리즘의 성능이 제한되었고, 결국 네트워크 성능을 충분히 개선할 수 없었다.

[0008] 특히 고밀도 이기종 셀 네트워크 환경에서는 셀의 무작위 배치와 사용자 단말의 이동성으로 인해 셀 전체의 부하가 불균일하게 된다. 이러한 불균형 부하로 인해 처리량 및 핸드오버의 성공률이 저하되는 성능 저하가 초래되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서 본 발명의 목적은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 무선 네트워크 환경을 보다 효율적으로 최적화할 수 있는 클러스터 기반 부하분산 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 즉 본 발명은 과부하 된 셀과 n-계층의 이기종 셀들을 모두 고려함으로써 부하 분산 기회를 증가시키면서 네트워크 성능을 향상시키는 개선된 MLB 알고리즘을 제공하는 것이라 할 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 과부하 상태의 셀, 매크로 셀 및 소형 셀들과, 상기 셀들의 n-계층 이기종 셀들을 모두 고려하여 클러스터를 형성하는 클러스터 형성 단계; 그리고 상기 클러스터에 있는 셀들 간의 부하 분산을 수행하는 부하 분산 수행단계를 포함하는 클러스터 기반의 부하분산방법을 제공한다.

[0012] 본 실시 예에 따르면, 상기 클러스터 형성단계는, 둘 이상의 셀로부터 사용자 단말과 셀들의 정보를 수집하는 단계; 수집된 정보를 기초로 하여 방향성 멀티 그래프를 구성하는 단계; 구성된 방향성 멀티 그래프에 있는 모든 셀에 대한 부하 정보를 수집하고 부하 임계값을 계산하는 단계; 상기 부하 임계값보다 큰 셀들을 검색하는 단계; 검색 결과 과부하 상태의 셀이 검색되면, 그 과부하 된 셀을 포함하여 클러스터를 생성하는 단계를 포함하고, 상기 클러스터에는 상기 과부하 된 셀의 이웃 셀이 선택되고 하나씩 추가된다.

[0013] 본 실시 예에 따르면, 상기 부하 분산 수행단계는, 개별 셋 오프셋(CIO)을 조정하여 과부하 상태의 셀에서 인접 셀로 사용자 단말을 이동하여 이루어진다.

[0014] 본 실시 예에 따르면, 상기 부하 분산 수행단계는, 셀 들의 부하 정보를 수신하는 단계; 수신된 부하 정보를 기초로 가장 과부하 된 셀 및 후보 셀들 정보를 수집하는 단계; 상기 수집된 정보를 이용하여 가장 과부하 된 셀

의 부하가 상기 부하 임계값보다 낮아질 때까지 서빙 셀에 위치한 사용자 단말을 다른 타켓 셀로 핸드오버 하는 단계를 포함한다.

[0015] 본 실시 예에 따르면, 상기 핸드오버 전/후에 서빙 셀 및 타켓 셀에 대한 부하를 추정하는 단계를 더 포함하고, 핸드오버 후에는 상기 서빙 셀 및 타켓 셀에 대한 개별 셋 오프셋(CIO) 값을 갱신한다.

[0016] 본 실시 예에 따르면, 상기 핸드오버 전에 특정 서빙 셀에서 후보 사용자 단말에 의한 누적된 부하는 $\overline{\rho}_{(i,u)} = \frac{1}{T \cdot N_{PRB}} \sum_{\tau \in (t-T,t)} RB^{\tau}_{(i,u)}$ 에 의해 계산된다. 여기서, $RB^{\tau}_{(i,u)}$ 는 상시 특정 서빙 셀에 의해 사용자 단말에 할당된 물리적 자원 블록(PRB)이다.

[0017] 본 실시 예에 따르면, 상기 사용자 단말이 핸드오버 된 서빙 셀(i)의 추정된 부하는 $\widehat{\rho}_i = \overline{\rho}_i - \overline{\rho}_{(i,u)}$ 이고, 상기 사용자 단말이 핸드오버 된 타켓 셀(j)의 추정된 부하는 $\widehat{\rho}_j = \overline{\rho}_j + \overline{\rho}_{(j,u)}$ 이다. 여기서, $\overline{\rho}_{(i,u)}$ 는 서빙 셀(i)에서 후보 사용자 단말(u)에 의한 누적된 부하이고, $\overline{\rho}_{(j,u)}$ 는 타켓 셀(j)에서 후보 사용자 단말을 서비스하기 위해 요구된 부하이다.

[0018] 본 실시 예에 따르면, 상기 타켓 셀의 추정된 부하 $\widehat{\rho}_j$ 가 임계값 ρ_{Thr} 에 비해 더 작으면, 상기 후보 사용자 단말을 타켓 셀로 이동할 수 있도록 서빙 셀 및 타켓 셀의 개별 셀 오프셋(CIO) 값을 서로 대칭되게 갱신하고, 초과하면 해당 타켓 셀은 언로드한다.

[0019] 본 실시 예에 따르면, 클러스터마다 부분적인 부하 분산이 수행되고, 부하 분산 수행 후에는 셀들에 대한 개별 셀 오프셋(CIO) 값을 갱신한다.

발명의 효과

[0020] 이상과 같은 본 발명의 무선네트워크 환경에서 클러스터를 기반으로 하는 부하분산 방법에 따르면, 과부하 된 셀 및 n-계층 이기종 셀들을 모두 고려하여 부하 분산과정을 수행한다. 또한, 이러한 부하 분산과정이 클러스터마다 각각 수행하기 때문에 네트워크 전체에서 부하분산을 위한 불필요한 과정을 피할 수 있다.

[0021] 따라서 네트워크를 더 효율적으로 최적화할 수 있고 그만큼 네트워크 성능이 향상되는 효과가 있다

[0022] 즉 본 발명에 따른 시뮬레이션 결과에서도, 기존의 다른 MLB 알고리즘보다 네트워크 전체에 부하를 더 고르게 분산시킬 수 있고, 낮은 이동성 속도의 시나리오 환경에서 MLB 알고리즘이 없는 최적화되지 않는 네트워크에 비해 전체 네트워크 처리량이 대략 6.42% 증가함을 확인할 수 있었다.

