(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월22일
(11) 등록번호 10-2329231
(24) 등록일자 2021년11월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 52/34 (2009.01) *H04W 52/14* (2009.01)
H04W 52/24 (2009.01) *H04W 52/44* (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 52/343 (2013.01)
H04W 52/143 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7018520
(22) 출원일자(국제) 2014년12월11일
심사청구일자 2019년09월30일
(85) 번역문제출일자 2017년07월04일
(65) 공개번호 10-2017-0107985
(43) 공개일자 2017년09월26일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2014/077349
(87) 국제공개번호 WO 2016/091308
국제공개일자 2016년06월16일
(56) 선행기술조사문헌
EP2811795 A1*
KR1020150133282 A*
KR1020130107158 A*
WO2013137795 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
텔레콤 이탈리아 소시에떼 퍼 아찌오니
이탈리아 밀라노 20123 비아 가에타노 네그리 1
(72) 발명자
카레티 마르코
이탈리아 아이-10148 토리노 비아 쥐. 레이스 로몰리 274 텔레콤 이탈리아 소시에떼 퍼 아찌오니
사벨라 다리오
이탈리아 아이-10148 토리노 비아 쥐. 레이스 로몰리 274 텔레콤 이탈리아 소시에떼 퍼 아찌오니
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 박재희

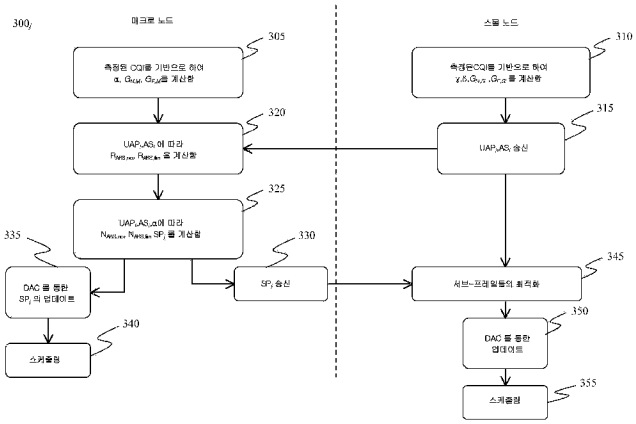
(54) 발명의 명칭 **이동 셀룰러 네트워크들에서 데이터 전송 전력을 관리하는 방법**

(57) 요 약

매크로 노드(M) 및 매크로 노드(M)에 연관된 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)를 포함하는 셀룰러 네트워크(100)에서, 서브-프레임을 기반으로 하여 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j)이 제안되어 있다. 상기 방법(300_j)은, 매크로 노드(M) 측에서: 상기 매크로 노드(M)에 연관된 사용자 장비들(UE)로부터의 채널 품질 정보

(뒷면에 계속)

대 표 도



를 기반으로 하여, 매크로 노드의 제1 전송 전력에서 서비스를 제공받을 수 있는 제1 사용자 장비 그룹($G_{N,M}$) 및 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력보다 높은 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 서비스를 제공받아야 하는 제2 사용자 장비 그룹($G_{F,M}$)으로 상기 사용자 장비들(UE)을 그룹화(205_M,305)하는 단계; 서브-프레임 패턴(SP_j)을 결정(220_M,325)하는 단계로서, 상기 서브-프레임 패턴은, 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 방지되는 비-전송 서브-프레임들의 수($N_{ABS,no}$), 단지 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서만 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 허용되는 제한-전송 서브-프레임들의 수($N_{ABS,,lim}$), 및 상기 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 허용되는 정상-전송 서브-프레임들의 수($N_{non-ABS}$)를 포함하며, 상기 결정(220_M,325)은 상기 매크로 노드(M)의 전력 소비(P_{ABS}, $P_{non-ABS}$), 상기 매크로 노드(M)에 연관된 데이터 트래픽, 및 데이터 트래픽 및 상기 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)의 간섭 조건들에 따라 상기 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 최소 비-전송(R_{ABS-no}) 및 제한-전송($R_{ABS-lim}$) 서브-프레임 수를 기반으로 하여 이루어지는, 서브-프레임 패턴의 결정 단계; 및 상기 서브 프레임 패턴(SP_j)에 따라 상기 매크로 노드(M)에 연관된 상기 제1($G_{N,M}$) 및 제2($G_{F,M}$) 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들(UE)에 서비스를 제공하는 단계;를 포함한다.

(52) CPC특허분류
H04W 52/241 (2013.01)
H04W 52/244 (2013.01)
H04W 52/44 (2013.01)

(72) 발명자
스테아 지오반니
이탈리아 아이-56122 피사 비아 카루소 16 우니베르시타 디 피사 디아이피, 디 잉게그네리아 델린포르마치오네

비르디스 안토니오
이탈리아 아이-56122 피사 비아 카루소 16 우니베르시타 디 피사 디아이피. 디 잉게그네리아 델린포르마치오네

명 세 서

청구범위

청구항 1

매크로 노드(M) 및 매크로 노드(M)에 연관된 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)를 포함하는 셀룰러 네트워크(100)에서, 서브-프레임을 기반으로 하여 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j)에 있어서, 상기 방법(300_j)은, 매크로 노드(M) 측에서:

상기 매크로 노드(M)에 연관된 사용자 장비들(UE)로부터의 채널 품질 정보를 기반으로 하여, 매크로 노드의 제1 전송 전력에서 서비스를 제공받을 수 있는 제1 사용자 장비 그룹($G_{N,M}$) 및 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력보다 높은 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 서비스를 제공받아야 하는 제2 사용자 장비 그룹($G_{F,M}$)으로 상기 사용자 장비들(UE)을 그룹화(205_M,305)하는 단계;

서브-프레임 패턴(SP_j)을 결정(220_M,325)하는 단계로서,

상기 서브-프레임 패턴은,

- 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 방지되는 비-전송 서브-프레임들의 수($N_{ABS,no}$),

- 단지 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서만 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 허용되는 제한-전송 서브-프레임들의 수($N_{ABS,,lim}$), 및

- 상기 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 허용되는 정상-전송 서브-프레임들의 수($N_{non-ABS}$)

를 포함하며,

상기 결정(220_M,325)은 상기 매크로 노드(M)의 전력 소비(P_{ABS}, $P_{non-ABS}$), 상기 매크로 노드(M)에 연관된 데이터 트래픽, 및 데이터 트래픽 및 상기 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)의 간섭 조건들에 따라 상기 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 최소 비-전송(R_{ABS-no}) 및 제한-전송($R_{ABS-lim}$) 서브-프레임 수를 기반으로 하여 이루어지는, 서브-프레임 패턴의 결정 단계; 및

상기 서브 프레임 패턴(SP_j)에 따라 상기 매크로 노드(M)에 연관된 상기 제1($G_{N,M}$) 및 제2($G_{F,M}$) 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들(UE)에 서비스를 제공하는 단계;

를 포함하는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방법(300_j)은,

각각의 스몰 노드(S_i) 측에서:

상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 사용자 장비들(UE)로부터의 채널 품질 정보를 기반으로 하여, 스몰 노드의 제1 전송 전력에서 서비스를 제공받을 수 있는 제1 사용자 장비 그룹($G_{N,Si}$) 및 상기 스몰 노드의 제1 전송 전력보다 높은 스몰 노드의 제2 전송 전력에서 서비스를 제공받아야 하는 제2 사용자 장비 그룹($G_{F,Si}$)으로 상기 사용자 장비들(UE)을 그룹화(205_S,310)하는 단계;

상기 비-전송($N_{ABS,no}$), 제한-전송($N_{ABS,,lim}$) 및 정상-전송($N_{non-ABS}$) 서브-프레임들 중에서, 스몰 노드(S_i) 측에서의

데이터 전송이 허용되는 서브-프레임들을 결정(220_S,345)하는 단계로서, 상기 결정(220_S,345)은 상기 스몰 노드(S_i)의 전력 소비(ρ_{ABS}, $\rho_{non-ABS}$), 상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 데이터 트래픽 및 상기 스몰 노드(S_i)의 간섭 조건들을 기반으로 하여 이루어지는, 서브-프레임들의 결정 단계; 및

상기 서브-프레임들에 따라 상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 상기 제1($G_{N,Si}$) 및 제2($G_{F,Si}$) 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들(UE)에 서비스를 제공하는 단계;

를 더 포함하는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 매크로 노드 측에서의 그룹화(205_M,305) 및 상기 각각의 스몰 노드 측에서의 그룹화(205_S,310) 중 적어도 하나는 상기 매크로(M) 및 스몰(S_i) 노드들 각각 및 이에 연관된 사용자 장비들(UE) 간의 거리 관계를 기반으로 하여 이루어지는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 방법(300_j)은,

매크로 노드(M) 측에서: 정상-전송 서브-프레임 동안 상기 매크로 노드의 제2 전송 전력보다는 오히려 제한-전송 서브-프레임 동안 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서 송신할 경우에 상기 매크로 노드(M)에 영향을 미치는 데이터 전송 레이트 악화를 나타내는 제1 매개변수(α)를 제공하는 단계;

를 더 포함하며, 상기 매크로 노드(M) 측에서의 결정(220_M,325)은 또한 상기 제1 매개변수(α)를 기반으로 하여 이루어지는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 방법(300_j)은,

상기 스몰 노드(S_i) 측에서: 상기 스몰 노드(S_i)가 비-전송 서브-프레임 동안 상기 스몰 노드의 제2 전송 전력에서 송신할 경우보다는 오히려 상기 매크로 노드(M)가 제한-전송 서브-프레임 동안 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서 송신할 경우 상기 스몰 노드(S_i)에 영향을 미치는 데이터 전송 레이트 악화를 나타내는 제2 매개변수(δ), 및 비-전송 서브-프레임 동안 상기 스몰 노드의 제2 전송 전력보다는 오히려 정상-전송 서브-프레임 동안 상기 스몰 노드의 제1 전송 전력에서 송신할 경우 상기 스몰 노드(S_i)에 영향을 미치는 데이터 전송 레이트 악화를 나타내는 제3 매개변수(γ)를 제공하는 단계;

를 더 포함하며,

상기 스몰 노드(S_i) 측에서의 결정(220_S,345)은 또한 상기 제2(δ) 및 제3(γ) 매개변수들을 기반으로 하여 이루어지는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 방법(300_j)은,

각각의 스몰 노드(S_i) 측에서:

상기 매크로 노드(M)에 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임들의 수(UAP_i)를 제공하는 단계로서, 이전의 데이터

전송 동안, 상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 사용자 장비들(UE)에 의해 인지되고 상기 매크로 노드(M)에 의해 야기되는 간섭이 사전에 정의된 문턱값 미만인, 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임 수의 제공 단계;

를 더 포함하는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 방법(300_j)은,

각각의 스몰 노드(S_i) 측에서:

상기 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임들에서의 데이터 전송을 위해 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 할당되는 자원들의 백분율(AS_i)을 상기 매크로 노드(M)에 제공(315)하는 단계; 및

상기 매크로 노드(M) 측에서:

상기 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임 수(UAP_i) 및 상기 할당된 자원들의 백분율(AS_i)에 따라 상기 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)에 의해 요구되는 상기 최소 비-전송(R_{ABS-no}) 및 제한-전송($R_{ABS-lim}$) 서브-프레임들의 수를 계산(215,320)하는 단계;

를 더 포함하는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 비-전송 및 제한-전송 서브-프레임들은 상기 서브-프레임 패턴의 거의 공백인 서브-프레임들을 정의하며, 상기 계산(215,320)하는 단계는,

각각의 스몰 노드(S_i)에 대해

상기 할당된 자원들의 백분율(AS_i)이 100%보다 낮은 경우 상기 할당된 자원들의 백분율(AS_i) 및 상기 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임 수(UAP_i) 간의 곱으로서, 또는 이와는 달리 사전에 정의된 양(ΔUAP)만큼 증가한 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임들의 수(UAP_i)로서 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 거의 공백인 서브-프레임들의 수(R_{ABSi})를 계산하는 단계,

상기 사용 가능한 서브-프레임들의 수(UAP_i)가 이전의 서브-프레임 패턴에서 구성된 거의 공백인 서브-프레임 수와는 다를 경우 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 제한-전송 서브-프레임 수($R_{ABS-lim,i}$) 및 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 비-전송 서브-프레임들의 수($R_{ABS-no,i}$)를 각각 0 및 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 상기 거의 공백인 서브-프레임들의 수(R_{ABSi})로 설정하거나, 이와는 다른 경우상기 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 제한-전송 서브-프레임 수($R_{ABS-lim,i}$) 및 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 비-전송 서브-프레임들의 수($R_{ABS-no,i}$)를 각각 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 상기 거의 공백인 서브-프레임들의 수(R_{ABSi}) 및 0으로 설정하는 단계, 및

