



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0082371
(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 36/22 (2009.01) H04W 28/08 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 36/22 (2013.01)
H04W 28/08 (2020.05)
(21) 출원번호 10-2018-0172909
(22) 출원일자 2018년12월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
김성경
대전광역시 유성구 가정로 43, 109동 1102호
김경숙
대전광역시 유성구 지족로 343, 204동 1002호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이상

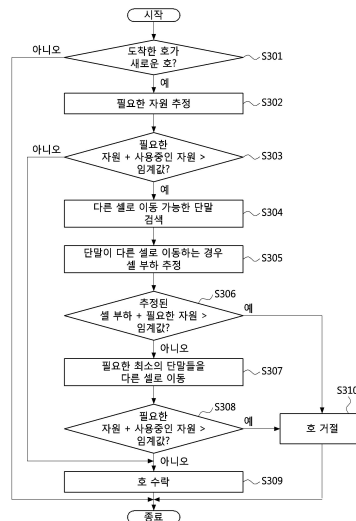
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 호 수락 제어 기반 부하균형 방법 및 장치

(57) 요약

복수의 기지국을 포함하는 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법이 개시된다. 기지국의 동작 방법은, 제1 단말로 부터 새로운 호가 수신된 경우, 상기 새로운 호를 수용하는데 필요한 자원을 추정하는 단계, 상기 기지국에서 사용중인 자원과 상기 새로운 호를 수용하는데 필요한 자원의 합인 제1 값을 미리 설정된 제2 값과 비교하는 단계, 상기 제1 값이 상기 제2 값보다 큰 경우, 상기 기지국에 존재하는 단말들 중 다른 기지국으로 핸드오버가 가능한 단말들이 사용중인 자원을 추정하는 단계, 상기 핸드오버가 가능한 단말들이 핸드오버 될 경우 상기 기지국에서 사용하는 자원과 상기 새로운 호를 수용하는데 필요한 자원의 합인 제3 값을 상기 제2 값과 비교하는 단계 및 상기 제3 값이 상기 제2 값보다 작은 경우, 상기 핸드오버가 가능한 단말들을 핸드오버 시키는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

나지현

대전광역시 유성구 어은로 57, 133동 1505호

조윤희

대전광역시 유성구 장대로71번길 34, 101동 501호

황현용

세종특별자치시 도움3로 159, 306동 501호

권성오

울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교 전기공학부(7호관)

하산 앤디 메헤디

울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교 전기공학부(7호관)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018-0-01659

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(IITP)

연구사업명 방송통신산업기술개발사업

연구과제명 5G NR 기반 지능형 오픈 스몰셀 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 정보통신기술진흥센터(IITP)

연구기간 2018.07.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 기지국을 포함하는 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법으로서,

제1 단말로부터 새로운 호가 수신된 경우, 상기 새로운 호를 수용하는데 필요한 자원을 추정하는 단계;

상기 기지국에서 사용중인 자원과 상기 새로운 호를 수용하는데 필요한 자원의 합인 제1 값을 미리 설정된 제2 값과 비교하는 단계;

상기 제1 값이 상기 제2 값보다 큰 경우, 상기 기지국에 존재하는 단말들 중 다른 기지국으로 핸드오버가 가능한 단말들이 사용중인 자원을 추정하는 단계;

상기 핸드오버가 가능한 단말들이 핸드오버 될 경우 상기 기지국에서 사용하는 자원과 상기 새로운 호를 수용하는데 필요한 자원의 합인 제3 값을 상기 제2 값과 비교하는 단계; 및

상기 제3 값이 상기 제2 값보다 작은 경우, 상기 핸드오버가 가능한 단말들을 핸드오버 시키는 단계를 포함하는, 기지국의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스몰셀(small cell)을 이용한 통신 시스템에서 부하균형 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 호 수락 제어(call admission control, CAC) 알고리즘을 이용한 부하균형 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 스몰셀(small cell) 기지국은 실내 커버리지(coverage)를 확대시킴으로써 통화품질을 향상시킬 수 있다. 스몰셀 기지국 연구는 2007년 하반기부터 표준화 기구마다 논의가 이루어지고 있다. 스몰셀은 3GPP(3rd generation partnership project) Release 8에서 개념이 정립되었다. Release 9에서는 펌토셀(또는, HeNB(home eNodeB))에 대한 기능이 추가되었고, Release 10에서 보다 많은 HeNB의 기능들이 정의되었다. 또한 2013년 3GPP Summit 회의에서 스몰셀 기지국은 5G 네트워크의 중요 기술 요소로 정의되었다.

[0003] 스몰셀 네트워크에서 단말(user equipment, UE)이 이동함에 따라 단말은 현재 접속중인 서빙 셀(serving cell)에서 다른 셀로 접속할 수 있다. 단말이 현재 접속 중인 서빙 셀에서 멀어지면 서빙 셀과의 접속이 끊어질 수 있고, 단말은 목표 셀(target cell)이라 불리는 주변의 셀로 접속할 수 있다. 이 과정에서 단말이 목표 셀에 접속 하기 전에 단말과 서빙 셀의 접속이 끊어지면 단말에서의 서비스 품질이 저하될 수 있다. 따라서 핸드오버(hand over) 기술을 이용하여 단말이 이동 중인 경우에도 서비스 품질을 유지하는 것이 필요할 수 있다. 특히, 좁은 커버리지를 가지는 스몰셀이 배치된 HetNet(heterogeneous network)에서는 단말의 셀 간 이동 문제가 더욱 중요할 수 있다.