[0023] 이처럼 본 발명은 시뮬레이션을 통해 알 수 있듯이, 균형된 부하 분산을 보장하고 있을 뿐만 아니라 무선 네트워크 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있는 것이다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명을 설명하기 위한 네트워크 구성도

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 클러스터 기반의 부하분산 방법을 설명하기 위하여 부하 변동에 따라 경계가 변경되는 보인 네트워크 구성도

도 3a 내지 도 3d는 본 발명이 제안하고 있는 부하분산 알고리즘과 종래 알고리즘과의 성능 비교를 보인 그래프들

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명은 부하 상황과 n- 계층 이종 이웃 셀들을 고려하여 핸드오버 매개변수를 동적으로 조정함으로써, 셀들 간의 부하들을 보다 균등하게 분배할 수 있어 다른 알고리즘보다 우수한 성능을 제공할 수 있는 부하분산 방안을 제안하는 것이고, 이하에서는 도면에 도시한 실시 예에 기초하면서 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명하기로 한다.

[0026] 도 1을 참고하여 본 발명을 설명하기 위한 네트워크 구성을 살펴보기로 한다. 네트워크 환경은 셀들, 예를 들면 반경 20Km 이내의 비교적 큰 규모의 셀인 매크로 셀들(macro cells) 및 수백 미터 정도의 운영범위를 갖는 저전력 무선 접속 기지국인 소형 셀들(small cells)을 포함하는 초고밀도 LTE 네트워크로 가정한다.

[0027] 셀들은 N={1,…… N}, 사용자 단말(UE)은 U={1,……U}로 표기한다.

[0028] 그리고 매크로 셀은 3 - 섹터 육각형 레이아웃(three-sectored hexagonal layout)으로 분포되고 각 섹터는 독립적인 셀로 구동한다. 반면 소형 셀들은 무지향성(omni-directional) 및 단일 섹터(single-sectored)로 가정되며, 오픈 액세스 모드(open- access mode)로 동작한다.

[0029] 각각의 셀들은 X2 인터페이스를 통해 상호 연결되고, 직접 통신하면서, 핸드오버 및 부하관리, 그리고 이동성 최적화 등과 같은 기능을 수행한다. 따라서 사용자 단말들은 네트워크 내의 셀들 사이를 원활하게 이동할 수 있다. 다만, 사용자 단말들은 이중 연결기능을 지원하지 않고 한 번에 하나의 셀과만 연관될 수 있을 것이다.

[0030] 상기 네트워크에서 매개변수의 최적화를 위해 중앙집중식 자가 구성 네트워크(centralized self-organizing network) 서브 시스템(이하, 서브 시스템이라 칭함)이 채택된다. 그리고 상기한 셀들은 이러한 서브 시스템과 S1 인터페이스를 통해 연결된다. 서브 시스템은 네트워크로부터 필요한 부하 관련 정보를 수집하고 부하 분산을 달성하기 위해 셀들의 핸드오버 매개변수를 최적화하는 기능을 수행한다.

[0031] 한편, 네트워크에서 부하 분산을 균형있게 수행하기 위해서는 각 셀의 부하 상황을 정확하게 알아야 하며, 이는 각 셀에 대한 부하 측정이 필요함을 의미한다.

[0032] 상기 네트워크에서 셀들의 부하 측정은 다음과 같다. 본 실시 예에 따르면 셀 부하 측정은 평균 자원 블록 활용률(RBUR)을 이용한다. 상기 RBUR는 물리적 자원 블록(PRB : physical resource block) 할당 정보로부터 계산된다.

[0033] 상기 RBUR은 각 셀마다 측정 가능하며, 예를 들어 주어진 소정 T 시간동안 특성 셀 i의 평균 RBUR은 다음 수학식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학식 1

[0034]
$$\overline{\rho}_i^t = \frac{1}{T \cdot N_{PRB}} \sum_{\tau \in (t-T,t)} RB_i^\tau$$

[0035] 여기서, N_{PRB} 와 RB_i^τ 는 상기 셀 i에서 시간 τ 동안 총 PRB와 총 할당된 PRB 이며, 상기 $\overline{\rho}$ 값이 높으면 특정 셀의 높은 부하조건을 의미하고, 값이 낮으면 PRB를 충분히 활용하지 못하는 것을 의미한다.

[0036] 본 실시 예에 따른 네트워크에서 적절한 부하 분산을 하기 위해서는 각 셀의 부하 임계값이 필요하다. 즉 셀의 부하를 사전 정의된 임계값보다 작은 값을 가지도록 유지할 필요가 있다. 경우에 따라 각 셀에서 사용자 단말의 이동성과 분산 때문에 네트워크 부하는 시간과 공간에 따라 달라질 수 있는데, 이 경우 특정 셀은 과부하 상태가 될 수 있다.

[0037] 과부하 된 셀의 결정은, 기존의 고정된 휴리스틱(fixed heuristic) 임계값 대신 적응형 임계값(adaptive threshold)을 이용한다. 상기 적응형 임계값 ρ_{Thr} 은 다음 수학식 2로 정의된다. 상기 적응형 임계값은 셀의 과부하 상태를 판단하는 값으로서 과부하 문턱 값이라 할 수 있다.

수학식 2

[0038]
$$\rho_{Thr} = \frac{1}{N} \sum_{i \in \mathcal{N}} \overline{\rho}_i + \alpha$$

[0039] 여기서 α는 셀 사이의 부하 변동을 수용할 수 있는 유연성을 제공하는 변동 마진이다. α의 값은 $\rho_{Thr} + \alpha \leq 1$이 되도록 선택할 필요가 있다. α에 대한 낮은 값을 선택하면 부하 분산 알고리즘이 자주 트리거(trigger) 되거나, α의 값이 높으면 적응형 임계값이 1에 가까워지고 부하 분산 알고리즘이 매우 높은 부하 상황에서 오로지 셀만을 위해 부하 분산을 고려하기 때문이다.

[0040] 다음에는 각종 부하분산에 필요한 제어 매개변수(control parameters)들에 대하여 살펴본다. 이러한 제어 매개변수에는 부하 분산용 핸드오버 매개변수, 에지 사용자 단말 정보, 신호 대 간섭 잡음 비(SINR : signal - to - interference-plus - noise ratio)가 있다.