각각의 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 비-전송 서브-프레임들의 수($R_{ABS-no,i}$)들 중에서의 최대로서 상기 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 최소 비-전송 서브-프레임 수(R_{ABS-no})를 계산하고, 각각의 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 제한-전송 서브-프레임 수($R_{ABS-lim,i}$) 중에서의 최대 및 상기 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 상기 최소 비-전송 서브-프레임 수 간의 차에 따라 상기 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 최소 제한-전송 서브-프레임 수($R_{ABS-lim}$)를 계산하는 단계

를 포함하는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 결정(220_M,325)하는 단계는,

사용 가능한 자원들이 충분하다면:

정상 전송 서브-프레임들이 전력 소비 관점에서 허용가능하다면, 상기 정상 전송 서브-프레임 수를 상기 제1($G_{N,M}$) 및 제2($G_{F,M}$) 사용자 장비 그룹들 양자 모두에 속하는 상기 사용자 장비들(UE)에 대해 요구된 서브-프레임 수로서 결정하는 단계를 포함하거나,

정상 전송 서브-프레임들이 전력 소비 관점에서 허용가능하지 않다면:

상기 정상 전송 서브-프레임 수를 단지 상기 제2 사용자 장비 그룹($G_{F,M}$)에 속하는 사용자 장비들(UE)에 대해서만 요구된 서브-프레임 수로서 결정하고,

상기 제1 사용자 장비 그룹($G_{N,M}$)에 속하는 상기 사용자 장비들(UE)에 대해 요구된 서브 프레임의 수, 상기 데이터 트래픽을 소거하기 위해 요구된 서브-프레임 수 및 상기 서브-프레임 패턴(SP_j)에서 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임 수(UAP_i)에 따라 상기 제한-전송 서브-프레임 수($N_{ABS-lim}$)를 결정하는 단계를 포함하는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 결정(220_M,325)하는 단계는,

사용 가능한 자원들이 충분하지 않은 경우, 상기 제1($G_{N,M}$) 및 제2($G_{F,M}$) 사용자 장비 그룹들 양자 모두에 속하는 상기 사용자 장비들(UE)에 대한 최대 요구된 서브-프레임 수를 기반으로 하여 상기 제한-전송 서브-프레임 수($N_{ABS,,lim}$) 및 상기 정상 전송 서브-프레임 수($N_{non-ABS}$)를 결정하여, 과부하를 시그널링하는 단계

를 포함하는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 11

제5항에 있어서,

상기 방법(300_j)은,

정상 전송 서브-프레임 동안, 비-전송 서브-프레임에서 자원과 함께 송신될 수 있는 데이터의 양을 송신하기 위해 소비된 전력을 나타내는 제1 전력 소비($\rho_{non-ABS}/\gamma$), 및 제한-전송 서브-프레임 동안, 비-전송 서브-프레임에서 자원과 함께 송신될 수 있는 데이터의 양을 송신하는데 소비된 전력을 나타내는 제2 전력 소비(ρ_{ABS}/δ)를 계산하는 단계를 더 포함하고, 상기 비-전송 및 제한 전송 서브-프레임들은 거의 공백인 서브-프레임들을 정의하며, 스몰 노드(S_i) 측에서 결정(220_S,345)하는 단계는,

거의 공백인 서브-프레임들(ρ_{ABS}) 동안 스몰 노드(S_i)의 전력 소비가 상기 제1($\rho_{non-ABS}/\gamma$) 및 제2(ρ_{ABS}/δ) 전력 소비들 사이에 있는 경우, 상기 정상-전송 서브-프레임들을 서브-프레임들로서 정의하는 단계를 포함하거나,

상기 제2 전력 소비(ρ_{ABS}/δ)가 거의 공백인 서브-프레임들 동안의 스몰 노드(S_i)의 전력 소비와 상기 제1 전력 소비($\rho_{non-ABS}/\gamma$) 사이에 있는 경우, 상기 비-전송 서브-프레임들을 서브-프레임들로서 정의하는 단계를 포함하거나, 또는

상기 제1 전력 소비($\rho_{non-ABS}/\gamma$)가 거의 공백인 서브-프레임들(ρ_{ABS}) 동안의 스몰 노드(S_i)의 전력 소비와 상기 제2 전력 소비(ρ_{ABS}/δ) 사이에 있는 경우, 상기 비-전송 서브-프레임들을 서브-프레임들로서 정의하는 단계를

포함하는, 데이터 전송을 관리하는 방법(300_j).

청구항 12

컴퓨터-판독가능 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서, 상기 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터상에서 실행될 경우에 제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 기재된 방법의 단계들을 수행하도록 구성된 소프트웨어 코드 수단을 포함하는, 컴퓨터-판독가능 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 13

셀룰러 네트워크(100)에서 사용하기 위한 매크로 노드(macro node)(M)에 있어서, 상기 매크로 노드(M)는,

상기 매크로 노드(M)에 연관된 사용자 장비들(UE)로부터의 채널 품질 정보를 기반으로 하여, 매크로 노드의 제1 전송 전력에서 서비스를 제공받을 수 있는 제1 사용자 장비 그룹($G_{N,M}$) 및 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력보다 높은 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 서비스를 제공받아야 하는 제2 사용자 장비 그룹($G_{F,M}$)으로 상기 사용자 장비들(UE)을 그룹화(205_M,305)하도록 구성되고,

상기 매크로 노드(M)는,

서브-프레임 패턴(SP_j)을 결정(220_M,325)하도록 구성되며,

상기 서브-프레임 패턴(SP_j)은,

- 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 방지되는 비-전송 서브-프레임들의 수($N_{ABS,no}$),

- 단지 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서만 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 허용되는 제한-전송 서브-프레임들의 수($N_{ABS,,lim}$), 및

- 상기 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 허용되는 정상-전송 서브-프레임들의 수($N_{non-ABS}$);

를 포함하며,

상기 결정(220_M,325)은 상기 매크로 노드(M)의 전력 소비(P_{ABS}, $P_{non-ABS}$), 상기 매크로 노드(M)에 연관된 데이터 트래픽, 및 데이터 트래픽 및 상기 매크로 노드(M)에 연관된 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)의 간섭 조건들에 따라 상기 매크로 노드(M)에 연관된 적어도 하나의 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 최소 비-전송(R_{ABS-no}) 및 제한-전송($R_{ABS-lim}$) 서브-프레임 수를 기반으로 하여 이루어지고,

상기 매크로 노드는,

상기 서브-프레임 패턴(SP_j)에 따라 상기 매크로 노드(M)에 연관된 상기 제1($G_{N,M}$) 및 제2($G_{F,M}$) 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들(UE)에 서비스를 제공하도록 구성되는, 매크로 노드(M).

청구항 14

셀룰러 네트워크(100)에서 사용하기 위한 스몰 노드(S_i)에 있어서,

상기 스몰 노드(S_i)는,

상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 사용자 장비들(UE)로부터의 채널 품질 정보를 기반으로 하여, 스몰 노드의 제1 전송 전력에서 서비스를 제공받을 수 있는 제1 사용자 장비 그룹($G_{N,Si}$) 및 상기 스몰 노드의 제1 전송 전력보다 높은 스몰 노드의 제2 전송 전력에서 서비스를 제공받아야 하는 제2 사용자 장비 그룹($G_{F,Si}$)으로 상기 사용자 장비들(UE)을 그룹화(205_S,310)하도록 구성되고,

상기 스몰 노드(S_i)는,

매크로 노드(M)로부터 서브-프레임 패턴(SP_j)을 수신하도록 구성되며,

상기 서브-프레임 패턴(SP_j)은,

- 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 방지되는 비-전송 서브-프레임들의 수($N_{ABS,no}$),

- 단지 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서만 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 허용되는 제한-전송 서브-프레임들의 수($N_{ABS,,lim}$), 및

- 상기 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 상기 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 허용되는 정상-전송 서브-프레임들의 수($N_{non-ABS}$);

를 포함하며,

상기 스몰 노드(S_i)는,

상기 비-전송($N_{ABS,no}$), 제한-전송($N_{ABS,,lim}$) 및 정상-전송($N_{non-ABS}$) 서브-프레임들 중에서, 스몰 노드(S_i) 측에서의 데이터 전송이 허용되는 서브-프레임들을 결정(220_S,345)하도록 구성되고, 상기 결정(220_S,345)은 상기 스몰 노드(S_i)의 전력 소비(ρ_{ABS}, $\rho_{non-ABS}$), 상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 데이터 트래픽 및 상기 스몰 노드(S_i)의 간섭 조건들을 기반으로 하여 이루어지며,

상기 스몰 노드(S_i)는,

상기 서브-프레임들에 따라 상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 상기 제1($G_{N,Si}$) 및 제2($G_{F,Si}$) 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들(UE)에 서비스를 제공하도록 구성되는, 스몰 노드(S_i).

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 일반적으로 기술하면 셀룰러 네트워크들(예컨대, 2G, 3G 및 LTE/LTE-어드밴스트 셀룰러 네트워크들)과 같은 무선 통신 네트워크들에 관한 것이다. 더 구체적으로 기술하면, 본 발명은 이종 셀룰러 네트워크들, 및 그러한 셀룰러 네트워크들 내의 매크로 및 스몰 노드들의 데이터 전송 전력을 효율적이고 동적으로 관리하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 셀룰러 네트워크들(예컨대, 2G, 3G 및 LTE/LTE-어드밴스트 셀룰러 네트워크들)은 대응하는 지역(셀)에 걸쳐 전파를 발사하는 고정-위치 송수신 기지국(또는 노드)과 상기 셀 내의 사용자 장비들(예컨대, 셀룰러폰들과 같은 사용자 장비들) 간에 데이터 트래픽(또한 트래픽 부하(traffic load)라고도 언급됨)이 고속으로 전달되는 것을 허용한다.

[0003] 셀룰러 네트워크들은 확산 및 성능 면에서 상당한 성장을 경험했으며, 최근에는 이종 셀룰러 네트워크들로 진화했다. 구체적으로 기술하면, 각각의 이종 셀룰러 네트워크는 소위 매크로 셀들을 식별하는 비교적 높은 전력 및 넓은 커버리지 노드들(이하에서는 매크로 노드들이라 함) 및 전체 커버리지 및 용량을 향상시키기 위해 상기 매크로 셀들 내에서 스몰 셀들을 식별하는 다수의 저 전력, 좁은 커버리지 노드들(이하에서 보조 또는 스몰 노드들, 예컨대 마이크로, 피코, 펨토 노드들이라 함) 양자 모두를 포함한다.

[0004] 그러나 셀룰러 네트워크 사용자들의 수가 증가하고 (멀티미디어 및 실시간 서비스와 같은) 매우 높은 트래픽 부하 및 매우 까다로운 "서비스 품질(Quality of Service)"을 요구하는 서비스들에 대한 수요가 증가함에 따라, 다수의 스몰 노드는 각각의 매크로 셀 내에서, 실내외 위치들에서 그리고 높은 용량이 필요한 곳이면 어디든지 배치되는 것이 전형적이다.

[0005] 따라서, 필적할 만한 전력 및 커버리지의 매크로 노드들을 기반으로 하여 이루어지는 전통적인 동종 셀룰러 네트워크들에 비해, 이종 셀룰러 네트워크들에서 고밀도 스몰 노드들이 또한 완전한 계획을 세우지 않거나 또는 심지어는 완전히 조정되지 않은 방식으로 배치될 수 있다.

[0006] 공지되어 있는 바와 같이, 이는 전력 소비 및 간섭 문제를 더욱 심화시킬 수 있다.

[0007] 실제로, 사용자 장비들이 연관되어지는 스몰 노드들에 의해 서비스를 제공받는 사용자 장비들은 상기 스몰 노드들의 높은 전송 전력들로 인해 상기 매크로 셀로부터의 심각한 간섭에 직면하게 되고 사용자 장비들이 연관되어지는 매크로 셀들에 의해 서비스를 제공받는 사용자 장비들은 근접한 스몰 노드들로부터의 심각한 간섭에 직면하게 된다.

[0008] 전력 소비를 최적화하고 간섭을 줄임으로써 셀룰러 네트워크 성능을 보다 잘 관리하기 위해 매크로 및 스몰 노드 측들에서 데이터 전송을 적절하게 조정하는 데 그 목적을 둔 해결수법들이 공지되어 있다.

[0009] 「Shaoyi Xu; Jing Han; Tao Chen, *"Enhanced Inter-Cell Interference Coordination in Heterogeneous Networks for LTE-Advanced"*, Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2012 IEEE 75th, 6-9 May 2012」에서는, *N* 개의 매크로 노드와 한 개의 피코 노드를 조정하는 시스템이 제안되어 있다. 매크로 노드 사용자들은 *N* 개의 CQI(Channel Quality Indicator)를 측정하여 보고하며, 피코 노드 사용자들은 (*N* + 1) 개의 CQI를 측정하여 보고한다. 각각의 CQI는 다른 모든 노드들을 뮤트(mute)시킴으로써 획득된다. *N**(*N*+1) 개의 컨피규레이션 각각에 대한 성능이 평가되어 중앙 컨트롤러에 보고되고 상기 중앙 컨트롤러는 최상의 컨피규레이션을 선택하게 된다. 선택된 컨피규레이션은 구성 가능한 속도로 모든 매크로 노드들이 온(on) 상태인 컨피규레이션과 번갈아 가며 나타나게 된다.