[0004] 스몰셀 네트워크에서는 부하균형도 문제될 수 있다. 네트워크에 존재하는 사용자의 수가 많을 때, 사용자의 접속이 일부 셀에 집중되는 경우 부하균형 문제가 발생할 수 있다. 일부 셀에는 사용자가 몰려 많은 접속 요구 및 트래픽이 발생할 수 있고, 다른 일부 셀에는 사용자가 적어 자원이 여유로울 수 있다. 즉, 근처에 자원이 여유로운 셀이 존재함에도 불구하고, 혼잡한 셀에 사용자가 몰릴 수 있고, 사용자들은 부족한 자원 때문에 성능의 저하를 겪을 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 호 수락 제어(call admission control, CAC) 알고리즘

을 이용한 부하균형 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 동작 방법은, 제1 단말로부터 새로운 호가 수신된 경우, 상기 새로운 호를 수용하는데 필요한 자원을 추정하는 단계, 상기 기지국에서 사용중인 자원과 상기 새로운 호를 수용하는데 필요한 자원의 합인 제1 값을 미리 설정된 제2 값과 비교하는 단계, 상기 제1 값이 상기 제2 값보다 큰 경우, 상기 기지국에 존재하는 단말들 중 다른 기지국으로 핸드오버가 가능한 단말들이 사용중인 자원을 추정하는 단계, 상기 핸드오버가 가능한 단말들이 핸드오버 될 경우 상기 기지국에서 사용하는 자원과 상기 새로운 호를 수용하는데 필요한 자원의 합인 제3 값을 상기 제2 값과 비교하는 단계 및 상기 제3 값이 상기 제2 값보다 작은 경우, 상기 핸드오버가 가능한 단말들을 핸드오버 시키는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 의하면 스몰셀(small cell) 네트워크에서 기지국이 새로운 호를 수신했을 때 새로운 호를 수신함으로 인하여 네트워크 성능(throughput)이 전체적으로 저하될 우려가 있는 경우, MLB(mobility load-balancing) 알고리즘을 수행할 수 있다. 기지국은 셀의 가장자리에 위치한 단말들을 다른 셀로 핸드오버 시킴으로써 새로운 호를 수용하기 위한 자원을 확보할 수 있고, 자원을 확보한 후 새로운 호를 수락할 수 있다. 기지국은 부하균형이 이루어진 후 새로운 호를 수용할 수 있으므로, 새로운 호를 수용하더라도 네트워크 성능이 저하되지 않을 수 있다. 따라서 통신 시스템의 성능이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 통신 시스템의 일 실시예를 도시한 개념도이다.
 도 2는 통신 시스템을 구성하는 통신 노드의 제1 실시예를 도시한 블록도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 부하균형(load balancing) 방법을 도시한 흐름도이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 모의 실험 결과를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0010] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0011] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0012] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0013] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인

의미로 해석되지 않는다.