[0041] 첫 번째, 부하 분산용 핸드오버 매개변수이다. LTE 네트워크 환경에서 사용자 단말(UE)에 대한 측정 보고서는 핸드오버를 수행하는데 사용된다. 예를 들면 3세대 파트너십 프로젝트에서는 기준 신호 수신 전력(RSRP : reference signal received power) 또는 기준 신호 수신 품질(RSRQ : reference signal received quality)을 기반으로 6개 이벤트(A1, A2, A3, A4, A5 및 A6로 표시됨)를 정의하고 있다. 그 중, 이벤트 A3은 일반적으로 핸드오버를 트리거 하는데 사용되며, 상기 이벤트 A3이 트리거 되면, 사용자 단말은 인접 셀의 신호가 서빙 셀보다 더 잘 오프셋 될 때 측정 결과를 서빙 셀에 보고하게 된다.

[0042] 이때 이벤트 A3 조건은 다음 수학식 3과 같다.

수학식 3

[0043] $$Mn+Ocn+Ofn-Hyst > Mp+Ocp+Ofp+Off$$

[0044] 여기서 Mn 및 Mp는 수신신호(RSRP 또는 RSRQ)를 나타내고, Ocn 및 Ocp는 CIO 매개 변수를 나타내며, Ofn 및 Ofp는 각각 인접 셀 및 서빙 셀에 대한 주파수 - 특정 오프셋 매개변수이며, Hyst는 핸드오버를 위한 히스테리시스(hysteresis) 값을 나타내며, Off는 이벤트의 오프셋 매개 변수를 말한다.

[0045] A3 이벤트 기반의 핸드오버의 경우, 핸드오버 결정영역은 상기 Ocn, Ocp 및 Off 매개 변수를 조정하여 이동할 수 있다. 따라서 셀룰러 네트워크에서 이동성 부하 분산을 위해서는, 과부하 된 셀의 Ocn, Ocp 및 Off 매개 변수를 조정한다. 이러한 조정에 따라 의도적인 핸드오버가 발생하고 셀들의 경계에 위치한 에지 사용자 단말이 부하가 낮은 인접 셀로 이동되는 것이다.

[0046] 본 실시 예에서는 인접 셀들 사이의 부하 분산을 위하여 상기 Ocn 매개변수의 값을 조정하며 대신 다른 오프셋 매개변수는 0(zero)으로 설정하도록 한다.

[0047] 두 번째, 셀들의 경계면에 위치하는 에지 사용자 단말 정보이다. 일반적으로 효율적인 부하 분산을 위해서는 에지 사용자 단말과 인접 셀에 대한 정보가 필요하다. 정보 수집은 서브 시스템이 인접 셀과 가까이 있는 에지 사용자 단말로부터 측정 보고서를 수집해야 한다. 이를 위해서는 A4 이벤트를 기반으로 하는 측정 보고서가 고려될 수 있다. 인접 셀의 신호가 소정의 임계 값보다 좋게 되면, 이벤트 (A4)가 트리거 된다. 이벤트 A4의 조건은 다음 수학식 4와 같다.

수학식 4

[0048] $$Mn + Ofn + Ocn - Hyst > Thresh$$

[0049] 여기서 Thresh는 이벤트 A4에 대한 임계 값을 정의한다.

[0050] 이러한 임계값을 만족시키도록 사용자 단말은 서빙 셀 및 이웃 셀로부터 서빙 셀에 대한 RSRP 측정 결과를 보고할 수 있고, 적절한 임계 값을 설정함으로써, 서브 시스템은 RSRP 및 RSRQ의 측정과 함께 에지 사용자 단말과 가장 좋은 셀에 대한 정보를 수집할 수 있다.

[0051] 세 번째, 신호 대 간섭 잡음 비(SINR)에 대한 평가이다.

[0052] 본 실시 예에 따른 LTE 네트워크에서, 서비스 셀들은 사용자 단말로부터 얻어진 채널 품질 지표(CQI : channel

quality indicator)에 기초하여 사용자 단말에 물리적 자원 블록 (PRB)를 할당하게 된다. 그리고 적절한 부하 분산을 위하여 핸드오버 전에 인접 셀에서 후보 사용자 단말을 지원하기 위해 필요한 물리적 자원 블록(PRB)을 찾을 필요가 있다.

[0053] 그러나 인접 셀의 채널 품질 지표(CQI)는 LTE 네트워크에서는 사용할 수 없다. 따라서 인접 셀에서 요구되는 물리적 자원 블록(PRB)은 샤논(shannon) 공식을 사용하여 예측되며, 실시 예에서는 사용자 단말에 의한 RSRQ 측정 보고서를 활용하여 인접 셀로부터 신호 대 간섭 잡음비(SINR)을 추정한다.

[0054] 상기 SINR(Θ)는 다음 수학식 5와 같다.

수학식 5

[0055] $$\theta = \frac{P}{I+N}$$

[0056] 여기서 P는 서빙 셀의 신호 전력이며, I는 평균 간섭, N은 잡음이다.

[0057] 한편, LTE 네트워크에서 셀에 대한 신호전력 P는 전체 대역폭에서 12개의 부 반송파에 대한 정규화된 전력 측정 값을 말한다. 상기 RSRP는 전체 대역폭에 대해 셀 특정 기준 신호를 전달하는 자원 요소의 전력에 대한 선형 평균이기 때문에 상기 신호전력 P는 RSRP를 사용하여 다음 수학식 6과 같이 모델링 될 수 있다.

수학식 6

[0058] $$P = x \cdot 12 \cdot N_{PRB} \cdot RSRP$$

[0059] 여기서 x는 안테나별 부 반송파 활동 팩터를 말한다.

[0060] 그리고 LTE 네트워크에서 수신 신호 강도 지표(RSSI : received signal strength indicator)는 모든 소스로부터 사용자 단말에 의해 기준 심볼을 운반하는 OFDM 심볼에서 관측된 총 수신 전력의 평균을 말하며, 다음 수학식 7과 같이 표현할 수 있다.

수학식 7

[0061] $$RSSI = P + I + N$$

[0062] 반면 상기 RSRQ는 RSRP와 수학식 7에서 구해진 RSSI를 이용하여 수학식 8과 같이 모델링 된다.