[0010] 「Al-Rawi, M.; Simsek, M.; Jantti, R., *"Utility-based resource allocation in LTE-Advanced heterogeneous networks"* Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 2013 9th International, 1-5 July 2013」에서는, 매크로 및 마이크로 노드들에 대한 셀-에지 스루풋(cell-edge throughput) 값들을 알고서 "*거의 공백인 서브-프레임들(Almost Blank Sub-frames)*"(ABS) 및 셀 범위 확장의 비율을 공동평가하는 방법이 제안되어 있다.

[0011] 「Kshatriya, S.N.S.; Kaimalettu, S.; Yerrapareddy, S.R.; Milleth, K.; Akhtar, N., *"On interference management based on subframe blanking in Heterogeneous LTE networks"* Communication Systems and Networks (COMSNETS), 2013 Fifth International Conference on, Jan. 2013」에서는, LTE-A(Advanced) 및 셀 간 간섭 조정(Inter-Cell Interference Coordination; ICIC)에서 정의된 거의 공백인 서브-프레임들(ABS)을 기반으로 하는 방식이 희생(victim) 사용자 장비들에 의해 경험되고 공격 노드(aggressor node)들에 의해 야기되는 간섭을 극복하기 위해 제안되어 있다. 제안된 방식은 한 노드의 특정 서브-프레임들을 블랭킹(blanking)하는 기능을 제공하는데, 이는 다른 노드들에 연관된 사용자 장비들에 심각한 간섭을 일으킬 수 있다. 제안된 기법은 각각의 공격 노드에서 블랭킹될 서브-프레임들의 개수와 위치를 결정한다.

[0012] 「Jiyong Pang; Jun Wang; Dongyao Wang; Gang Shen; Qi Jiang; Jianguo Liu, *"Optimized time-domain resource partitioning for enhanced inter-cell interference coordination in heterogeneous networks"* Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2012 IEEE, 1-4 April 2012」에서는, 동기적 ABS 컨피규레이션을 위한 최적량의 ABS가 네트워크 전반의 유틸리티 최대화 문제로 최적화를 공식화함으로써 제안된다. 먼저, 동적 프로그래밍을 통해 어느 주어진 양의 ABS에 대해 ABS로 보호를 받아야 하는 희생 사용자 장비들을 결정하는 분산 방법이 수행되고, 그 다음으로 최적량의 ABS가 전체 시스템 유틸리티를 평가함으로써 구해진다.

[0013] 「Deb, S.; Monogioudis, P.; Miernik, J.; Seymour, J.P., *"Algorithms for Enhanced Inter-Cell Interference Coordination (eICIC) in LTE HetNets"* Networking, IEEE/ACM Transactions on」에서는, 매크로 노드들이 피코 노드들에 제공해야 하는 무선 자원들의 양의 결정, 및 어느 사용자 장비들이 피코 노드들에 연관지어져야 하는 지를 판단하는 연관 규칙들의 결정을 공동으로 해결하는 알고리즘이 제안되어 있다. 제안된 알고리즘은 네트워크 토폴로지, 트래픽 부하, 및 매크로 노드-피코 노드 간섭 맵을 설명하며 LTE 표준에 의해 제안된 "거의 공백인 서브-프레임들(ABS)" 및 셀 선택 바이어스(Cell Selection Bias; CSB)의 개념을 사용하여 구현될 수 있다.

[0014] 발명의 명칭이 *"ABS-based Method for Inter Cell Interference Coordination in LTE-Advanced Networks"* 인 미국 공개특허 US20130107798에서는, 매크로 기지국들과 피코 사용자 장비들 간의 간섭 조정 문제에 대한 해결수법을 제공하려고 시도하는 시스템들 및 방법들이 개시되어 있다. 구체적으로 기술하면, 상기 시스템들 및 방법들은 LTE-A 표준에 의해 지원되는 거의 공백인 서브-프레임들(ABS)의 개념을 기반으로 하여 간섭 조정을 수행한다. 매크로 기지국들은 전반적인 시스템 스루풋이 최적화되도록 협력 방식으로 매크로 기지국들의 ABS 컨피규

레이션들을 선택한다.

발명의 내용

[0015] 본원 출원인은 인용된 선행기술의 해결수법들 중 어떠한 것도 만족스럽지 못하다는 것을 인식하였다.

[0016] 실제로, 위에서 언급된 모든 해결수법들은 "*거의 공백인 서브-프레임들 (Almost Blank Subframe)*"(이하, "ABS 서브-프레임들"이라 함)이라 불리는 특정 서브-프레임들 동안 매크로 노드가 완전히 뮤트되는 것을 허용함으로써, 그리고 단지 상기 ABS 서브-프레임들 동안에만 스몰 노드들이 이를 스몰 노드들에 연관된 사용자 장비들에게 송신하는 것을 허용함으로써, 스몰 노드들에 연관된 사용자 장비들에 대한 간섭을 감소시키는 일반적인 수법을 기반으로 하여 이루어진다.

[0017] 본원 출원인은 (특히, 비교적 많은 수의 사용자 장비들이 매크로 및 스몰 노드 측들에서 서비스를 제공받아야 할 경우에) 빈번한 매크로 및 스몰 노드들의 활성화들/비활성화들이 요구되기 때문에 ABS 서브-프레임들 동안 매크로 노드를 완전히 뮤트시키는 것이 최적의 전력 소비를 제공하지 않음을 발견하였다. 빈번한 매크로 및 스몰 노드들의 활성화들/비활성화들은 셀룰러 네트워크 장치의 수명과 같은 매개변수들, 결과적으로는 유지 비용들에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

[0018] 더욱이, 그러한 해결수법들은 대기시간들(latencies)(예컨대, 긴 처리 시간들에 기인하는 대기시간들) 때문에 고밀도의 스몰 노드들에 의해 야기되는 극히 동적인 조건들을 관리하는데 적합하지 않다.

[0019] 마지막으로 중요한 점으로는, 대부분의 선행기술의 해결수법들이 새로운 비-표준 메시지 세트들을 정의할 것을 요구하는데, 이는 대응하는 셀룰러 네트워크를 구현하기 어렵게 만든다.

[0020] 위에서 언급한 사항들을 고려하여, 본원 출원인은 (이종 셀룰러 네트워크들의 교환 데이터 트래픽에 대한 만족도를 증가시키면서) 이종 셀룰러 네트워크들의 전력 소비 및 간섭을 효과적으로 감소시키는 문제를 해결하려 하였고, 이를 달성하기 위해 ABS 서브-프레임들 동안 매크로 노드 측에서 낮은 전송 전력으로 송신할 수 있고 비-ABS 서브-프레임들 동안 스몰 노드 측에서 낮은 전송 전력으로 송신할 수 있는 능력을 기반으로 하여, 그리고 매크로 및 스몰 노드들 양자 모두의 측들에서의 현재 및 과거 트래픽 부하 조건들을 기반으로 하여 서브-프레임 단위로 데이터 전송을 동적으로 관리할 수 있는 해결수법을 고안하기에 이르렀다.

[0021] 본 발명의 하나 이상의 실시형태들은 독립청구항들에 기재되어 있으며, 본 발명의 하나 이상의 실시형태들의 유리한 특징들은 종속청구항들에 나타나 있는데, 상기 청구항들에서 사용된 자구표현(字句表現)은 (임의의 유리한 특징이 본 발명의 다른 어떤 실시형태에 준용되는 본 발명의 특정 실시형태를 참조하여 제공될 경우) 인용하여 그대로 본원 명세서에 포함되어 있다.

[0022] 더 구체적으로 기술하면, 본 발명의 한 실시형태는 매크로 노드 및 매크로 노드에 연관된 적어도 하나의 스몰 노드를 포함하는 셀룰러 네트워크에서, 서브-프레임을 기반으로 하여 데이터 전송을 관리하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은, 매크로 노드 측에서:

[0023] 상기 매크로 노드에 연관된 사용자 장비들로부터의 채널 품질 정보를 기반으로 하여, 매크로 노드의 제1 전송 전력에서 서비스를 제공받을 수 있는 제1 사용자 장비 그룹 및 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력보다 높은 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 서비스를 제공받아야 하는 제2 사용자 장비 그룹으로 상기 사용자 장비들을 그룹화하는 단계;

[0024] 서브-프레임 패턴을 결정하는 단계로서,

[0025] 상기 서브-프레임 패턴은,

[0026] - 상기 매크로 노드 측에서의 데이터 전송이 방지되는 무-전송 서브-프레임들의 수,

[0027] - 단지 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서만 상기 매크로 노드 측에서의 데이터 전송이 허용되는 제한-전송 서브-프레임들의 수, 및

[0028] - 상기 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 상기 매크로 노드 측에서의 데이터 전송이 허용되는 다수의 정상-전송 서브-프레임들의 수

[0029] 를 포함하며,

[0030] 상기 결정은 상기 매크로 노드의 전력 소비, 상기 매크로 노드에 연관된 데이터 트래픽, 및 데이터 트래픽 및

상기 적어도 하나의 스몰 노드의 간섭 조건들에 따라 상기 적어도 하나의 스몰 노드에 의해 요구된 최소 비-전송 및 제한-전송 서브-프레임 수를 기반으로 하여 이루어지는, 서브-프레임 패턴의 결정 단계; 및

[0031] 상기 서브 프레임 패턴에 따라 상기 매크로 노드에 연관된 상기 제1 및 제2 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들에 서비스를 제공하는 단계;

[0032] 를 포함한다.

[0033] 본 발명의 한 실시 예에 의하면, 상기 방법은, 각각의 스몰 노드 측에서:

[0034] 상기 스몰 노드에 연관된 사용자 장비들로부터의 채널 품질 정보를 기반으로 하여, 스몰 노드의 제1 전송 전력에서 서비스를 제공받을 수 있는 제1 사용자 장비 그룹 및 상기 스몰 노드의 제1 전송 전력보다 높은 스몰 노드의 제2 전송 전력에서 서비스를 제공받아야 하는 제2 사용자 장비 그룹으로 상기 사용자 장비들을 그룹화하는 단계;

[0035] 상기 비-전송, 제한-전송 및 정상-전송 서브-프레임들 중에서, 스몰 노드 측에서의 데이터 전송이 허용되는 바람직한 서브-프레임들을 결정하는 단계로서, 상기 결정은 상기 스몰 노드의 전력 소비, 상기 스몰 노드에 연관된 데이터 트래픽 및 상기 스몰 노드의 간섭 조건들을 기반으로 하여 이루어지는, 서브-프레임들의 결정 단계; 및

[0036] 상기 바람직한 서브-프레임들에 따라 상기 스몰 노드에 연관된 상기 제1 및 제2 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들에 서비스를 제공하는 단계;

[0037] 를 더 포함한다.

[0038] 본 발명의 한 실시 예에 의하면, 상기 매크로 노드 측에서의 그룹화 및 상기 각각의 스몰 노드 측에서의 그룹화 중 적어도 하나는 상기 매크로 및 스몰 노드들 각각 및 이에 연관된 사용자 장비들 간의 거리 관계를 기반으로 하여 이루어진다.

[0039] 본 발명의 한 실시 예에 따르면, 상기 방법은, 매크로 노드 측에서: 정상-전송 서브-프레임 동안 상기 매크로 노드의 제2 전송 전력보다는 오히려 제한-전송 서브-프레임 동안 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서 송신할 경우에 상기 매크로 노드에 영향을 미치는 데이터 전송 레이트 악화를 나타내는 제1 매개변수를 제공하는 단계;를 더 포함하며, 상기 매크로 노드 측에서의 결정은 또한 상기 제1 매개변수를 기반으로 하여 이루어진다.

[0040] 본 발명의 한 실시 예에 의하면, 상기 방법은, 상기 스몰 노드 측에서: 상기 스몰 노드가 비-전송 서브-프레임 동안 상기 스몰 노드의 제2 전송 전력에서 송신할 경우보다는 오히려 상기 매크로 노드가 제한-전송 서브-프레임 동안 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서 송신할 경우 상기 스몰 노드에 영향을 미치는 데이터 전송 레이트 악화를 나타내는 제2 매개변수, 및 비-전송 서브-프레임 동안 상기 스몰 노드의 제2 전송 전력보다는 오히려 정상-전송 서브-프레임 동안 상기 스몰 노드의 제1 전송 전력에서 송신할 경우 상기 스몰 노드에 영향을 미치는 데이터 전송 레이트 악화를 나타내는 제3 매개변수를 제공하는 단계;를 더 포함하며, 상기 스몰 노드 측에서의 결정은 또한 상기 제2 및 제3 매개변수들을 기반으로 하여 이루어진다.