- [0014] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0015] 본 발명에 따른 실시예들이 적용되는 통신 시스템(communication system)이 설명될 것이다. 본 발명에 따른 실시예들이 적용되는 통신 시스템은 아래 설명된 내용에 한정되지 않으며, 본 발명에 따른 실시예들은 다양한 통신 시스템에 적용될 수 있다. 여기서, 통신 시스템은 통신 네트워크(network)와 동일한 의미로 사용될 수 있다.
- [0017] 도 1은 통신 시스템의 일 실시예를 도시한 개념도이다.
- [0018] 도 1을 참조하면, 통신 시스템은 복수의 통신 노드들(110, 111, 112, 113, 114, 120, 121, 130, 131, 140, 141)을 포함할 수 있다. 또한, EPC(evolved packet core)(100)(예를 들어, S-GW(serving-gateway), P-GW(PDN(packet data network)-gateway), MME(mobility management entity), HSS(home subscriber server))를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 복수의 통신 노드들은 3GPP(3rd generation partnership project) 표준에서 규정된 4G 통신(예를 들어, LTE(long term evolution), LTE-A(advanced)), 5G 통신 등을 지원할 수 있다. 4G 통신은 6GHz 이하의 주파수 대역에서 수행될 수 있고, 5G 통신은 6GHz 이하의 주파수 대역뿐만 아니라 6GHz 이상의 주파수 대역에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 4G 통신 및 5G 통신을 위해 복수의 통신 노드들은 CDMA(code division multiple access) 기반의 통신 프로토콜, WCDMA(wideband CDMA) 기반의 통신 프로토콜, TDMA(time division multiple access) 기반의 통신 프로토콜, FDMA(frequency division multiple access) 기반의 통신 프로토콜, OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 기반의 통신 프로토콜, Filtered OFDM 기반의 통신 프로토콜, CP(cyclic prefix)-OFDM 기반의 통신 프로토콜, DFT-s-OFDM(discrete Fourier transform-spread-OFDM) 기반의 통신 프로토콜, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 기반의 통신 프로토콜, SC(single carrier)-FDMA 기반의 통신 프로토콜, NOMA(non-orthogonal multiple access), GFDM(generalized frequency division multiplexing) 기반의 통신 프로토콜, FBMC(filter bank multi-carrier) 기반의 통신 프로토콜, UFMC(universal filtered multi-carrier) 기반의 통신 프로토콜, SDMA(space division multiple access) 기반의 통신 프로토콜 등을 지원할 수 있다. 복수의 통신 노드들 각각은 다음과 같은 구조를 가질 수 있다.
- [0021] 도 2는 통신 시스템을 구성하는 통신 노드의 제1 실시예를 도시한 블록도이다.
- [0022] 도 2를 참조하면, 통신 노드(200)는 적어도 하나의 프로세서(210), 메모리(220) 및 네트워크와 연결되어 통신을 수행하는 송수신 장치(230)를 포함할 수 있다. 또한, 통신 노드(200)는 입력 인터페이스 장치(240), 출력 인터페이스 장치(250), 저장 장치(260) 등을 더 포함할 수 있다. 통신 노드(200)에 포함된 각각의 구성 요소들은 버스(bus)(270)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다.
- [0023] 다만, 통신 노드(200)에 포함된 각각의 구성요소들은 공통 버스(270)가 아니라, 프로세서(210)를 중심으로 개별 인터페이스 또는 개별 버스를 통하여 연결될 수도 있다. 예를 들어, 프로세서(210)는 메모리(220), 송수신 장치(230), 입력 인터페이스 장치(240), 출력 인터페이스 장치(250) 및 저장 장치(260) 중에서 적어도 하나와 전용 인터페이스를 통하여 연결될 수도 있다.
- [0024] 프로세서(210)는 메모리(220) 및 저장 장치(260) 중에서 적어도 하나에 저장된 프로그램 명령(program command)을 실행할 수 있다. 프로세서(210)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU), 그래픽 처리 장치(graphics processing unit, GPU), 또는 본 발명의 실시예들에 따른 방법들이 수행되는 전용의 프로세서를 의미할 수 있다. 메모리(220) 및 저장 장치(260) 각각은 휘발성 저장 매체 및 비휘발성 저장 매체 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다. 예를 들어, 메모리(220)는 읽기 전용 메모리(read only memory, ROM) 및 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM) 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다.
- [0025] 다시 도 1을 참조하면, 통신 시스템은 복수의 기지국들(base stations)(110, 120, 130, 140), 복수의 단말들(111, 112, 113, 114, 121, 131, 141)을 포함할 수 있다. 기지국(110, 120, 130, 140) 및 단말(111, 112, 113, 114, 121, 131, 141)을 포함하는 통신 시스템은 "스몰셀 네트워크"로 지칭될 수 있다. 제1 기지국(110), 제2 기지국(120) 제3 기지국(130) 및 제4 기지국(140) 스몰셀(small cell)을 형성할 수 있다. 제1 기지국(110)의 셀

커버리지(cell coverage) 내에 제1 단말(111), 제2 단말(112), 제3 단말(113) 및 제4 단말(114)이 속할 수 있다. 제2 기지국(120)의 셀 커버리지 내에 제3 단말(113), 제4 단말(114) 및 제5 단말(121)이 속할 수 있다. 제3 기지국(130)의 셀 커버리지 내에 제6 단말(131)이 속할 수 있다. 제4 기지국(140)의 셀 커버리지 내에 제7 단말(141)이 속할 수 있다.

[0026] 여기서, 복수의 기지국들(110, 120, 130, 140) 각각은 스몰셀, 노드B(NodeB), 고도화 노드B(evolved NodeB), gNB, ng-eNB, BTS(base transceiver station), 무선 기지국(radio base station), 무선 트랜시버(radio transceiver), 액세스 포인트(access point), 액세스 노드(node), RSU(road side unit), RRH(radio remote head), TP(transmission point), TRP(transmission and reception point), f(flexible)-TRP 등으로 지칭될 수 있다. 복수의 단말들(111, 112, 113, 114, 121, 131, 141) 각각은 UE(user equipment), 터미널(terminal), 액세스 터미널(access terminal), 모바일 터미널(mobile terminal), 스테이션(station), 가입자 스테이션(subscriber station), 모바일 스테이션(mobile station), 휴대 가입자 스테이션(portable subscriber station), 노드(node), 다바이스(device), IoT(internet of things) 기능을 지원하는 장치, 탑재 장치(mounted module/device/terminal), OBU(on board unit) 등으로 지칭될 수 있다.