수학식 8

[0063] $$RSRQ = N_{PRB} \cdot \frac{RSRP}{RSSI}$$

[0064] 이러한 식들을 이용하면 신호 대 간섭 잡음 비 (SINR)은 다음 수학식 9과 같이 나타낼 수가 있게 된다.

수학식 9

[0065] $$\theta_i = \frac{1}{\frac{1}{12 \cdot RSRQ} - x}$$

[0066] 이러한 과정에 따라 제어 매개변수로서 제공되는 부하 분산용 핸드오버 매개변수, 에지 사용자 단말 정보, 신호대 간섭 잡음 비(SINR)를 구할 수가 있는 것이다.

[0067] 다음에는 본 발명에 따른 클러스터 기반 부하분산 장치 및 방법에 대하여 살펴보며, 부하분산 방법에는 위에서 설명한 제어 매개변수 등이 이용될 수 있을 것이다.

[0068] 본 발명의 부하 분산을 위한 알고리즘은 서브 시스템에서 주기적으로 실행되는 클러스터를 기반으로 하는 알고리즘이고, 여기에는 클러스터를 구성하고 구성된 클러스터에서 실질적인 부하 분산을 위한 과정을 포함한다. 따라서 서브 시스템(100)은, 클러스터 형성 알고리즘(1100, 부하 분산 알고리즘(120), 언-로드 알고리즘(130)이 구비될 수 있다.

[0069] 클러스터를 구성하기 위하여 에지 사용자 단말과 최상의 인접 셀 정보를 수집한다. 이러한 정보들은 위에서 설명한 제어 매개변수의 에지 사용자 단말 정보를 살펴보면서 충분히 설명하였다.

[0070] 그리고 에지 사용자 단말로부터 전달 가능한 사용자 단말을 고려하면, 네트워크는 G : = (V, A, s, t)와 같은 방향성 멀티그래프 형태로 표현할 수 있을 것이다. 여기서 V는 네트워크 내의 셀을 나타내는 버텍스 세트(vertex set), A는 셀들 사이의 이동 가능한 사용자 단말들을 나타내는 에지 세트(edges set), s는 A에서 V 방향으로 각 에지에 소스 셀을 할당하는 상태, t는 A에서 V 방향으로 각 에지에 타켓 셀을 할당하는 상태를 말한다.

[0071] 도 2는 본 발명을 설명하기 위해 예시된 네트워크 구성도이고, 4개의 소형 셀(small cell, cell 1 ~ cell 4)과 9개의 사용자 단말(UE1 ~ UE9)을 포함한다. 아울러 셀(cell 1 ~ cell 4)의 주변에 위치한 사용자 단말 3(UE3), 4(UE4), 5(UE5), 6(UE6) 및 8(UE8)은 현재 자신이 위치한 서빙 셀(serving cell)에 이벤트 측정을 보고하게 될 것이다.

[0072] 본 실시 예에 따르면 서브 시스템(100)은 각각의 셀(cell 1 ~ cell 4)로부터, 상기 사용자 단말 3, 4, 5, 6 및 8과 같이 주변에 위치된 사용자 단말들 및 이들 사용자 단말들이 이동할 수 있는 최상의 이웃 셀들의 정보를 수집한다.

[0073] 수집된 정보에 기초하여, 서브 시스템은 도 2b에 도시한 바와 같이 방향성 멀티 그래프(directed multi-graph)를 구성한다.

[0074] 즉, 도 2a에서, 셀 1(cell 1)은 셀 2(cell 2)의 경계에 있는 사용자 단말 3(UE3), 4(UE4)와, 셀 3(UE3)의 경계에 있는 사용자 단말 5(UE5)의 3개의 사용자 단말을 갖는다. 그래서 셀 1(cell 1)은 셀 2(cell 2)로의 2개의 출력 에지 및 셀 3(cell 3)에 대한 하나의 에지를 갖는다.

[0075] 또한, 셀 2(cell 2)와 셀 3(cell 3), 셀 4(cell 4)와 셀 2(cell 2)의 경계에는, 셀 2(cell 1)는 셀 3(cell 3)으로의 이동 가능한 사용자 단말 6(UE6)과, 셀 4(cell 4)는 셀 2(cell 2)로의 이동 가능한 사용자 단말 8(UE8)이 위치한다. 셀 3(cell 3)과 셀 4(cell 4) 사이에는 어떠한 사용자 단말도 위치하지 않고 있다.

[0076] 상기 방향성 멀티 그래프가 구성되면, 클러스터 형성을 위한 과정이 개시된다.

[0077] 이를 위해 서브 시스템(100)은 그래프의 모든 셀(cell 1 ~ cell 4)에 대한 부하 정보를 수집하고 상기 수학식 2를 이용하여 부하 임계값(ρ_{Thr})을 계산한다. 그런 다음 부하가 임계 값(ρ_{Thr})보다 큰 셀들을 검색한다. 검색 결과 과부하 된 셀이 발견되면, 상기 과부하 된 셀을 포함하는 새로운 클러스터를 생성한다. 클러스터 생성은 클러스터 형성 알고리즘(110)에 의해 실행되고, 이러한 알고리즘(110)은 하기 [표 1]에 기재하고 있다.

[0078] 그런 다음 서브 시스템(100)은 과부하 된 셀의 첫 번째 계층 이웃을 선택하고 하나씩 클러스터에 셀을 추가한다. 추가된 셀은 그 클러스터에만 속하고 다른 클러스터에는 포함되지 않는다. 클러스터에 인접 셀을 추가할 때 해당 클러스터는 이를 인지할 수 있어야 하고, 이러한 셀의 추가는 인접 셀들의 리스트가 모두 클러스

터에 추가될 때까지 반복해서 수행된다.

[0079] 이와 같은 과정에 따라 그래프에 있는 모든 과부하 셀에 대하여 클러스터를 형성할 수 있다. 즉 도 2c는 도 2a의 네트워크에서 생성된 부하 분산을 위해 고려된 클러스터를 보여준다. 이때 과부하 셀 1(cell 1)의 경우 클러스터 형성 알고리즘(110)은 클러스터를 생성하고 셀 1(cell 1)을 구성원으로 포함한다. 그리고 나서, 셀 2(cell 2) 및 셀 3(cell 3)도 포함한다. 그러나 그래프에서 셀 4(cell 4)는 클러스터 멤버로부터 들어오는 가장자리가 없으므로 클러스터 형성 알고리즘은 셀(cell 4)는 클러스터에서 포함하지 않는다.