[0041] 본 발명의 한 실시 예에 의하면, 상기 방법은, 각각의 스몰 노드 측에서:

[0042] 상기 매크로 노드에 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임들의 수를 제공하는 단계로서, 이전의 데이터 전송 동안, 상기 스몰 노드에 연관된 사용자 장비들에 의해 인지되고 상기 매크로 노드에 의해 야기되는 간섭이 사전에 정의된 문턱값 미만인, 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임 수의 제공 단계;를 더 포함한다.

[0043] 본 발명의 한 실시 예에 의하면, 상기 방법은,

[0044] 각각의 스몰 노드 측에서:

[0045] 상기 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임들에서의 데이터 전송을 위해 상기 스몰 노드에 의해 할당되는 자원들의 백분율을 상기 매크로 노드에 제공하는 단계; 및

[0046] 상기 매크로 노드 측에서:

[0047] 상기 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임 수 및 상기 할당된 자원들의 백분율에 따라 상기 적어도 하나의 스몰 노드에 의해 요구되는 상기 최소 비-전송 및 제한-전송 서브-프레임들의 수를 계산하는 단계;

[0048] 를 더 포함한다.

[0049] 본 발명의 한 실시 예에 의하면, 상기 비-전송 및 제한-전송 서브-프레임들은 상기 서브-프레임 패턴의 거의 공백인 서브-프레임들을 정의하며, 상기 계산하는 단계는,

[0050] 각각의 스몰 노드에 대해

[0051] 상기 할당된 자원들의 백분율이 100%보다 낮은 경우 상기 할당된 자원들의 백분율 및 상기 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임 수 간의 곱으로서, 또는 이와는 달리 사전에 정의된 양만큼 증가한 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임들의 수로서 상기 스몰 노드에 의해 요구된 거의 공백인 서브-프레임들의 수를 계산하고,

[0052] 상기 사용 가능한 서브-프레임들의 수가 이전의 서브-프레임 패턴에서 구성된 거의 공백인 서브-프레임 수와는 다를 경우 상기 스몰 노드에 의해 요구된 제한-전송 서브-프레임 수 및 상기 스몰 노드에 의해 요구된 비-전송 서브-프레임의 수를 각각 0 및 상기 스몰 노드에 의해 요구된 상기 거의 공백인 서브-프레임들의 수로 설정하거나, 이와는 다른 경우 기 스몰 노드에 의해 요구된 제한-전송 서브-프레임 수 및 상기 스몰 노드에 의해 요구된 비-전송 서브-프레임의 수를 각각 상기 스몰 노드에 의해 요구된 상기 거의 공백인 서브-프레임들의 수 및 0으로 설정하는 단계, 및

[0053] 각각의 스몰 노드에 의해 요구된 비-전송 서브-프레임들의 수들 중에서의 최대로서 상기 적어도 하나의 스몰 노드에 의해 요구된 최소 비-전송 서브-프레임 수를 계산하고, 각각의 스몰 노드에 의해 요구된 제한-전송 서브-프레임 수들 중에서의 최대 및 상기 적어도 하나의 스몰 노드에 의해 요구된 상기 최소 비-전송 서브-프레임 수 간의 차에 따라 상기 적어도 하나의 스몰 노드에 의해 요구된 최소 제한-전송 서브-프레임 수를 계산하는 단계

[0054] 를 포함한다.

[0055] 본 발명의 한 실시 예에 의하면, 상기 결정하는 단계는,

[0056] 사용 가능한 자원들이 충분하다면:

[0057] 정상 전송 서브-프레임들이 전력 소비 관점에서 바람직하다면, 상기 정상 전송 서브-프레임 수를 상기 제1 및 제2 사용자 장비 그룹들 양자 모두에 속하는 상기 사용자 장비들에 대해 요구된 서브-프레임 수로서 결정하는 단계를 포함하거나,

[0058] 정상 전송 서브-프레임들이 전력 소비 관점에서 바람직하지 않다면:

[0059] 상기 정상 전송 서브-프레임 수를 단지 상기 제2 사용자 장비 그룹에 속하는 사용자 장비들에 대해서만 요구된 서브-프레임 수로서 결정하고,

[0060] 상기 제1 사용자 장비 그룹에 속하는 상기 사용자 장비들에 대해 요구된 서브 프레임의 수, 상기 부하를 소거하기 위해 요구된 서브-프레임 수 및 상기 서브-프레임 패턴에서 사용 가능한 제한-전송 서브-프레임 수에 따라 상기 제한-전송 서브-프레임 수를 결정하는 단계를 포함한다.

[0061] 본 발명의 한 실시 예에 의하면, 상기 결정하는 단계는,

[0062] 사용 가능한 자원들이 충분하지 않은 경우, 상기 제1 및 제2 사용자 장비 그룹들 양자 모두에 속하는 상기 사용자 장비들에 대한 최대 요구된 서브-프레임 수를 기반으로 하여 상기 제한-전송 서브-프레임 수 및 상기 정상 전송 서브-프레임 수를 결정하여, 과부하를 시그널링하는 단계

[0063] 를 포함한다.

[0064] 본 발명의 한 실시 예에 의하면, 상기 방법은, 정상 전송 서브-프레임 동안, 비-전송 서브-프레임에서 자원과 함께 송신될 수 있는 데이터의 양을 송신하기 위해 소비된 전력을 나타내는 제1 전력 소비, 및 제한-전송 서브-프레임 동안, 비-전송 서브-프레임에서 자원과 함께 송신될 수 있는 데이터의 양을 송신하는데 소비된 전력을 나타내는 제2 전력 소비를 계산하는 단계를 더 포함한다. 상기 비-전송 및 제한 전송 서브-프레임들은 거의 공백인 서브-프레임들을 정의하며, 스몰 노드 측에서 결정하는 단계는,

[0065] 거의 공백인 서브-프레임들 동안 스몰 노드의 전력 소비가 상기 제1 및 제2 전력 소비들 사이에 있는 경우, 상기 정상-전송 서브-프레임들을 바람직한 서브-프레임들로서 정의하는 단계를 포함하거나,

[0066] 상기 제2 전력 소비가 거의 공백인 서브-프레임들 동안의 스몰 노드의 전력 소비와 상기 제1 전력 소비 사이에 있는 경우, 상기 비-전송 서브-프레임들을 바람직한 서브-프레임들로서 정의하는 단계를 포함하거나, 또는

[0067] 상기 제1 전력 소비가 거의 공백인 서브-프레임들 동안의 스몰 노드의 전력 소비와 상기 제2 전력 소비 사이에

있는 경우, 상기 비-전송 서브-프레임들을 바람직한 서브-프레임들로서 정의하는 단계를 포함한다.

[0068] 본 발명의 다른 한 실시형태는 상기 방법을 구현하는 컴퓨터 프로그램 제품에 관한 것이다.

[0069] 본 발명의 또 다른 실시형태는 셀룰러 네트워크에서 사용하기 위한 매크로 노드(macro node)에 관한 것이다. 상기 매크로 노드는,

[0070] 상기 매크로 노드에 연관된 사용자 장비들로부터의 채널 품질 정보를 기반으로 하여, 매크로 노드의 제1 전송 전력에서 서비스를 제공받을 수 있는 제1 사용자 장비 그룹 및 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력보다 높은 매크로 노드의 제2 전송 노드에서 서비스를 제공받아야 하는 제2 사용자 장비 그룹으로 상기 사용자 장비들을 그룹화하도록 구성되고,

[0071] 상기 매크로 노드는,

[0072] 서브-프레임 패턴을 결정하도록 구성되며,

[0073] 상기 서브-프레임 패턴은,

[0074] - 상기 매크로 노드 측에서의 데이터 전송이 방지되는 비-전송 서브-프레임들의 수,

[0075] - 단지 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서만 상기 매크로 노드 측에서의 데이터 전송이 허용되는 제한-전송 서브-프레임들의 수, 및

[0076] - 상기 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 상기 매크로 노드 측에서의 데이터 전송이 허용되는 정상-전송 서브-프레임들의 수

[0077] 를 포함하며,

[0078] 상기 결정은 상기 매크로 노드의 전력 소비, 상기 매크로 노드에 연관된 데이터 트래픽, 및 데이터 트래픽 및 상기 매크로 노드에 연관된 적어도 하나의 스몰 노드의 간섭 조건들에 따라 상기 매크로 노드에 연관된 적어도 하나의 스몰 노드에 의해 요구된 최소 비-전송 및 제한-전송 서브-프레임 수를 기반으로 하여 이루어지고,

[0079] 상기 매크로 노드는,

[0080] 상기 서브-프레임 패턴에 따라 상기 매크로 노드에 연관된 상기 제1 및 제2 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들에 서비스를 제공하도록 구성된다.

[0081] 본 발명의 또 다른 실시형태는 셀룰러 네트워크에서 사용하기 위한 스몰 노드에 관한 것이다. 상기 스몰 노드는,

[0082] 상기 스몰 노드에 연관된 사용자 장비들로부터의 채널 품질 정보를 기반으로 하여, 스몰 노드의 제1 전송 전력에서 서비스를 제공받을 수 있는 제1 사용자 장비 그룹 및 상기 스몰 노드의 제1 전송 전력보다 높은 스몰 노드의 제2 전송 전력에서 서비스를 제공받아야 하는 제2 사용자 장비 그룹으로 상기 사용자 장비들을 그룹화하도록 구성되고,

[0083] 상기 스몰 노드는,

[0084] 매크로 노드로부터 서브-프레임 패턴을 수신하도록 구성되며,

[0085] 상기 서브-프레임 패턴은,

[0086] - 상기 매크로 노드 측에서의 데이터 전송이 방지되는 비-전송 서브-프레임들의 수,

[0087] - 단지 상기 매크로 노드의 제1 전송 전력에서만 상기 매크로 노드 측에서의 데이터 전송이 허용되는 제한-전송 서브-프레임들의 수, 및

[0088] - 상기 매크로 노드의 제2 전송 전력에서 상기 매크로 노드 측에서의 데이터 전송이 허용되는 다수의 정상-전송 서브-프레임들의 수

[0089] 를 포함하며,

[0090] 상기 스몰 노드는,

[0091] 상기 비-전송, 제한-전송 및 정상-전송 서브-프레임들 중에서, 스몰 노드 측에서의 데이터 전송이 허용되는 바람직한 서브-프레임들을 결정하도록 구성되고, 상기 결정은 상기 스몰 노드의 전력 소비, 상기 스몰 노드에 연

관된 데이터 트래픽 및 상기 스몰 노드의 간섭 조건들을 기반으로 하여 이루어지며,

[0092] 상기 스몰 노드는,

[0093] 상기 바람직한 서브-프레임들에 따라 상기 스몰 노드에 연관된 상기 제1 및 제2 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들에 서비스를 제공하도록 구성된다.

[0094] 본 발명은 이종 셀룰러 네트워크들 내에서, 트래픽 부하 만족도를 충족시키면서, 전력 소비 및 간섭을 감소시키기 위해 매크로 및 스몰 노드 측들에서 데이터 전송을 동적으로 관리하는 것을 허용한다.

[0095] 더욱이, 본 발명은 적은 처리 시간을 필요로 하므로 다수의 매크로 및 스몰 노드들과 다수의 사용자 장비들을 갖는 대규모 이종 시나리오에서 사용되도록 적응된다.

[0096] 본 발명의 이들 및 다른 특징들 및 이점들은 이하 그의 몇몇 대표적이고 비-제한적인 실시 예들의 설명에 의해 명백해질 것이다. 더 나은 이해를 위해서는, 이하의 설명이 첨부도면들을 참조하여 읽혀져야 한다.

도면의 간단한 설명

[0097] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 셀룰러 네트워크의 일부를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 2는 본 발명의 한 실시 예에 따른 매크로 및 스몰 노드 작동 모듈들을 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 3은 본 발명의 한 실시 예에 따른 상기 작동 모듈들에서 이루어지는 작동들을 매크로 및 스몰 노드 측들 양자 모두로 예시하는 구획면(swim-lane) 활동을 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0098] 첨부도면들을 참조하면, 본 발명의 한 실시 예에 따른 셀룰러 네트워크(100)의 일부가 도 1에 개략적으로 도시되어 있다.

[0099] 상기 셀룰러 네트워크(100)(예컨대, 3GPP LTE/LTE-어드밴스트 표준에 부합 하는 셀룰러 네트워크(100))는 매크로 노드(M)와 같은 다수의 상대적으로 높은 전력 및 넓은 커버리지 송수신국(이하, 매크로 노드라 함)을 포함하며, 각각의 송수신국은 상대적으로 넓은 지리적 지역(또한 매크로 셀, 예컨대 형상이 육각형인 매크로 셀이라고도 함)을 통해 무선 커버리지를 제공하도록 구성되어 있고 상기 매크로 셀 내에서(상기 매크로 셀에 속하는/상기 매크로 셀에 의해 다루어지는) 다수(I 개)의 저전력 작은 커버리지 노드(예컨대, 피코, 마이크로, 및/또는 펨토 노드)가 이하에서는 스몰 노드(S_i)(본 예에서는 I=3 일 때 i=1,2,…I임)로 언급되며, 각각의 스몰 노드는 셀룰러 네트워크(100)의 용량을 증가하기 위해 개별 스몰 셀을 식별한다.