[0027] 한편, 복수의 기지국들(110, 120, 130, 140) 각각은 서로 다른 주파수 대역에서 동작할 수 있고, 또는 동일한 주파수 대역에서 동작할 수 있다. 복수의 기지국들(110, 120, 130, 140) 각각은 X2 인터페이스를 통해 서로 연결될 수 있다. 복수의 기지국들(110, 120, 130, 140)은 X2 인터페이스를 통해 서로 정보를 교환할 수 있고, 핸드오버(handover)와 같은 기능을 수행할 수 있다. 복수의 기지국들(110, 120, 130, 140) 각각은 S1 인터페이스를 통해 EPC와 연결될 수 있다. 구체적으로, 복수의 기지국들(110, 120, 130, 140)은 S1-MME 인터페이스를 통해 MME와 연결될 수 있고, S1-U 인터페이스를 통해 S-GW와 연결될 수 있다. 복수의 기지국(110, 120, 130, 140) 각각은 EPC로부터 수신한 신호를 해당 단말(111, 112, 113, 114, 121, 131, 141)에 전송할 수 있고, 해당 단말(111, 112, 113, 114, 121, 131, 141)로부터 수신한 신호를 EPC에 전송할 수 있다.

[0028] 또한, 복수의 기지국들(110, 120, 130, 140) 각각은 MIMO 전송(예를 들어, SU(single user)-MIMO, MU(multi user)-MIMO, 대규모(massive) MIMO 등), CoMP(coordinated multipoint) 전송, CA(carrier aggregation) 전송, 비면허 대역(unlicensed band)에서 전송, 단말 간 직접 통신(device to device communication, D2D)(또는, ProSe(proximity services)) 등을 지원할 수 있다. 여기서, 복수의 단말들(111, 112, 113, 114, 121, 131, 141) 각각은 기지국(110, 120, 130, 140)과 대응하는 동작, 기지국(110, 120, 130, 140)에 의해 지원되는 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 제1 기지국(110)은 SU-MIMO 방식을 기반으로 신호를 제1 단말(111)에 전송할 수 있고, 제1 단말(111)은 SU-MIMO 방식에 의해 제1 기지국(110)으로부터 신호를 수신할 수 있다.

[0029] 제1 기지국(110), 제2 기지국(120), 제3 기지국(130) 및 제4 기지국(140) 각각은 CoMP 방식을 기반으로 신호를 단말(111, 112, 113, 114, 121, 131, 141)에게 전송할 수 있고, 단말(111, 112, 113, 114, 121, 131, 141)은 CoMP 방식에 의해 제1 기지국(110), 제2 기지국(120), 제3 기지국(130) 및 제4 기지국(140)으로부터 신호를 수신할 수 있다. 복수의 기지국들(110, 120, 130, 140) 각각은 자신의 셀 커버리지 내에 속한 단말(111, 112, 113, 114, 121, 131, 141)과 CA 방식을 기반으로 신호를 송수신할 수 있다.

[0030] 다음으로 호 수락 제어(call admission control, CAC) 알고리즘을 이용한 부하균형(load balancing) 방법이 설명된다.

[0032] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 부하균형(load balancing) 방법을 도시한 흐름도이다.

[0033] 도 3을 참조하면, 도 3의 통신 시스템은 도 1의 통신 시스템과 동일 또는 유사할 수 있다. 도 3에서 부하균형 동작을 수행하는 기지국은 도 1의 제1 기지국(110)일 수 있다. 기지국(110)은 통신 프로토콜(예를 들어, 4G 통신 프로토콜, 5G 통신 프로토콜)에 기초하여 단말들(111, 112, 113, 114)에 통신 서비스를 제공할 수 있다.

[0034] 셀에 접속중인 단말이 많아 과부하가 발생하는 경우, 서비스가 제대로 제공되지 못할 수 있다. 따라서, 네트워크에서 제공되는 서비스를 보호하기 위하여 셀의 부하를 적절히 분산시키는 부하균형이 필요할 수 있다.

[0035] 스몰셀 네트워크에 적용할 수 있는 부하균형 방법에는 RRC(radio resource control)-연결(connected) 상태에서 부하의 균형을 제어하는 핸드오버 MLB(mobility load balancing)와 RRC-아이들(idle) 상태에서 부하의 균형을 제어하는 셀 재선택 MLB 등이 있다.

[0036] 핸드오버 MLB를 이용하면 기지국은 핸드오버 조건을 제어함으로써 부하가 높은 셀의 경계에 존재하는 단말들을

강제로 부하가 낮은 주변의 셀로 핸드오버 시킬 수 있다. 핸드오버 MLB는 SON(self-optimization network) 기능 중 하나인 MRO(mobility robust optimization)와 충돌을 일으킬 수 있다. 핸드오버 MLB 및 MRO 모두 핸드오버 매개변수를 제어하기 때문에 핸드오버 매개 변수 제어에 있어 충돌이 발생할 수 있다. 셀 재선택 핸드오버를 이용하면 기지국은 셀 재선택 조건을 제어함으로써 부하가 높은 셀에 존재하는 단말들을 부하가 낮은 셀로 핸드오버 시킬 수 있다. 셀 재선택 핸드오버는 단말이 RRC-아이들(idle) 상태일 때 수행될 수 있다. 이하에서는 단말이 RRC-연결 상태일 때 수행되는, 호 수락 제어 알고리즘을 이용한 부하균형 방법이 설명된다.

[0037] 기지국(110)은 호(call)가 수신된 경우, 수신된 호가 새로운 호인지 확인할 수 있다(S301). 수신된 호가 새로운 호가 아닌 경우, 이는 셀의 부하에 영향을 미치지 않으므로 부하균형 동작은 종료될 수 있다.