[0080] 상기한 클러스터 형성을 위해 제공되는 알고리즘은 다음 [표 1]과 같다.

표 1

Algorithm 1 Cluster formation algorithm

Get $\overline{\rho}_i, \forall_i \in V$
Calculate Threshold, ρ_{Thr} as in (2)
$o \Leftarrow 1$
for $\forall_i \in V$ **do**
  if $\overline{\rho}_i \geq \rho_{Thr}$ & Call i is not in any cluster **then**
    Create cluster $\mathcal{C}_o$ and $\mathcal{C}_o$includes Cell i
    Mark Cell i a member of cluster $\mathcal{C}_o$
    Calculate average cell load in the cluster, $\overline{\rho}_{\mathcal{C}_o}$
    $m \Leftarrow 1$
    while $\overline{\rho}_{\mathcal{C}_o} \geq \rho_{Thr}$ and $m \leq m_{max}$ **do**
      Get m-th tier neighbor list, L_i of Cell i
      $l \Leftarrow 1$
      while $l \leq \mid L_i \mid$ **do**
        if $L_i(l)$ has incoming edges from $\mathcal{C}_o$ & Cell $L_i(l)$ is not in any cluster **then**
          Cluster $\mathcal{C}_o$ includes $L_i(l)$
          Mark Cell $L_i(l)$ a member of $\mathcal{C}_o$
        end if
        $l \Leftarrow l + 1$
      end while
      Calculate $\overline{\rho}_{\mathcal{C}_o}$
      $m \Leftarrow m + 1$
    end while
  end if
  $o \Leftarrow o + 1$
end for

[0081]

[0082] 상기와 같이 클러스터가 구성되면, 부하분산(load balancing) 과정이 수행된다. 부하 분산 알고리즘(120)은 개별 셀 오프셋(CIO : Cell Individual Offset) 매개 변수를 조정하여 과부하 된 셀에서 클러스터의 인접 셀로 사용자 단말을 이동하는 것에 의해 이루어진다. 실시 예에 따른 상기 부하 분산 알고리즘(120)은 다음 표 2로 정리할 수 있다.

표 2

Algorithm 2 Load balancing

1: Get $\overline{\rho}$ from all small cells in $\mathcal{C}_o$
2: Sort cells in descending order of $\overline{\rho}$
3: **for** $\forall_i \in \mathcal{C}_o$ **do**
4: **while** $\overline{\rho}_i > \rho_{Thr}$ **do**
5: UNLOAD (i ,$\overline{\rho}_i$, ρ_{Thr})
6: **end while**
7: **end for**

[0083]

[0084] 부하분산을 위하여 부하 분산 알고리즘(120)은 셀들(cell 1 ~ cell 4)의 부하 정보를 수신하고, 클러스터에서 가장 과부하 된 셀을 검색함과 아울러 클러스터에 속한 후보 셀들의 정보를 수집한다.

[0085] 그리고 RSRP의 내림 차순으로 정렬된 후보 셀들의 리스트에서, 과부하 된 셀의 부하가 상기 부하 임계값(ρ_{Thr})보다 낮아질 때까지 후보 사용자 단말들이 하나씩 이동된다. 따라서, 서빙 셀(serving cell) 및 타켓 셀(target cell)들의 부하는 후보 타겟 셀들로 후보 사용자 단말을 핸드오버 하기 전에 추정된다.

[0086] 아울러 상기 PRB 할당 정보는 서빙 셀에서 후보 사용자 단말의 누적된 부하를 계산하는데 사용된다. 즉 서빙 셀 i에서 후보 사용자 단말(u)에 의한 누적된 부하 $\overline{\rho}_{(i,u)}$는 다음 수학식 10으로 계산된다.

수학식 10

[0087]
$$\overline{\rho}_{(i,u)} = \frac{1}{T \cdot N_{PRB}} \sum_{\tau \in (t-T,t)} RB^{\tau}_{(i,u)}$$

[0088] 여기서, $RB^{\tau}_{(i,u)}$는 서빙 셀 i에 의해 사용자 단말(u)에 할당된 PBR이다.

[0089] 그리고 후보 사용자 단말(u)이 이동한 후에, 서빙 셀 i의 부하는 수학식 11과 같다.

수학식 11

[0090]
$$\widehat{\rho}_i = \overline{\rho}_i - \overline{\rho}_{(i,u)}$$

[0091] 이처럼 이동한 후보 사용자 단말은 타켓 셀(target cell)에서 신호 품질이 다를 것이고, 따라서 타켓 셀(target cell)에서 후보 사용자 단말을 서비스하기 위한 PBR은 다를 것이다. 그리고 타켓 셀(target cell)에서 후보 사용자 단말이 필요로 한 부하는 샤논(shannon) 공식을 사용하여 계산한다.

[0092] 타켓 셀 j로부터 획득된 SINR(Θ)의 경우, 후보 사용자 단말(u)에 의한 최대 달성 가능한 처리량($\Phi_{(j,u)}$)은 $\log_2(1+\theta_{(j,u)})$로 나타낼 수 있다. 그리고 요구 데이터 전송률 D의 경우, 후보 사용자 단말에 서비스하기 위해 필요한 PRB의 수($RB_{(j,u)}$)는 $\frac{D_u}{\Phi_{(j,u)} \cdot \beta}$이다. 여기서 β는 PRB 하나의 밴드 폭을 말한다.

[0093] 그러므로 각 밀리 초 시간 간격으로 후보 사용자 단말을 서비스하기 위해 요구된 부하는 수학식 12와 같을 것이다.

수학식 12

[0094] $$\overline{\rho}_{(j,u)} = \frac{RB_{(j,u)}}{1000 \cdot N_{PRB}}$$

[0095] 만약 사용자 단말(u)이 타켓 셀 (j)로 이동하면, 셀(j)의 부하는 수학식 13으로 나타낼 수 있다.