[0100] 상기 셀룰러 네트워크(100)는 사용자 장비들(UE)과 같은 대응하는 매크로 또는 스몰 셀들에 내재하는(다시 말하면 사용자 장비들(UE)과 같은 대응하는 매크로 또는 스몰 셀들에 연관된) 사용자 장비들(예컨대, 이동 전화들)이 데이터 트래픽(예컨대, 웹 브라우징, 이-메일링, 음성 또는 멀티미디어 데이터 트래픽)을 교환하는 것을 허용하도록 구성된다. 이하에서는, 본 발명에서 주로 다루어지는 다운 링크 통신(즉, 매크로 M 또는 스몰 S_i 노드들로부터 이에 연관된 사용자 장비들(UE) 로의 다운링크 통신)만 고려될 것이다.

[0101] 완벽을 기하기 위해, 통상의 기술자에게 잘 알려진 바와 같이, 매크로 M 및 스몰 S_i 노드들은 무선 액세스 네트워크를 형성한다. 또, 상기 무선 액세스 네트워크는 일반적으로 인터넷 및/또는 공중 교환 전화 네트워크들(예시되지 않음)과 같은 다른 네트워크들과 결합될 수 있는 하나 이상의 코어 네트워크들(도시되지 않음)과 통신 가능하게 결합된다.

[0102] 일반적으로 말하면, 본 발명에 따른 매크로 M 및 스몰 S_i 노드들은 효과적인 서브-프레임 컨피규레이션, 다시 말하면 사용자 장비들(UE)이 (이들에 연관된 매크로 M 또는 스몰 S_i 노드들에 의해) 사용자 장비들(UE)이 서비스를 제공받아야 하는 전송 전력의 유효한 컨피규레이션을 제공하는 구성 절차를 수행하도록 구성되며 상기 구성 절차 이후에는 (사전에 정해진 시간 길이(T)에 걸쳐) 데이터 전송이 이루어지게 된다. 3GPP LTE/LTE-어드밴스트 표준에 의하면, 데이터 전송은 서브-프레임을 기반으로 하여 이루어지며, 각각의 서브-프레임은 1ms의 "전송 시간 간격"(*Transmission Time Interva;*)"(*TTI*)의 시간 길이를 가지며 다수의 자원(다시 말하면, "*물리 자원 블록들*(*Physical Resources Blocks*)", 또는 PRB)을 대역폭 할당 및 PRB 가용성에 따라 포함한다.

[0103] 상기 제안된 발명은 3GPP LTE/LTE-어드밴스트 표준에 의해 제공되는, 매크로 M 및 스몰 S_i 노드 측들에서의 데

이터 전송을 대응하는 높은 전송 전력들(이하에서는, 각각 매크로 노드의 높은 전송 전력 및 스몰 노드의 높은 전송 전력이라 언급됨) 또는 대응하는 낮은 전송 전력들(이하에서는, 각각 매크로 노드의 낮은 전송 전력 및 스몰 노드의 낮은 전송 전력이라 언급됨)에서 수행할 수 있는 가능성을 이용한다. 이러한 가능성은 (셀룰러 네트워크(100) 및/또는 매크로(M) 및 스몰 S_i 노드들의 특정 설계 매개변수들에 또한 의존할 수 있는) 전송 전력들의 실제 설정과는 독립적이다. 단지 예로서, 매크로 노드 및 스몰 노드의 높은 전송 전력들은 각각 40W($\approx$46dBm) 및 1W($\approx$30dBm)로 설정될 수 있는 반면에, 매크로 노드 및 스몰 노드의 낮은 전송 전력들은 1W($\approx$30 dBm) 및 0.025W($\approx$14dBm)로 설정될 수 있다.

[0104] 본 발명의 한 실시 예에 따른 매크로 M 및 스몰 S_i 노드 작동 모듈들은 도 2에 개략적으로 도시되어 있다. 예비 고려사항으로서 지적되는 점은 "모듈(module)"이라는 용어의 사용이 본원 명세서에서 그의 (구현보다는 오히려) 기능 측면들을 강조하려고 한 점이다. 실제로, 일반성을 잃지 않고, 각각의 모듈은 소프트웨어(이 경우, 결과적으로 획득되는 알고리즘은 컴퓨터 프로그램이 컴퓨터 상에서 실행될 때 컴퓨터의 메모리 내로 직접 로드 가능한 컴퓨터 프로그램 제품에 포함된 적절한 소프트웨어 코드 수단에 의해 수행되는 것임), 하드웨어, 및/또는 이들의 조합에 의해 구현될 수 있다.

[0105] 설명의 용이함을 위해, 도 2는, 매크로 M 및 스몰 S_i 노드 측면들에 의해, 그리고 논리적 및 시간적 관점들에 의해, 각각의 *j-번째* 구성 절차(300j) 동안 상기 작동 모듈들에서 이루어지는 작동 흐름을 예시하는 구획면(swim-lane) 활동을 보여주는 도면인 도 3과 함께 검토될 것이다.

[0106] 기본적으로는, 각각의 *j-번째* 구성 절차(300_j) 동안, *N=T/TTI* 서브-프레임들의 서브-프레임 패턴(SP_j)은 매크로 M 및 스몰 S_i 노드 측들에서의 최적화된 데이터 전송을 위해 구성 및 이용된다. 이하에서는, 설명의 편의상, *j-번째* 구성 절차(300_j) 이후의 데이터 전송이 *j-번째* 데이터 전송이라고 또한 언급될 것이다.

[0107] 각각의 서브 프레임은 "거의 공백인 서브-프레임(*Almost Blank Sub-frame*)"(이하, ABS 서브-프레임) 또는 비-"거의 공백인 서브-프레임(*Almost Blank Sub-frame*)"(이하, 비-ABS 서브-프레임)이 되도록 (매크로 노드(M)에 의해) 구성 될 수 있다. 각각의 ABS 서브-프레임은 또 (매크로 노드(M)에서의 데이터 전송이 방지되는) 비-전송 ABS 서브 프레임, 또는 (매크로 노드(M)에서의 데이터 전송이 몇몇 사용자 장비들에만 국한되고 그리고 낮은 전송 전력에만 국한되는) 제한-전송 ABS 서브-프레임이 되도록 구성될 수 있다. 그 대신에, 각각의 비-ABS 서브-프레임 동안, 높은 전송 전력에서의 데이터 전송은 매크로 노드(M)(결과적으로는, 정상 서브-프레임이라고 또한 언급됨)에서 이루어진다. 이하에서 이해되겠지만, 비-ABS 서브 프레임들 동안(다시 말하면, 매크로 노드(M) 측에서의 데이터 전송이 매크로 노드의 높은 전송 전력에서 이루어질 경우) 스몰 노드(S_i) 측에서의 데이터 전송을 방지하는 것을 기반으로 하는 선행기술의 해결수법들과는 달리, 상기 제안된 발명은 에너지면에서 더 편리하다. 또한, ABS 서브-프레임들 중에서, 비-전송 및 제한 전송 ABS 서브-프레임들을 정의할 수 있는 가능성을 이용함으로써, 허용 가능한 간섭으로 매크로 M 및 스몰 S_i 노드 측 양자 모두에서의 동시 데이터 전송이 달성될 수 있다.

[0108] 본 발명의 목적을 위해, 서브-프레임 패턴(SP_j)은 (예컨대, 3GPP LTE/LTE-어드밴스트 표준에 의해 이미 제공된 "*ABS 패턴(ABS pattern)*"(AP) 메시지들을 이용함으로써) 서브-프레임이 ABS 서브-프레임인지 또는 비-ABS 서브-프레임인지 여부 및 (예컨대, 3GPP LTE/LTE-어드밴스트 표준에 의해 이미 제공된 "*측정 서브세트(Measurement Subset)*"(MS) 메시지들을 이용함으로써) ABS 서브-프레임이 제한-전송 또는 비-전송 ABS 서브-프레임인지 여부 양자 모두를 지정한다.

[0109] 매크로 M 및 스몰 S_i 노드들은 각각의 구성 절차(300_j)의 시작시, 매크로 M_i 및 스몰 S_i 노드들에 각각 연관된 사용자 장비들(UE)에 의해 제공/측정된 채널 품질에 관한 정보/보고들(예컨대, "*채널 품질 지시자(Channel Quality Indicator)*" 또는 CQI)을 *(j-1) 번째* 데이터 전송 동안 수신(단계들 305, 310)하도록 각각 구성되는 대응하는 측정 모듈들(205_M, 205_S)을 포함한다.

[0110] 상기 CQI 보고들을 기반으로 하여, 상기 측정 모듈(205_M)은 (상기 매크로 노드(M)의 스케줄링 모듈(210_M)에) 상기 매크로 노드(M)에 연관된 사용자 장비들(UE) 중에서, 매크로 노드의 낮은 전송 전력에서 상기 매크로 노드(M)에 의해 서비스를 제공받을 수 있는 사용자 장비들(UE)의 그룹/리스트(다시 말하면, 논리적 관점에 의해 그들이 연관지어져 있는 매크로 노드(M)에 "근접"해 있고 결과적으로는 근거리 사용자 장비 그룹($G_{N,M}$)로서 언급되

는 사용자 장비들(UE)의 그룹/리스트) 및 매크로 노드의 높은 전송 전력에서 상기 매크로 노드(M)에 의해 서비스를 제공받아야 하는 사용자 장비들(UE)의 그룹/리스트(다시 말하면, 논리적 관점에 의해 그들이 연관지어져 있는 매크로 노드(M)로부터 "멀리"있고 결과적으로는 이하에서 원거리 사용자 장비 그룹($G_{F,M}$)로서 언급되는 사용자 장비들(UE)의 그룹/리스트)를 제공하도록 구성된다.

[0111] 마찬가지로, 상기 CQI 보고들을 기반으로 하여, 각각의 스몰 노드(S_i)의 측정 모듈(205_S)은 (대응하는 스몰 노드(S_i)의 스케줄링 모듈(210_S)에) 상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 사용자 장비들 중에서, 스몰 노드의 낮은 전력 전송 모드에서 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 서비스를 제공받을 수 있는 사용자 장비들(UE)의 그룹/리스트를 포함하는 근거리 사용자 장비 그룹($G_{N,Si}$) 및 스몰 노드(S_i)에 연관되어 있는 사용자 장비들(UE) 중에서 스몰 노드의 높은 전송 전력에서 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 서비스를 제공받아야 하는 사용자 장비들(UE)의 그룹/리스트를 포함하는 원거리 사용자 장비 그룹($G_{F,Si}$)을 제공하도록 구성된다.

[0112] 일반성을 잃지 않고, 근거리 $G_{N,M}$, $G_{N,Si}$ 및 원거리 $G_{F,M}$, $G_{F,Si}$ 사용자 장비 그룹들의 제공은 매크로 M과 스몰 S_i 노드들 및 이들에 연관된 사용자 장비들(UE) 간의 거리 관계와 같은 다른 적합한 기준을 추가로 기반으로 하여 이루어질 수 있다. 예를 들면, 한 실시 예에 의하면, 상기 근거리 사용자 장비 그룹들($G_{N,M}$, $G_{N,Si}$)은 사전에 정의된 CQI 문턱값보다 높은 연관된 CQI를 지니는 모든 사용자 장비들(UE)을 포함할 수 있다.

[0113] 상기 측정 모듈(205_M)은 또한 비-ABS 서브-프레임 동안 매크로 노드의 높은 전송 전력에서보다는 오히려 제한-전송 ABS 서브-프레임 동안 매크로 노드의 낮은 전송 전력에서 송신할 때 상기 매크로 노드(M)에 영향을 미치는 데이터 전송 레이트 악화를 나타내는 매개변수 α를 계산하도록 구성된다. 실제로 비-ABS 서브-프레임들 동안, 상기 매크로 노드(M)는 낮은(또는 무시할 수 있는 정도의) 간섭에 직면하게 되고, 결과적으로는 데이터 전송 레이트는 실질적으로 최고 가능한 데이터 전송 레이트이다. 한 실시형태에 의하면, 상기 매개변수 α는 제한-전송 ABS 서브-프레임 동안 PRB 당 평균 바이트 수와 비-ABS 서브-프레임 동안 PRB 당 평균 바이트 수 간의 비율로서 계산된다.