[0038] 수신된 호가 새로운 호인 경우, 기지국(110)은 새로운 호에 의해 요청되는 서비스에 필요한 자원의 양(R_{req})을 추정할 수 있다(S302). 새로운 호에 필요한 자원 양을 예측하기 위해 Shannon의 채널용량식을 사용할 수 있다. 단말이 측정한 셀 i 신호의 SINR(signal-to-interference ratio, 신호 대 간섭 비율)에 따라 사용자 단말이 받을 수 있는 채널 용량 C 는 Shannon의 채널용량식인 수학식 1에 의해 계산될 수 있다.

수학식 1

$$C = B * \log_2(1 + \frac{S}{N})$$

[0039]

[0041] 수학식 1을 참조하면, C 는 채널용량을 의미할 수 있고, B 는 대역폭(Hz)을 의미할 수 있고, S/N 은 신호 대 간섭 비를 의미할 수 있다. B 가 하나의 자원 블록의 대역폭인 경우, C 는 하나의 자원 블록의 채널 용량을 의미할 수 있다. 새로운 호에 의해 필요한 데이터 속도를 ϕ 라 하면, 새로운 호에 따라 필요한 자원 블록의 수 RB 는 수학식 2에 의해 결정될 수 있다.

수학식 2

$$RB = \frac{\phi}{C}$$

[0042]

[0044] 수학식 2를 참조하면, C 는 하나의 자원 블록의 채널 용량을 의미할 수 있다. 따라서, 필요한 데이터 속도 ϕ 를 하나의 자원 블록의 채널 용량으로 나누면, 필요한 자원 블록의 수(RB)를 구할 수 있다.

[0045] 예를 들어, 스케줄링 단위(transmission time interval, TTI)가 1ms 인 경우 새로운 호에 필요한 자원 블록 비율(R_{req})은 수학식 3에 의해 계산될 수 있다.

수학식 3

$$R_{req} = \frac{RB}{1000N_{PRB}}$$

[0046]

[0048] 수학적식 3을 참조하면, $1000N_{PRB}$ 는 단위 시간 동안 총 물리 자원 블록의 수를 의미할 수 있다. RB는 수학적식 2에서 계산된 새로운 호에 따라 필요한 자원 블록의 수를 의미할 수 있다. 필요한 자원 블록의 수를 총 물리 자원 블록의 수로 나눈 값은 새로운 호에 따라 필요한 블록 비율(R_{req})을 의미할 수 있다.

[0049] 기지국(110)은 현재 제공하고 있는 서비스 품질의 저하가 발생되지 않으면서 새로운 호를 수용할 수 있는 자원이 존재하는지 확인할 수 있다. 새로운 호를 수용할 수 있을 정도로 충분한 자원이 존재하는지 확인하기 위해, 기지국(110)은 셀에서 현재 사용하고 있는 자원의 양(즉, 셀의 부하)을 계산할 수 있다. 기지국(110)은 평균 자원 블록 사용 비율을 통해 셀의 부하를 계산할 수 있다. 평균 자원 블록 사용 비율은 물리계층의 물리자원블록(physical resource block, PRB)을 기준으로 계산될 수 있다. 평균 자원 블록 사용 비율(R_{now})은 수학적식 4에 의해 계산될 수 있다.

수학적식 4

$$R_{now} = \frac{1}{T * N_{PRB}} \sum_{\tau=t-T}^t RB_i^{\tau}$$

[0050]

[0052] 수학적식 4를 참조하면, 주어진 시간 T 동안, 현재 시간 t의 임의의 셀 i의 평균 자원 블록 사용 비율(R_{now})을 구할 수 있다. N_{PRB} 는 주파수 축 상의 물리 자원 블록의 수를 의미할 수 있고, RB_i^{τ} 는 임의의 셀 i에서 시간 τ 에 사용된 블록의 수를 의미할 수 있다.

[0053] 기지국(110)은 평균 자원 블록 사용 비율(R_{now})과 새로운 호에 의해 필요한 자원 블록 비율(R_{req})의 합을 미리 설정된 임계값과 비교할 수 있다(S303). 평균 자원 블록 사용 비율(R_{now})과 필요한 자원 블록 비율(R_{req})의 합이 미리 설정된 임계값보다 작거나 같은 경우, 기지국(110)은 호를 수락할 수 있다(S309).

[0054] 평균 자원 블록 사용 비율(R_{now})과 필요한 자원 블록 비율(R_{req})의 합이 미리 설정된 임계값보다 큰 경우, 기지국(110)은 호를 거절하는 대신, 부하의 분산을 위해 다른 셀로 이동 가능한 단말을 검색할 수 있다(S304). 기지국(110)은 이웃한 다른 셀로 단말을 핸드오버 시키기 위해 셀의 가장자리에 위치한 단말들의 신호 측정 값을 계산할 수 있다.