수학식 13

[0096] $$\widehat{\rho}_j = \overline{\rho}_j + \overline{\rho}_{(j,u)}$$

[0097] 여기서, 타켓 셀(target cell)의 추정된 부하 $\widehat{\rho}_j$ 가 임계값 ρ_{Thr} 에 비해 더 작으면, 후보 사용자 단말을 타켓 셀(target cell)로 이동할 수 있도록 부하 분산 알고리즘(120)은 서빙 셀 및 타켓 셀의 개별 셀 오프셋(CIO) 값을 갱신한다. 상기 CIO 값들은 아래 수학식 14와 같이 갱신된다.

수학식 14

[0098] $$\begin{aligned} CIO_{(i\rightarrow j)} &= Mp - Mn + Hyst + \Delta \\ CIO_{(j\rightarrow i)} &= -CIO_{(i\rightarrow j)} \end{aligned}$$

[0099] 여기서, 상기 Δ 는 LTE에 의해 지정된 증가단계이다. 후보 사용자 단말의 빈번한 이동을 피하기 위하여 서빙 셀(serving cell)과 타켓 셀(target cell)의 CIO 매개변수는 대칭적으로 갱신된다. 마지막으로 상기 수학식 11 및 수학식 13의 추정에 따라 서빙 셀(serving cell)과 타켓 셀(target cell)의 부하 정보가 부하 분산 알고리즘(120)을 갱신한다.

[0100] 그러나 만약, 타켓 셀(target cell)의 추정된 부하가 임계값 ρ_{Thr}을 초과하면, 서브 시스템(100)에 마련된 언로드 알고리즘(130)이 필요 공간에 대해 특정 타켓 셀을 언-로드(un-load) 한다. 그리고 만약 타켓 셀(target cell)에 대한 언로딩(un-loading) 과정이 성공하면, 과부하 된 서빙 셀(serving) 및 타켓 셀(target cell)의 CIO 매개변수는 조정되고, 부하 정보도 갱신된다. 그러나 타켓 셀(target cell)을 언 로드할 수 없는 경우, 언로드 알고리즘(130)은 언로딩 과정을 위해 다음 타켓 셀(next target cell)과 후보 사용자 단말을 선택한다.

[0101] 한편, 상기 언-로드 과정을 위한 알고리즘은 다음 [표 3]과 같다.

표 3

Algorithm 3 The unload procedure

```
function UNLOAD(i, ρ̄_i, ρ_Thr)
Get target cell list, τ_i of cell i
Thresh ← ρ_Thr
Sort τ_i according to received RSRP by candidate UEs
for all j ∈ τ_i do
    if ρ̄_i > ρ_Thr then
        Estimate ρ̂_i as (6) and ρ̂_j as (7)
        if ρ̂_j ≤ ρ_Thr then
            Set CIO_(i→j) as (8) and CIO_(j→i) as (8)
            Update ρ̄_i = ρ̂_i and ρ̄_j = ρ̂_j
        else
            Thresh = ρ_Thr − (ρ_j − ρ_Thr)
            UNLOAD (i ,ρ_i, Thresh)
            if Unload Succeed then
                Set CIO_(i→j) as (8) and CIO_(j→i) as (8)
                Update ρ̄_i = ρ̂_i and ρ̄_j = ρ̂_j
            end if
        end if
    end if
end for
```

[0102]

[0103] 다음에는 이러한 본 발명과 기존의 부하 분산 방법의 성능 평가를 살펴본다. 성능 평가는 ns-3을 사용하는 이기종 네트워크의 시스템 레벨 시뮬레이션에서 수행하였고, 각종 지표는 다음 표 4와 같다.

표 4

Parameters	Values	
	Macro Cell	Small cell
Number cells	3	40
Cell layout	Hexagonal grid	Manhattan layout
Cell height	25 Meter	5 Meter
Tx power	46 dBm	24 dBm
Max. antenna gain	10 dBi	5 dBi
Antenna mode	Directional	Isotropic
Inter-site distance	500 Meter	35 Meter
System bandwidth	20 MHz	
Path loss	$PL = 147.4 + 43.3log_{10}(D)$	
Fading	Standard deviation 4 dB, lognormal	
Noise	5 dB	
Resource scheduling	CQA scheduler	
Hysteresis	2 dB	
TTT	256 ms	
Number of User	200	
User Tx power	23 dBm	
User max. antenna gain	2 dBi	
User antenna height	1 Meter	
Traffic model	2 Mbps GBR	

[0104]

[0105] 성능 평가는 셀 전반에 걸친 부하분산과, 네트워크 처리량을 고려했다. 비교 대상인 알고리즘은, 부하분산이 미적용된 알고리즘(without MLB), Adaptive MLB 알고리즘, Neighborhood MLB 알고리즘이고, 사용자 단말 개수는 200개이다. 또한, 사용자 단말의 이동속도는 저속(5 ~ 10km/h), 중속(10 ~ 30km/h), 고속(30 ~ 60km/h)으로 구분하였고, 최대 3개의 이웃 셀을 제공했다.

[0106] 도 3을 참고하여 성능 평가를 살펴보기로 한다. 도 3a는 셀들 사이의 RBUR의 표준 편차를 나타낸다. 이를 보면, Without MLB 알고리즘이 상대적으로 RBUR의 표준 편차가 더 높게 나타나고 있고, 반면 본 발명의 알고리즘은 셀에 걸리는 부하를 적절하게 분배하고 있음을 알 수 있다. 또한, 사용자 단말의 속도가 상대적으로 낮을 때, RBUR의 표준 편차가 일정하게 유지되고 있다. 물론 사용자 단말의 속도가 높을 수록 표준 편차는 커지고 있으나, 이는 사용자 단말이 네트워크 토폴리지를 자주 변경하기 때문이다.

[0107] 그럼에도, 본 발명의 부하분산 알고리즘이 셀들 사이의 RBUR의 표준 편차가 다른 알고리즘보다 작게 나타나고 있고, 이는 실질적으로 네트워크의 셀 사이에서 보다 균등하게 부하를 분산할 수 있음을 의미한다.