[0114] 상기 측정 모듈(205_S)은 또한 상기 스몰 노드(S_i)가 비-전송 ABS 서브-프레임 동안 상기 스몰 노드의 높은 전송 전력에서 송신하는 경우보다는 오히려 상기 매크로 노드(M)가 제한-전송 ABS 서브-프레임 동안 상기 매크로 노드의 낮은 전송 전력에서 송신하는 경우 상기 스몰 노드(S_i)에 영향을 미치는 데이터 전송 레이트 악화를 나타내는 매개변수 δ를 제공하도록 구성되고, 실제로 상기 비-전송 ABS 서브-프레임들 동안, 상기 스몰 노드(S_i)는 낮은(또는 무시할 수 있는 정도의) 간섭에 직면하게 되며, 결과적으로는 데이터 전송 레이트는 실질적으로 최고 가능한 데이터 전송 레이트이며, 상기 측정 모듈(205_S)은 또한 비-전송 ABS 서브-프레임 동안 스몰 노드의 높은 전송 전력에서보다는 오히려 비-ABS 서브-프레임 동안 스몰 노드의 낮은 전송 전력에서 송신할 경우 상기 스몰 노드(S_i)에 영향을 미치는 데이터 전송 레이트 악화를 나타내는 매개변수 γ를 제공하도록 구성된다. 한 실시 예에 의하면, 상기 매개변수 δ는 제한-전송 ABS 서브-프레임 동안 PRB 당 평균 바이트 수와 비-전송 ABS 서브-프레임 동안 PRB 당 평균 바이트 수 간의 비율로서 계산되며, 상기 매개변수 γ는 비-ABS 서브-프레임 동안 PRB 당 평균 바이트 수와 비-전송 ABS 서브-프레임 동안 PRB 당 평균 바이트 수 간의 비율로서 계산된다. 이하에서 더 잘 검토되겠지만, 상기 매개변수들 α, δ, γ는 매크로 M과 스몰 S_i 노드 측들에서 최적화 프로세스들을 수행하는 데 사용될 것이다. 한 실시 예에 의하면, 제한-전송 및 비-전송 ABS 서브-프레임들 동안 그리고 비-ABS 서브-프레임 동안 PRB 당 바이트 수는 상기 사용자 장비들(UE)에 의해 보고된 CQI를 기반으로 하여 결정된다.

[0115] 상기 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명해지겠지만, *j-번째* 구성 절차(300_j)에서, ABS 및 비-ABS 서브-프레임들 동안 PRB 당 평균 바이트 수, 비-전송 ABS 서브-프레임 동안 PRB 당 평균 바이트 수, 및 제한-전송 ABS 서브-프레임 동안 PRB 당 평균 바이트 수는 *(j-1) 번째* 데이터 전송과 관련된다.

[0116] 예시된 바와 같이, 각각의 스몰 노드(S_i)는 (예컨대, X2 인터페이스를 통해) 상기 매크로 노드(M)의 상태 모듈(215)에 (단계 315)를 제공하도록 구성된다:

[0117] - 서브-프레임 패턴($SP_{(j-1)}$)의 제한-전송 ABS 서브-프레임들의 (예컨대, 3GPP LTE/LTE-어드밴스트 표준에 의해 제공된 "*사용 가능한 ABS 패턴(Usable ABS Pattern)*" 메시지로부터 획득된) 수(UAP_i), 이 경우 *(j-1) 번째* 데이

터 전송 동안, 상기 매크로 노드(M)에 의해 생성된 간섭은 *(j-1) 번째* 데이터 전송 동안, 동일한 제한-전송 ABS 서브-프레임들을 통해 수신한 (*i-번째* 스몰 노드(S_i)에 연관된) 사용자 장비들(UE)에 대하여 전력 소비 효율 면에서 허용 가능하다. 한 실시 예에 의하면, 상기 매크로 노드(M)에 의해 생성된 간섭은 상기 매개변수 δ가 사전에 정의된 문턱값보다 낮으면 허용 가능한 것으로 간주된다. UAP_i가 (현재의 *j-번째* 구성 절차의) (현재의, 다시 말하면 컨피규레이션 중에 있는) 서브-프레임 패턴(SP_j)에 대해 사용 가능한 ABS 서브-프레임들의 수를 나타내므로, 이는 또한 간결성을 위해 사용 가능한 ABS 서브-프레임들의 수로서 언급될 것이다.

[0118] - 상기 사용 가능한 서브-프레임들에서 데이터 전송을 위해 *i-번째* 스몰 노드(S_i)에 의해 스케줄링된 PRB들의 백분율(AS_i)("*ABS 상태(status)*").

[0119] UAP_i 및 AS_i를 기반으로 하여, 상기 상태 모듈(215)은 (단계 320)를 제공하도록 구성된다:

[0120] - 상기 스몰 노드들(S_i)에 의해 요구된 최소 제한-전송 ABS 서브-프레임들의 수($R_{ABS-lim}$)(다시 말하면, 상기 매크로 노드(M)가 매크로 노드의 낮은 전송 전력에서 데이터 전송을 제공하도록 요구된 ABS 서브-프레임들의 수), 및

[0121] - 상기 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 최소 비-전송 ABS 서브-프레임들의 수(R_{ABS-no})(다시 말하면, 상기 데이터 노드(M)가 데이터 전송을 회피하도록 요구된 ABS 서브-프레임들의 수).

[0122] $R_{ABS-lim}$ 및 R_{ABS-no}를 구하기 위해, 상기 상태 모듈(215)은 다음의 작동을 수행하는 것이 바람직하다:

[0123] a) 각각의 *i-번째* 스몰 노드(S_i)에 대해, 상기 스몰 노드들(S_i)에 의해 요구된 (제한된 전송이든 비-전송 ABS 서브-프레임이든) ABS 서브-프레임들의 수(R_{ABSi}) 가 먼저 다음과 같이 계산된다:

[0124] $AS_i < 100\%$일 경우, $R_{ABSi} = UAP_i * AS_i$이고

[0125] $AS_i = 100\%$일 경우, $R_{ABSi} = UAP_i + \Delta UAP$이다.

[0126] 다시 말하면, 스케줄링된 PRB들의 백분율 AS_i가 100 %보다 낮으면, R_{ABSi}는 *i-번째* 스몰 노드(S_i)에 의해 엄격하게 요구된 ABS 서브-프레임들의 수(다시 말하면, 상기 백분율 AS_i 때문에 감소된 사용 가능한 ABS의 서브-프레임들의 수(UAP_i))로 설정되는 반면에, 스케줄링된 PRB들의 백분율 AS_i가 100%와 같으면(다시 말하면, *i-번째* 스몰 노드(S_i)가 과부하 상태에 있는 경우), R_{ABSi}는 (예컨대, 사전에 정의된 양 ΔUAP, 예를 들면 ΔUAP = 1만큼) 사용 가능한 ABS 서브-프레임들의 수(UAP_i)보다 큰 ABS 서브-프레임들의 수로 설정된다.

[0127] b) *i-번째* 스몰 노드(S_i)로부터의 사용 가능한 ABS 서브-프레임들의 수(UAP_i)가 상기 스몰 노드(S_i)에 송신된 가장 최근의 서브-프레임 패턴(다시 말하면, 서브-프레임 패턴($SP_{(j-1)}$)과 비교된다. *i-번째* 스몰 노드(S_i)로부터의 사용 가능한 ABS 서브-프레임들의 수(UAP_i)가 가장 최근의 서브-프레임 패턴에서 구성된 ABS 서브-프레임들의 수와 다른 경우, 간섭은 *i-번째* 스몰 노드(S_i)에 대해 허용 가능하지 않은데, 결과적으로는 (이하에서는 $R_{ABS-lim,i}$로서 언급되는) *i-번째* 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 제한-전송 ABS 서브-프레임들의 수 및 (이하에서는 $R_{ABS-no,i}$로서 언급되는) *i-번째* 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 비-전송 ABS 서브-프레임들의 수가 각각 0 및 R_{ABSi}로 설정되는 데, 다시 말하면

[0128] $R_{ABS-lim,i} = 0$

[0129] $R_{ABS-no,i} = R_{ABSi}$

[0130] 이와는 달리, *i-번째* 스몰 노드(S_i)로부터의 사용 가능한 ABS 서브-프레임들의 수(UAP_i)가 가장 최근의 서브-프레임 패턴에서 구성된 ABS 서브-프레임들의 수와 동일할 경우, 간섭은 허용 가능한데, 결과적으로는 *i-번째* 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 제한-전송 ABS 서브-프레임들의 수($R_{ABS-lim,i}$) 및 *i-번째* 스몰 노드(S_i)에 의해 요구된 비-전송 ABS 서브-프레임들의 수($R_{ABS-no,i}$)가 각각 R_{ABSi} 및 0 로 설정되는 데, 다시 말하면

[0131] $R_{ABS-lim,i} = R_{ABSi}$

[0132] $R_{ABS-no,i} = 0$

[0133] c) 스몰 노드들(S_i)에 의해 요구된 최소 비-전송 ABS 서브-프레임들의 수(R_{ABS-no})는 $R_{ABS-no,i}$ 중에서의 최대인데, 다시 말하면

[0134] $R_{ABS-no}=max\ [R_{ABS-no,i}]$

[0135] 인 반면에, 상기 스몰 노드들(S_i)에 의해 요구된 최소 제한-전송 ABS 서브-프레임들의 수는

[0136] $R_{ABS-lim}=min\ [(max\ (R_{ABSi}) - R_{ABS-no}), 0]$

[0137] 이다.

[0138] 매크로 노드(M_i)는 또한 스몰 노드들(S_i)에 의해 요구된 최소 제한-전송 ABS 서브-프레임들의 수($R_{ABS-lim}$), 상기 스몰 노드들(S_i)에 의해 요구된 최소 비-전송 ABS 서브-프레임들의 수(R_{ABS-no}), 상기 매크로 노드(M)에 관련된 전력 모델들(예컨대, 매크로 노드의 높은 전력 전송을 위한 전력 모델, 및 매크로 노드의 낮은 전송 전력을 위한 전력 모델), 및 상기 매개변수 α를 수신하고, 상기 매크로 노드(M)에 연관된 사용자 장비들(UE)에 대한 (예컨대, PRB들의 수(K)와 관련한) 트래픽 요구들에 따라, 그리고 가능할 경우, 전력 소비를 최소화하면서 ($R_{ABS-lim}$ 및 R_{ABS-no}로 나타낸 바와 같은) 스몰 노드(S_i)에 연관된 사용자 장비들(UE)의 트래픽 요구들에 따라 서브-프레임 패턴(SP_j)을 제공(단계 325)하도록 구성된 최적화 모듈(220_M)을 포함한다.

[0139] 바람직하게는, 각각의 전력 모델은 할당된 PRB들의 수의 함수로서 전력 소비를 결정한다. 이하에서는, 편의성을 위해, 할당된 PRB 당 전력 소비 (P)(선형 전력 모델에 있어서는, P 가 선형 전력 모델의 일정 기울기임)에 대한 참조가 이루어질 것이다.

[0140] 이하의 내용에 의한 정의:

[0141] - $N_{non-ABS,min}$ 원거리 사용자 장비들(UE)에 대한 최소 서비스를 보장하기 위해, 예컨대, 대기시간 문제들을 위해 상기 매크로 노드(M)에 대해 예약될 수 있는 최소 비-ABS 서브-프레임들의 수;

[0142] - RB_N 서브-프레임에서의 자원들(다시 말하면, PRB들)의 수;

[0143] - N_{SP} 서브-프레임 패턴에서의 서브-프레임들의 수;

[0144] - $N_{non-ABS}$ 및 $N_{ABS-lim}$ 상기 서브-프레임들(SP_j)에서 구성될 비-ABS 및 제한-전송 ABS 프레임들의 수;

[0145] - K 및 K_{NEAR} 상기 매크로 노드(M)에 연관된 사용자 장비들(UE) 모두 및 상기 근거리 사용자 장비 그룹에 속하는 매크로 노드(M)에 연관된 사용자 장비들(UE)의 (예컨대, PRB들 면에서의) 트래픽 요구들; 및

[0146] - P_{ABS} 및 $P_{non-ABS}$ ABS 및 비-ABS 서브-프레임들 각각 동안 할당된 PRB 당 전력 소비들을 나타내며,

[0147] 상기 최적화 모듈(220_M)은 다음과 같이 작동된다.

[0148] 먼저, 상기 최적화 모듈(220_M)은 사용 가능한 자원들이 충분하지 않은지를 검사한다:

[0149] - 상기 매크로 노드(M)에 대해 최소 서비스를 부여하기 위해, 다시 말하면

[0150] $N_{non-ABS,min} > (N_{SP} - R_{ABS-no} - R_{ABS-lim})$; 또는

[0151] - 근거리 및 원거리 사용자 장비들(UE)의 서비스 제공을 위한 데이터 트래픽 요구들을 위해, 상기 근거리 사용자 장비들(UE)에 대해 상기 스몰 노드들(S_i)에 의해 요구된 최소 제한-전송 ABS 서브-프레임들의 수($R_{ABS-lim}$)를 만족시키기 위한 자원들이 충분하지 않다면, 다시 말하면

[0152] $\{K > [N_{SP} - R_{ABS-lim} - (1-\alpha) - R_{ABS-no}] * RB_N\} \wedge \{K_{NEAR} > R_{ABS-lim} * \alpha * RB_N\}$; 또는

[0153] - 단지 원거리 사용자 장비들(UE)만의 서비스 제공을 위한 데이터 트래픽 요구들을 위해, 상기 근거리 사용자 장비들(UE)에 대해 상기 스몰 노드들(S_i)에 의해 요구된 최소 제한-전송 ABS 서브-프레임들의 수($R_{ABS-lim}$)를 만족시키기 위한 자원들이 충분하다면, 다시 말하면

[0154] $\{K-K_{NEAR} > [N_{SP}-R_{ABS-lim}-R_{ABS-no}] * RB_N \} \wedge \{K_{NEAR} < R_{ABS-lim} * \alpha * RB_N\}$

[0155] 이 경우에는 기호 ^가 AND 논리 연산자를 나타낸다.