[0055] 예를 들어, 기지국(110)은 셀 가장자리에 위치한 단말을 선택하기 위해 3GPP 규격의 LTE 이벤트(Event)를 사용할 수 있다. 단말은 현재 상태에 따라 Event A1 내지 A6 중에서 하나를 만족하는 경우에 관련 정보(예를 들어, 수신 신호 세기, 특정 이벤트를 만족하는 것을 지시하는 정보)를 기지국(110)에 전송할 수 있다. Event A1은 서빙 셀의 신호 세기가 A1 임계값보다 커졌을 때를 의미할 수 있고, Event A2는 서빙 셀의 신호 세기가 A2 임계값보다 작아졌을 때를 의미할 수 있다. Event A3은 이웃 셀의 신호 세기가 서빙 셀의 신호 세기보다 A3 오프셋(offset)만큼 커졌을 때를 의미할 수 있고, Event A4는 이웃 셀의 신호 세기가 임계값보다 커졌을 때를 의미할 수 있다. Event A5는 서빙 셀의 신호 세기가 제1 임계값보다 작고, 이웃 셀의 신호 세기가 제2 임계값보다 큰 경우를 의미할 수 있고, Event A6은 이웃 셀의 신호 세기가 S셀(secondary cell, SCell)의 신호 세기보다 A6 오프셋만큼 커졌을 때를 의미할 수 있다.

[0056] 예를 들어, 기지국(110)은 제1 단말(111)로부터 Event A1 메시지를 수신한 경우, 제1 단말(111)이 셀의 가장자리에 위치하지 않고, 셀의 중심부에 위치하고 있다고 판단할 수 있고, 제3 단말(113)로부터 Event A4 메시지를 수신한 경우, 제3 단말(113)이 셀의 가장자리에 위치했다고 판단할 수 있다.

[0057] 기지국(110)은 셀의 가장자리에 위치한 단말들 중 가장 셀의 가장자리에 위치하는 단말(예를 들어, 서빙 셀의 신호 세기가 가장 약한 단말)부터 순차적으로 해당 단말이 사용하고 있는 자원 블록 비율을 계산할 수 있다. 임의의 단말 j가 사용하는 자원 블록의 비율(R_{edge}^j)은 수학적식 5에 의해 계산될 수 있다.

수학식 5

$$R_{edge}^j = \frac{1}{T * N_{PRB}} \sum_{\tau=t-T}^t RB_{(i,j)}^{\tau}$$

[0058]

[0060] 수학식 5를 참조하면, 주어진 시간 T 동안, 임의의 단말 j의 자원 블록 사용 비율(R_{edge}^j)을 구할 수 있다.

$RB_{(i,j)}^{\tau}$ 는 시간 τ 에 임의의 셀 i에서 임의의 단말 j에 할당된 물리 자원 블록 수를 의미할 수 있다.

[0061] 셀의 가장자리에 위치한 단말들의 집합을 $U_e = \{1, 2, 3, \dots, J\}$ 라 하면, 이동 가능한 단말이 사용하는 자원 블록의 비율(R_{edge})은 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$R_{edge} = \sum_{j=1}^J R_{edge}^j$$

[0064]

[0066] 수학식 6을 참조하면, R_{edge} 는 셀의 가장자리에 위치한 단말들{1, 2, 3, ..., J}의 부하의 합을 나타낼 수 있다. 셀의 가장자리에 위치한 단말들이 모두 이웃 셀로 이동할 경우, 셀의 부하는 셀 전체의 평균 블록 사용 비율(R_{now})에서 셀의 가장자리에 위치한 단말들이 사용중인 자원 블록의 비율(R_{edge})을 뺀 값으로 추정될 수 있다(S305). 즉, 셀의 가장자리에 위치한 단말들이 다른 셀로 이동하는 경우에 셀에서 사용되는 자원 블록 비율(R_{est})은 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$R_{est} = R_{now} - R_{edge}$$

[0067]

[0069] 기지국(110)은 셀의 가장자리에 위치한 단말들이 다른 셀로 이동할 경우에 셀에서 사용되는 자원 블록 비율(R_{est})과 새로운 호에 의해 필요한 자원 블록 비율(R_{req})의 합을 미리 설정된 임계값과 비교할 수 있다(S306). 셀의 가장자리에 위치한 단말들이 다른 셀로 이동할 경우에 셀에서 사용되는 자원 블록 비율(R_{est})과 새로운 호에 의해 필요한 자원 블록 비율(R_{req})의 합이 미리 설정된 임계값보다 큰 경우, 기지국(110)은 호를 거절할 수 있다(S310). 즉, 셀 가장자리의 단말들의 이동을 통해 감소되는 부하가 새로운 호에 의한 부하보다 작을 경우, 기지

국(110)은 새로운 호를 거절할 수 있다.

[0070] 셀의 가장자리에 위치한 단말들이 다른 셀로 이동할 경우에 셀에서 사용되는 자원 블록 비율(R_{est})과 새로운 호에 의해 필요한 자원블록 비율(R_{req})의 합이 미리 설정된 임계값보다 작거나 같은 경우, 기지국(110)은 새로운 호를 수용하기 위해 이동되어야 하는 최소의 단말의 개수를 계산할 수 있다. 즉, 셀 가장자리의 단말들의 이동을 통해 감소되는 부하가 새로운 호에 의한 부하보다 크거나 같은 경우, 기지국(110)은 셀 가장자리의 단말 모두를 다른 셀로 이동시키는 것이 아니라 새로운 호를 수용하기 위해 필요한 최소 개수의 단말을 다른 셀로 이동시킬 수 있다(S307). 새로운 호를 수용하기 위해 필요한 최소 단말의 수는 수학식 8에 의해 계산될 수 있다.