[0108] 도 3b는 네트워크 처리량을 나타낸다. 본 발명의 부하 분산 알고리즘은 셀 전반에 걸쳐 부하를 균등하게 분산시킴으로써 데이터 속도를 유지하기 위해 필요한 자원을 사용자 단말에 할당할 수 있고, 따라서 네트워크 처리량이 증가하게 된다. 즉, 본 발명은 셀의 경계에 있는 사용자 단말들을 이동시킴으로써 셀들 간에 부하를 보다 균등하게 분배할 수 있어, 다른 알고리즘에 비하여 네트워크 처리량이 높다고 할 것이다. 시뮬레이션에 따르면 전체 네트워크 처리량이 6.42 % 증가하게 되었다.

[0109] 도 3c는 셀 간의 RBUR의 표준 편차로 성능 비교를 나타낸다. 이를 보면 인접한 셀 들이 많을수록 성능이 향상되었음을 확인할 수 있다. 이는 더 많은 이웃 셀이 균형있게 부하 분산의 기회를 더 많이 제공하는 것으로 볼 수 있기 때문이다.

[0110] 도 3d는 시뮬레이션으로 얻은 네트워크 처리량을 보여줍니다. 여기서도 이웃 셀들이 많아지는 경우 처리량이 증가하고 있다. 다만, 이웃 셀의 개수가 3개 또는 4개에서는 거의 유사하게 나타나고 있어, 이를 기초로 하여 가

장 최적의 부하분산 효과를 제공할 수있는 인접 셀들의 개수를 고려할 수 있을 것이다.

[0111] 이와 같이 본 발명은 변화하는 부하 상황과 인접한 이웃 셀들 모두를 고려하여 사용자 단말의 핸드오버 매개변수를 동적으로 조정하였고, 시뮬레이션 결과에서도 기존의 다른 알고리즘보다 우수한 성능을 제공하고 있음을 확인할 수 있다.