[0156] 사용 가능한 자원들이 충분하지 않은 경우(다시 말하면, 위의 조건들 중 하나가 확인되면), 제한-전송 서브-프레임 수($N_{ABS,lim}$) 및 정상-전송 서브-프레임 수 ($N_{non-ABS}$)는 근거리 사용자 장비들(UE) 및 원거리 사용자 장비들(UE)에 대한 최대 요구된 서브-프레임 수, 다시 말하면:

[0157] $N_{ABS-lim}=\min\{[K_{NEAR}/(RB_N * \alpha)], R_{ABS-lim}, (RB_N - N_{non-ABS,min})\}$

[0158] $N_{non-ABS}=\max\{N_{non-ABS,min}, (N_{SP}-N_{ABS-,lim})-R_{ABS-no}\}$

[0159] 그리고 과부하가 시그널링된다(이 경우에, 필요한 자원들 중 일부는 현재의 서브-프레임 패턴(SP_j)에서 할당되지 않게 된다).

[0160] 그 대신에, 비-ABS 서브-프레임들이 전력 소비 관점에서 바람직하다면, 다시 말하면:

[0161] $P_{non-ABS} \leq P_{ABS} / \alpha$

[0162] 비-ABS 서브-프레임 수($P_{non-ABS}$)는 근거리 및 원거리 사용자 장비들(UE) 양자 모두에 대한 요구된 서브-프레임 수로서 결정된다(또는 명시되지 않는다면, 근거리 및 원거리 사용자 장비들(UE) 양자 모두의 전체 부하를 반송(搬送)하는데 필요한 비-ABS 서브-프레임들 모두가 할당됨), 다시 말하면:

[0163] $N_{non-ABS}=\max\{N_{non-ABS,min}, \min [(N_{SP}-R_{ABS-no}-R_{ABS-lim}), K/RB_N]\}$

[0164] 이와는 달리, 비-ABS 서브-프레임들이 전력 소비 관점에서 바람직하지 않다면, 상기 비-ABS 서브-프레임들의 수는 단지 상기 원거리 사용자 장비들(UE)에 대해서만 요구된 서브-프레임들의 수로서 결정된다(비-ABS 서브-프레임들은 원거리 사용자 장비들(UE)의 부하를 반송하기에 완전히 충분하다), 다시 말하면:

[0165] $N_{non-ABS}=\max\{N_{non-ABS,min}, \min [(N_{SP}-R_{ABS-no}-R_{ABS-lim}), (K-K_{NEAR})/RB_N]\}$

[0166] 그리고 최소-전력 해결수법을 보장하기 위해 매크로 노드(M)가 송신하기로 한 ABS 서브-프레임 수(다시 말하면, $N_{ABS-lim}$)는 근거리 사용자 장비들에 대해 엄밀히 요구된 수, (비-ABS 서브-프레임들이 이미 프로비저닝될 수 있었다는 사실을 고려하면) 전체 부하를 제거하는데 요구된 수, 및 상기 서브-프레임 패턴(SP_j)에서의 상기 사용 가능한 서브-프레임 수가 초과되지 않도록 결정되는데, 다시 말하면:

[0167] $N_{ABS-lim}=\max\{0, \min\{[K_{NEAR}/(RB_N * \alpha)], [(K-RB_N*N_{non-ABS})/(RB_N * \alpha)], [(N_{SP}-R_{ABS-no}-N_{non-ABS}]\}\}$

[0168] 그러나, 이러한 방식으로 결정된 최소-전력 해결수법은 (상기 ABS 서브-프레임들이 비-ABS 서브-프레임들만큼 용량-효율적이지 않기 때문에) 충분한 용량을 가지지 않을 수 있는데, 다시 말하면:

[0169] $[RB_N * (\alpha * N_{ABS-lim} + N_{non-ABS})] < K$

[0170] 이 경우 (이미 검증된 바와 같이, 단지 $P_{non-ABS} > P_{ABS} / \alpha$일 경우에만 이루어짐), 전력 소비 효율과 용량 간의 절충이 수행되는 것이 바람직하며, ABS 서브-프레임들로부터 비-ABS 서브-프레임들로의 부하 시프팅은 다음과 같이 수행되는 것이 바람직하다:

[0171] $\Delta=[K-RB_N*(\alpha * N_{ABS-lim} + N_{non-ABS})]/[(1-\alpha)*RB_N]$

[0172] $N_{ABS-lim}= N_{ABS-lim}- \Delta$

[0173] $N_{non-ABS}= N_{non-ABS} + \Delta$

[0174] $N_{ABS-lim}$ 및 $N_{non-ABS}$는 서브-프레임 패턴(SP_j)을 결정하기 위해 사용되며, 그 후 서브-프레임 패턴(SP_j)은 예컨대,

X2 인터페이스를 통해 모든 스몰 노드들(S_i)에 그리고 전달(단계 330)되고, 그리고 "*동적 액세스 컨트롤러 (Dynamic Access Controller)*"(DAC) 모듈(225_M)에 전달(단계 335)된다.

[0175] 상기 서브-프레임 패턴(SP_j)에 의하면, 상기 DAC 모듈(225_M)은 각각의 서브- 프레임에 대해 어느 사용자 장비들(UE)이 데이터 수신에 적합한지를 상기 스케줄링 모듈(210_M)에 전달하도록 구성된다(예컨대, 원거리 사용자 장비들이 단지 매크로 노드의 높은 전송 전력에서만 서비스를 제공받을 수 있지만, 근거리 사용자 장비들은 어느 매크로 모드의 전송 전력이든 서비스를 제공받을 수 있다). 또, (본 발명에 대해 제한적이지 않은 적절한 스케줄링 기능/기준에 따른) 스케줄링 모듈(210_M)은 근거리 $G_{N,M}$ 또는 원거리 $G_{F,M}$ 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들에 대한 데이터 전송을 스케줄링하도록 구성된다.

[0176] 위의 내용과 마찬가지로, 각각의 스몰 노드(S_j)는 상기 서브-프레임 패턴(SP_j), 상기 스몰 노드(S_j)에 관련된 전력 모델들(예컨대, 스몰 노드의 높은 전송 전력에서의 데이터 전송을 위한 전력 모델, 및 스몰 노드의 낮은 전송 전력에서의 데이터 전송을 위한 전력 모델), 및 측정 모듈(205_S)로부터의 매개변수들 γ, δ를 수신하고, (상기 서브-프레임 패턴(SP_j)의) 어느 서브-프레임들 상에서 상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 상기 사용자 장비들(UE)이 데이터를 수신하도록 허용되는 지를 결정(단계 345)하도록 구성된 최적화 모듈(220_S)을 포함한다.

[0177] 이하의 내용에 의한 정의:

[0178] - $n_{non-ABS}$, $n_{ABS,,lim}$ 및 $n_{ABS,,no}$ 상기 스몰 노드(S_i)용으로 구성될 비-ABS, 제한-전송 및 비-전송 ABS 프레임들 각각의 수; 및

[0179] - k 및 k_{NEAR} 상기 스몰 노드(S_i)에 연관된 사용자 장비들(UE) 모두 및 상기 근거리 사용자 장비 그룹($G_{N,S}$)에 속하는 스몰 노드(S_i)에 연관된 사용자 장비들(UE)에 대한 (PRB들의 수 측에서의) 트래픽 요구들;

[0180] - ρ_{ABS} 및 $\rho_{non-ABS}$는 상기 스몰 노드(S_i)에 대해, ABS 및 비-ABS 서브-프레임들 동안 각각 할당된 PRB 당 전력 소비들을 나타내고,

[0181] 상기 최적화 모듈(220_S)은 사용될 서브-프레임들의 컨피규레이션(다시 말하면, 제한-전송 ABS 서브-프레임들, 상기 비-전송 ABS 서브-프레임들 및 상기 비-ABS 서브-프레임들 중의 어느 서브-프레임들이 사용되어야 할지 그리고 어느 순서로 사용되어야 할지)을 결정하는 것을 허용하는 전력 소비 비교들을 기반으로 하여 작동된다. 대표적인 고려된 실시 예에 의하면, 이하에서 더 구체적으로 설명되겠지만, $\rho_{non-ABS}/\gamma$, 및 ρ_{ABS}/δ가 비교 먼으로서 사용되는데, 이 경우에

[0182] - $1/\gamma$은 비-전송 ABS 서브-프레임에서 PRB로 획득 가능한 동일한 양의 데이터를 획득하기 위해 비-ABS 서브-프레임에서 할당되어야 하는 PRB들의 수를 나타내며, 결과적으로는 $\rho_{non-ABS}/\gamma$가 비-ABS 서브-프레임 동안 비-전송 ABS 서브-프레임에서 PRB로 송신될 수 있는 데이터의 양을 송신하도록 소비되는 전력을 나타내고, 그리고

[0183] - $1/\delta$ 는 비-전송 ABS 서브-프레임에서 PRB로 획득할 수 있는 동일한 양의 데이터를 획득하기 위해 제한-전송 ABS 서브-프레임에서 할당되어야 하는 PRB들의 수를 나타내며, 결과적으로는 ρ_{ABS}/δ 는 제한-전송 ABS 서브-프레임 동안 비-전송 ABS 서브-프레임에서 PRB로 송신될 수 있는 데이터의 양을 송신하도록 소비되는 전력을 나타낸다.

[0184] 명시되지 않는다면, $\rho_{non-ABS}$ 및 ρ_{ABS}는 대응하는 전력 모델 기울기들을 나타내므로, 매개변수 γ 및 매개변수 δ에 의해 각각 $\rho_{non-ABS}$ 및 ρ_{ABS}를 나누거나 가중하는 것은 이러한 기울기들을 증가하는 것에 해당한다.

[0185] 한 실시 예에 의하면, 상기 최적화 모듈(220_S)은 다음과 같이 작동된다:

[0186] a) $\rho_{non-ABS} / \gamma \leq \rho_{ABS} \leq \rho_{ABS} / \delta$일 경우에,

[0187] 최선의 해결수단은 비-ABS 서브-프레임들을 먼저 이용하고, 이어서 비-전송 ABS 서브-프레임들을 이용하는 것이다. 제한-전송 ABS 서브-프레임들은 단지 최후의 수단으로만 사용되어야 하는데, 다시 말하면

[0188] $n_{non-ABS}=\min\{[k_{NEAR}/(RB_N * \gamma)], N_{non-ABS}\}$

[0189] $n_{ABS-no}=\min\{[K/RB_N - n_{non-ABS} * \gamma)], N_{ABS-no}\}$

[0190] $n_{ABS-lim}=\min\{[(K-n_{non-ABS} *RB_N * \gamma - n_{ABS-no} *RB_N)/(RB_N * \gamma)], N_{ABS-lim}\}$

[0191] b) $\rho_{ABS} \leq \rho_{ABS} / \delta \leq \rho_{non-ABS} / \gamma$ 일 경우에,

[0192] 최선의 해결수단은 비-전송 ABS 서브-프레임들을 먼저 이용하고, 이어서 단지 제한-전송 ABS 서브-프레임들만을 이용하는 것이다. 비-ABS 서브-프레임들은 단지 최후의 수단으로만 사용되어야 하는데, 다시 말하면

[0193] $n_{ABS-no}=\min\{[k/RB_N)], N_{ABS-no}\}$

[0194] $n_{ABS-lim}=\min\{[(K-n_{ABS-no}*RB_N)/(RB_N * \delta)], N_{ABS-lim}\}$

[0195] $n_{non-ABS}=\min\{[k/(RB_N - n_{ABS-lim} * \delta - n_{ABS-no})], N_{non-ABS}, [(k_{NEAR})/(RB_N * \gamma)]\}$

[0196] c) $\rho_{ABS} \leq \rho_{non-ABS} / \gamma \leq \rho_{ABS} / \delta$ 일 경우에,

[0197] 최선의 해결수단은 비-전송 ABS 서브-프레임들을 먼저 이용하고, 나중에 비-ABS 서브-프레임들을 이용하는 것이다. 상기 제한-전송 ABS 서브-프레임들만이 단지 최후의 수단으로만 사용되어야 하는데, 다시 말하면

[0198] $n_{ABS-no}=\min\{[k/RB_N)], N_{ABS-no}\}$

[0199] $n_{non-ABS}=\min\{[(k- n_{ABS-no} * RB_N)/(RB_N * \gamma)], N_{non-ABS}, [(k_{NEAR})/(RB_N * \gamma)]\}$

[0200] $n_{ABS-lim}=\min\{[(K-n_{ABS-no}*RB_N - n_{non-ABS} *RB_N * \gamma)], N_{ABS-lim}\}$

[0201] 다시 말해서, 상기 최적화 모듈(220_S)은 상기 서브-프레임 패턴(SP_j)의 비-전송 $N_{ABS,no}$ 및 제한-전송 $N_{ABS,,lim}$ 서브-프레임들 및 비-ABS 서브-프레임들($N_{non-ABS}$) 중에서, 스몰 노드(S_i) 측에서의 데이터 전송이 에너지적으로 편리하게 되는 바람직한 서브-프레임들을 결정하도록 구성된다.