수학식 8

$$N = \left\{ \min n \mid R_{now} + R_{req} - \sum_{j=1}^n R_{edge}^j \leq \text{임계값} \right\}$$

[0071]

[0073] 수학식 8에서 N은 새로운 호를 수용하기 위해 필요한 최소 단말의 수를 의미할 수 있다. 기지국(110)은 셀의 가장자리에 위치한 단말들을 다른 셀로 이동시킨 후, 새로운 호에 의해 필요한 자원 블록 비율(R_{req})과 현재 사용 중인 자원 블록 비율(R_{now})의 합을 미리 설정된 임계값과 비교할 수 있다(S308). 새로운 호에 의해 필요한 자원 블록 비율(R_{req})과 현재 사용 중인 자원 블록 비율(R_{now})의 합이 임계값보다 작은 경우, 기지국(110)은 호를 수락할 수 있다(S309). 새로운 호에 의해 필요한 자원 블록 비율(R_{req})과 현재 사용 중인 자원 블록 비율(R_{now})의 합이 임계값보다 큰 경우, 기지국(110)은 호를 거절할 수 있다(S310).

[0075] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 모의 실험 결과를 도시한 그래프이다.

[0076] 도 4를 참조하면, 모의 실험은 셀 가장자리에 위치한 이동 가능한 단말을 하나로 설정하여 실험하였다. CAC를 고려하지 않은 주기적 부하균형 알고리즘(빨간색) 및 CAC 알고리즘만 존재하는 경우(초록색) 단말이 이동할 때 새로운 셀이 과부하인 경우 호 수락과 호 거절에 따라 전체 네트워크 성능(throughput)이 떨어진다. 반면, 본 발명의 일 실시예에 따른 알고리즘은 단말이 이동할 때 새로운 셀이 과부하인 경우에도 네트워크 성능이 유지되는 것을 알 수 있다.

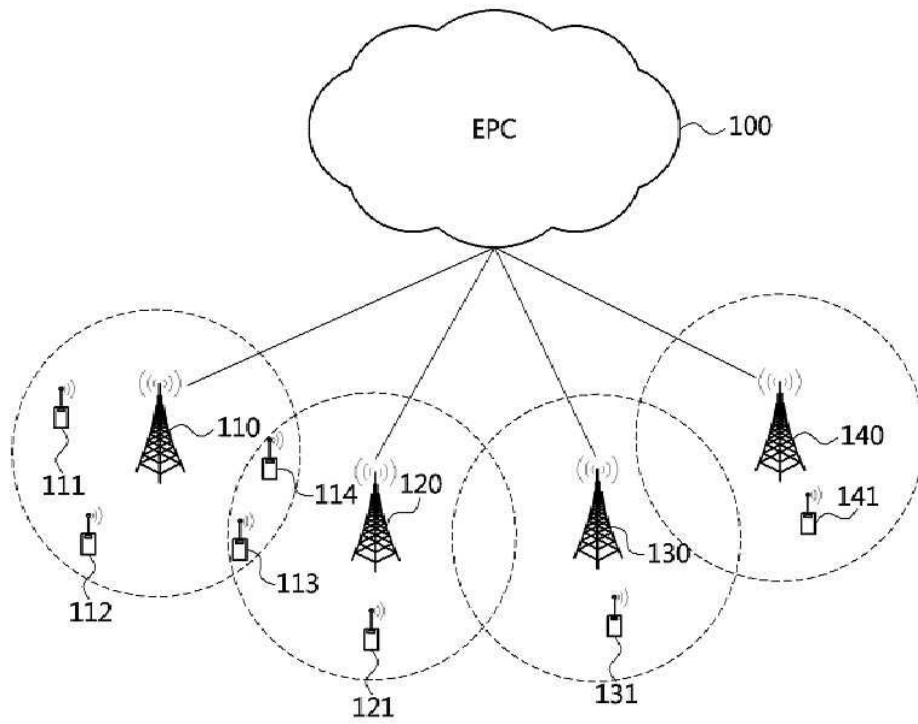
[0078] 본 발명에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통해 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위해 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0079] 컴퓨터 판독 가능 매체의 예에는 롬(rom), 램(ram), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러(compiler)에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터(interpreter) 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 적어도 하나의 소프트웨어 모듈로 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