[0112] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0113] 100: 서브 시스템

110: 클러스터 형성 알고리즘

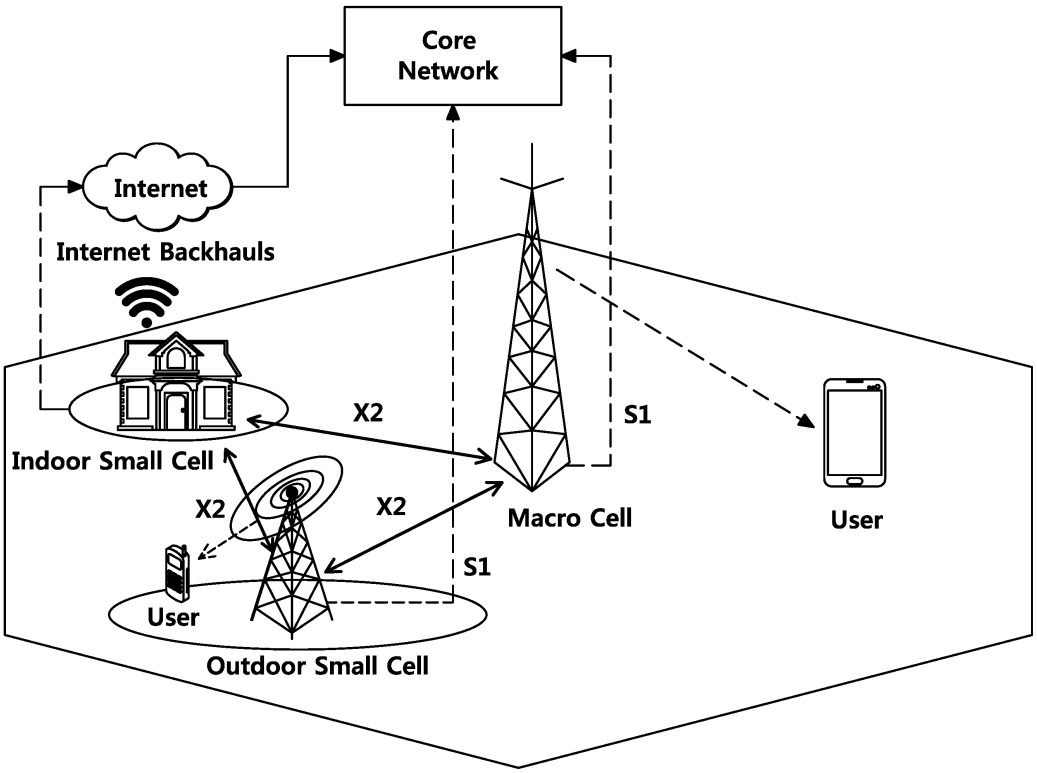
120: 부하 분산 알고리즘

130: 언로드 알고리즘

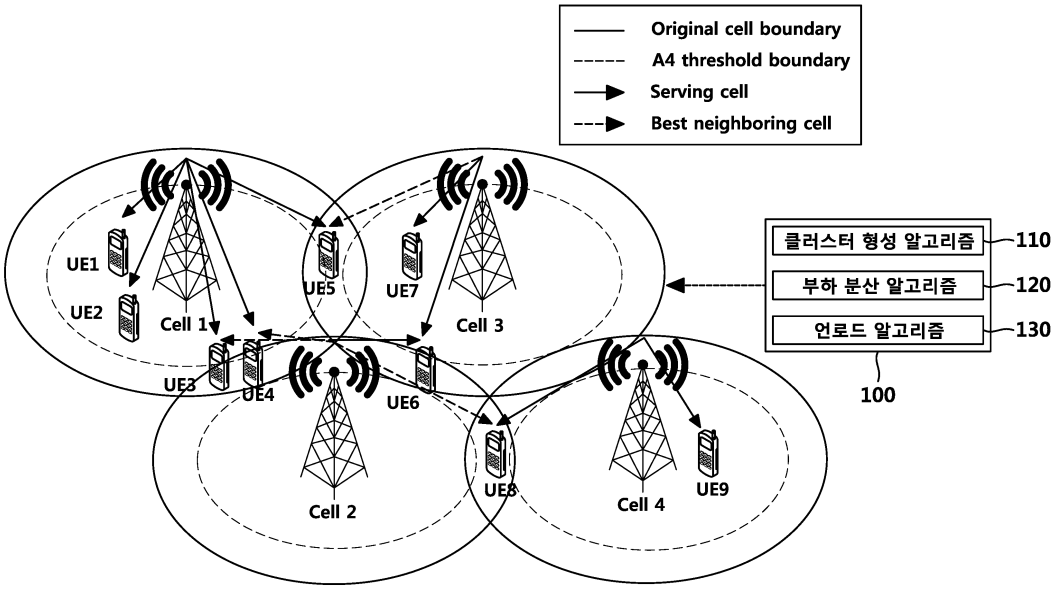
셀 1 내지 셀 4: cell 1 ~ cell 4

도면

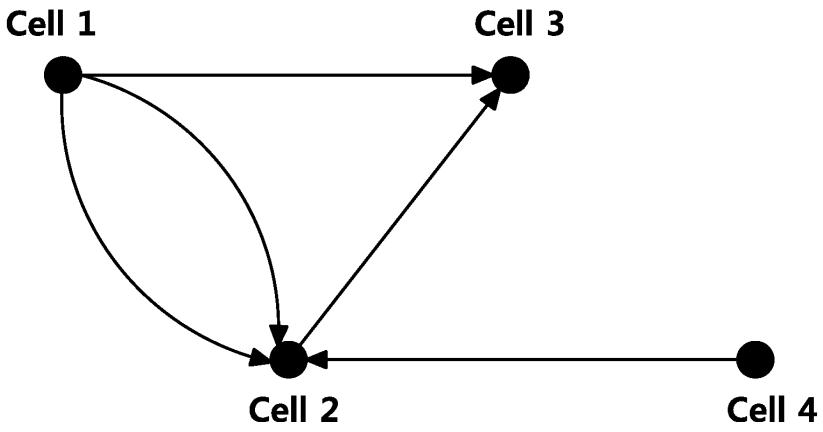
도면1



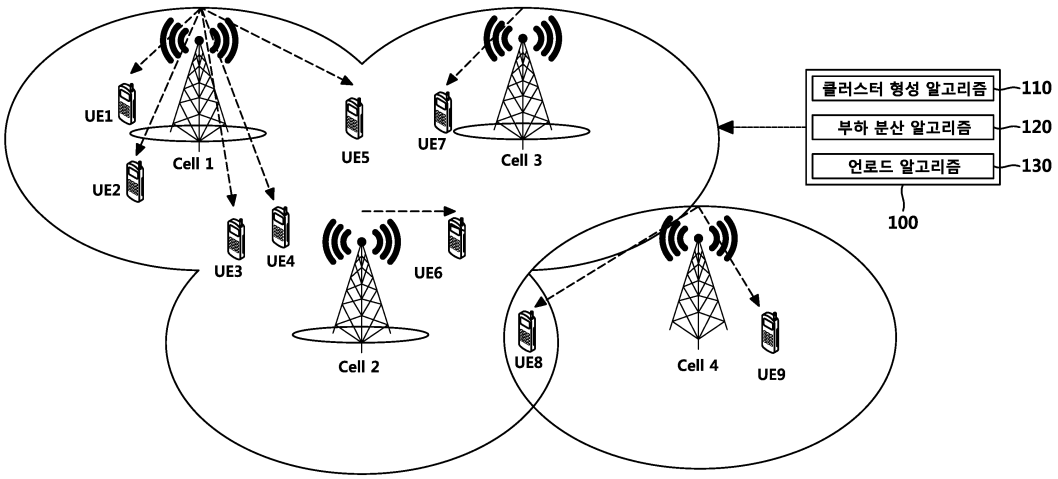
도면2a



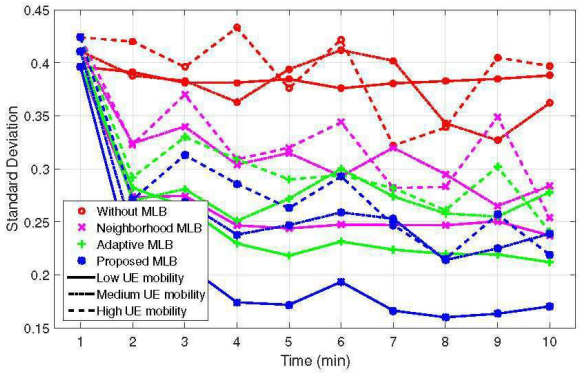
도면2b



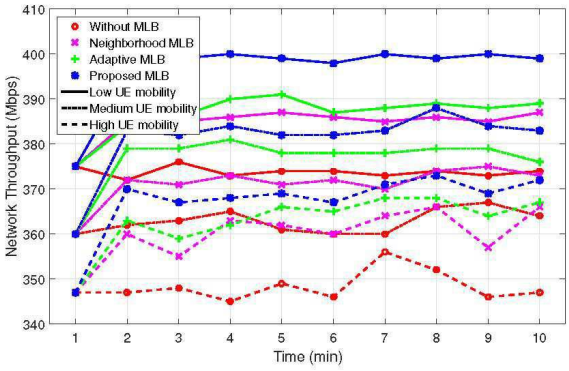
도면2c



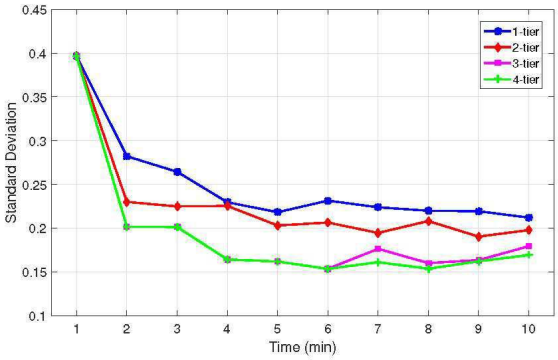
도면3a



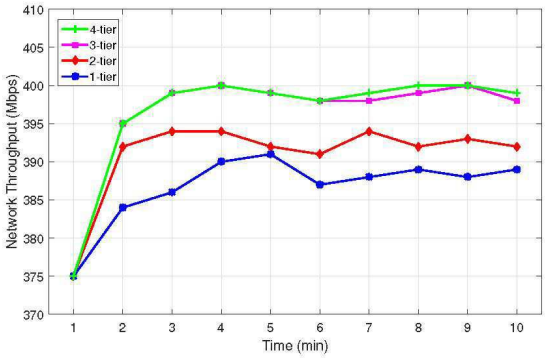
도면3b



도면3c



도면3d


4-tier
3-tier
2-tier
1-tier
Network Throughput (Mbps)
Time (min)
410
405
400
395
390
385
380
375
370
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10