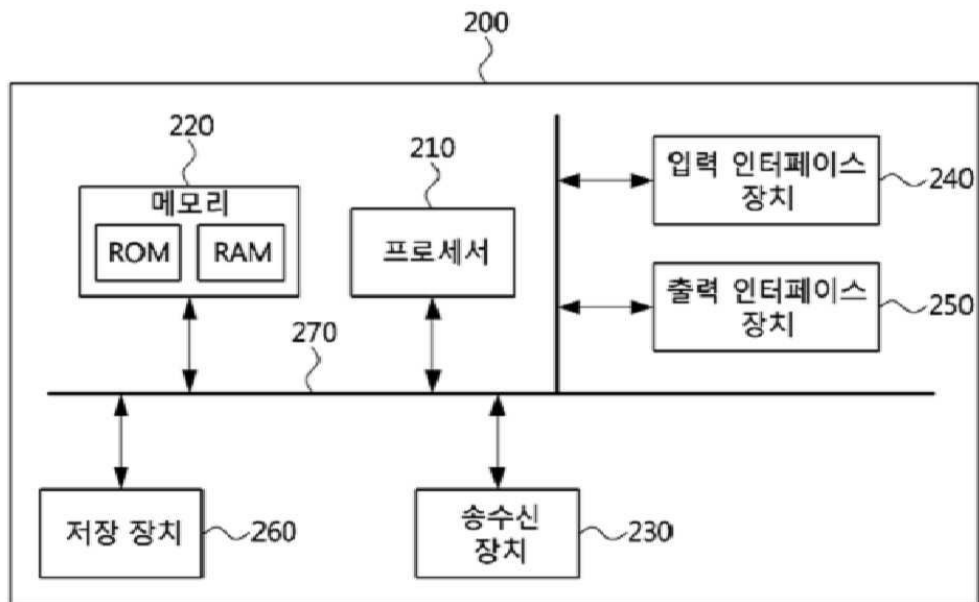
[0080] 이상 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

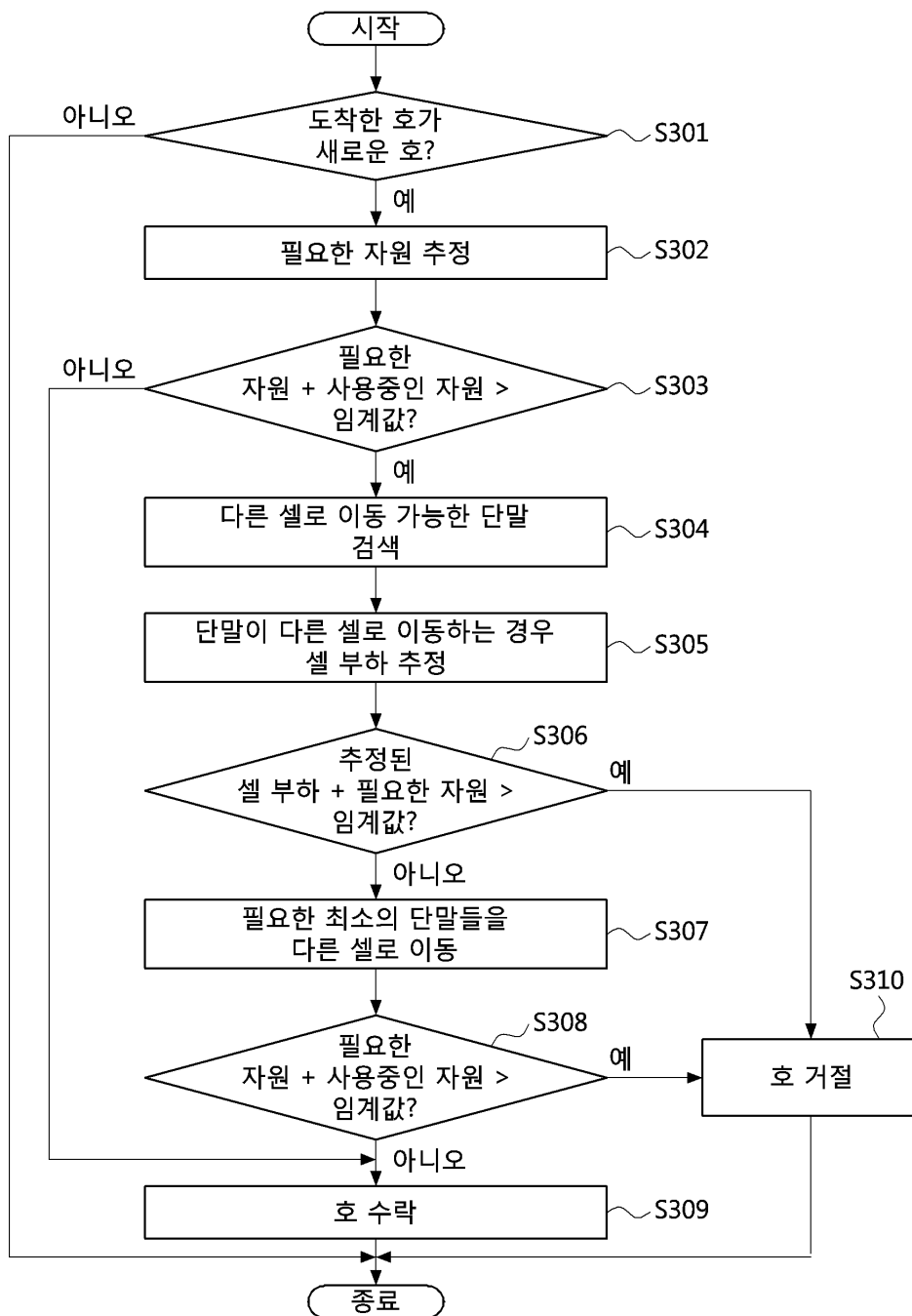
도면1



도면2



도면3



도면4

성능(Throughput) (Mbps)