[0202] 상기 최적화 모듈(220_S)로부터의 $n_{ABS-lim}$, $n_{non-ABS}$ 및 n_{ABS-no} 는 상기 DAC 모듈(225_S)에 전달된다(단계 350). 상기 DAC 모듈(225_S)은 각각의 서브- 프레임에 대해 어느 사용자 장비들(UE)이 데이터 수신에 적합한지를 상기 스케줄링 모듈(210_S)에 전달하도록 구성된다(예컨대, 원거리 사용자 장비들은 단지 스몰 노드의 높은 전송 전력에서만 서비스를 제공받을 수 있는 반면에, 근거리 사용자 장비들은 어느 스몰 노드의 전송 전력이라도 서비스를 제공받을 수 있다). 또, (본 발명에 대해 제한적이지 않은 적합한 스케줄링 기능/기준에 따른) 상기 스케줄링 모듈(210_S)은 근거리 $G_{N,S}$ 또는 원거리 $G_{F,S}$ 사용자 장비 그룹들의 사용자 장비들에 대해 데이터 전송을 스케줄링하도록 구성된다(단계 355).

[0203] 본 발명 덕분에, 매크로 M 및 스몰 S_i 노드 측들 양자 모두에서의 데이터 전송의 동적 관리가 달성되어 전력 소비 및 간섭 감소에 대해 최적화된다. 더욱이, 상기 제안된 발명은 3GPP LTE/LTE-A 표준에 의해 이미 제공된 (X2 인터페이스를 통해 교환되는) 표준 메시지들을 이용하고, 새로운 비-표준 메시지들의 집합들을 정의할 필요가 없는데, 그 이유는 선행기술의 해결수법들이 그 대신에 새로운 비-표준 메시지들의 집합들을 정의해 놓고 있기 때문이다.

[0204] 물론, 국부적인 특정 요구를 만족시키기 위해, 통상의 기술자는 많은 논리적 그리고/또는 물리적 변형들 및 변경들을 적용할 수 있다. 더 구체적으로 기술하면, 본 발명이 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 특정 정도의 상세함을 가지고 설명되었지만, 여기서 이해하여야 점은 다른 실시 예들뿐만 아니라 형태 및 세부사항에서의 다양한 생략, 대체 및 변경이 가능하다는 점이다. 특히, 본 발명의 다른 실시 예들은 심지어 본 발명의 더 철저한 이해를 제공하기 위해 이전의 설명에 기재된 특정한 세부사항을 가지지 않고서도는 실시될 수 있다. 이와는 반대로, 불필요한 세부 사항으로 상기 설명을 방해하지 않도록 생략 또는 단순화되었을 수도 있다. 더욱이, 본원 명세서에서 명시적으로 의도된 점은 본 발명의 임의의 개시된 실시 예에 관련하여 기재된 특정 요소들 및/또는 방법단계들이 일반적인 설계 선택의 사항으로서 다른 어떤 실시 예에 통합될 수 있다.

[0205] 더 구체적으로 기술하면, 본 발명은 동등한 방법(유사한 단계들을 사용하거나, 필수적이지 않은 일부 단계들을 제거하거나, 부가적인 옵션 단계들을 추가함으로써)을 통해 구현되기에 적합하고, 더욱이 상기 단계들은 상이한

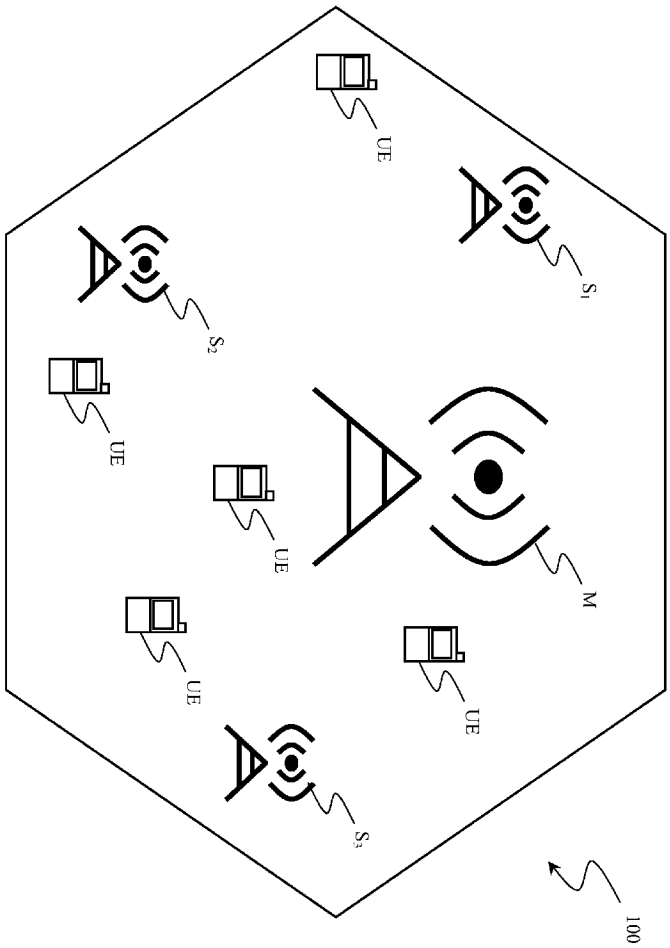
순서로, 동시에 또는 인터리브 방식으로 (적어도 부분적으로) 수행될 수 있다.

[0206] 그 외에도, 무선 통신 네트워크가 다른 구조를 가지거나 동등한 구성요소들을 포함하거나 다른 작동 특징들을 갖는 경우 유사한 고려사항들이 적용된다. 어떤 경우라도, 그의 임의의 구성요소가 여러 요소로 분할될 수도 있고, 2개 이상의 구성요소들이 단일의 요소로 결합될 수도 있으며, 그 외에도, 각각의 구성요소가 해당 작동들을 병렬로 실행하는 것을 지원하기 위해 복제될 수 있다. 여기서 또한 유념해야 할 점은 서로 다른 구성요소들 간의 임의의 상호 작용이 일반적으로 (달리 명시되지 않는 한) 연속적일 필요는 없으며, 하나 이상의 중개자들을 통해 직접 및 간접적 양자 모두로 이루어질 수 있는 점이다.

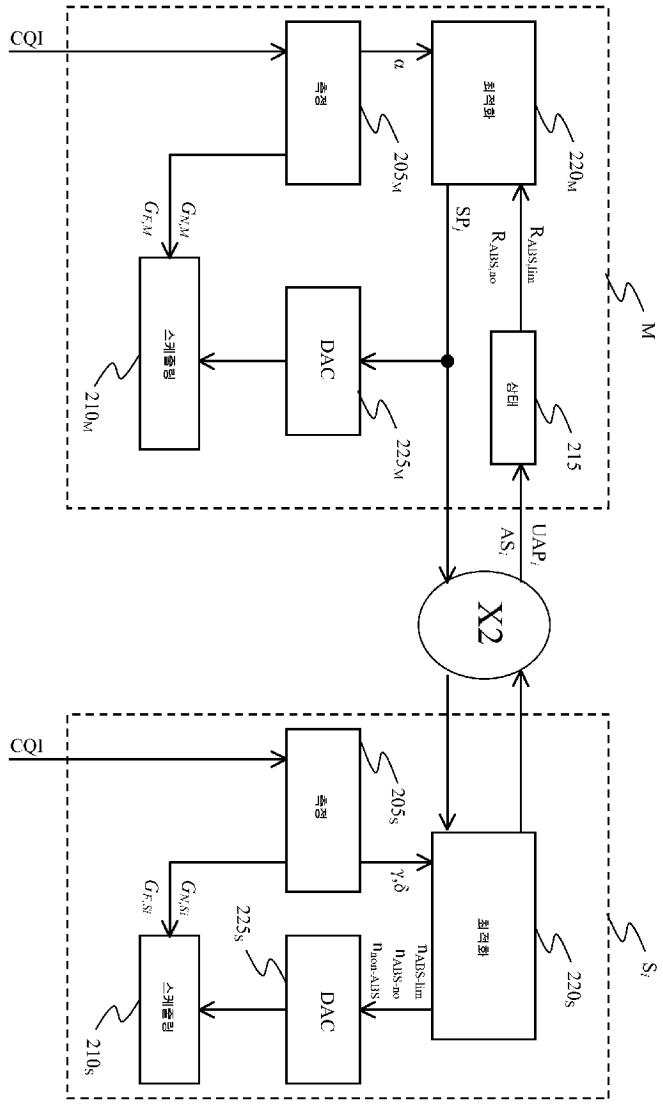
[0207] 더욱이, LTE/LTE-어드밴스트 표준을 기반으로 한 무선 통신 네트워크에 대한 명시적인 언급이 이루어졌지만, 여기서 이해하여야 할 점은 임의의 특정 무선 통신 시스템 아키텍처 또는 프로토콜의 구현으로 제한하는 것은 본원 출원인의 의도들이 아니다. 이와 관련하여, 적절하고 간단한 수정으로, 상기 스몰 노드들의 동적 활성화 /비활성화를 위한 상기 제안된 방법은 배치 이질성을 특징으로 하는 다른 어떤 통신 네트워크(예컨대, 2G 및 3G 무선 통신 네트워크들)에 적용될 수 있다.

도면

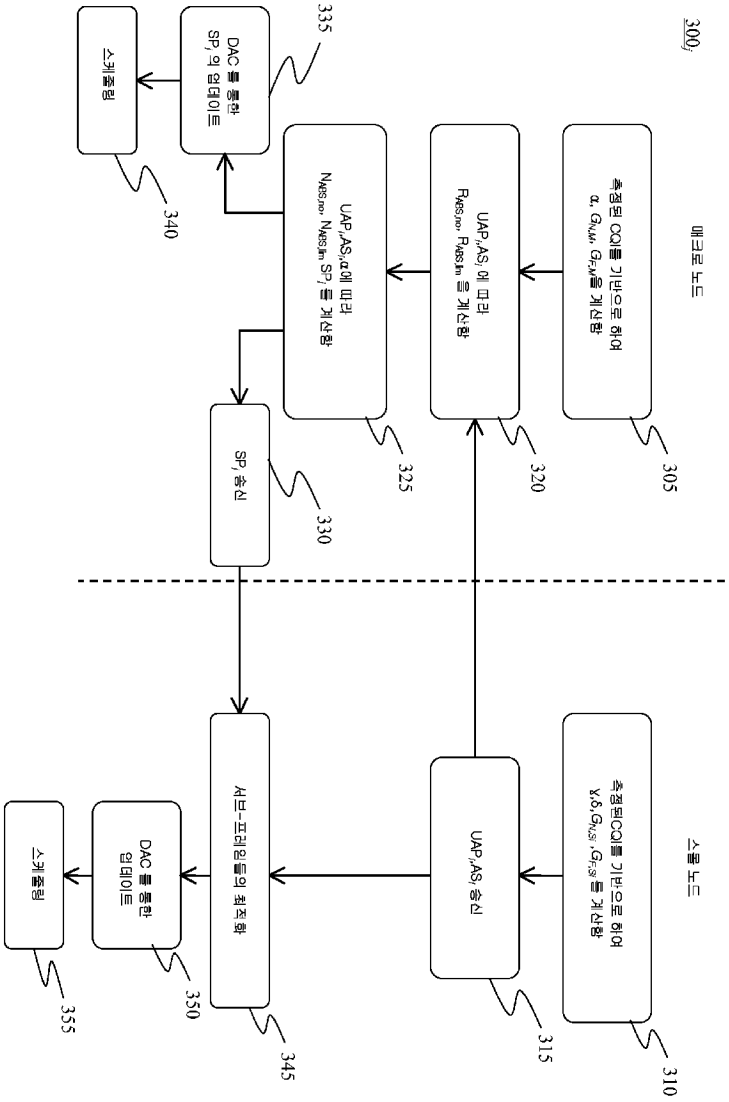
도면1



도면2


CQI
측정
최적화
205_M
220_M
α
$G_{F,M}$
$G_{N,M}$
SP_j
$R_{AABS,no}$
$R_{AABS,lim}$
M
스케줄링
DAC
상태
210_M
225_M
215
AS_j
UAP_j
X2
CQI
측정
최적화
205_S
220_S
γ,δ
$G_{F,Sj}$
$G_{N,Sj}$
225_S
$n_{AABS-lim}$
$n_{AABS-no}$
$n_{noor-AABS}$
S_j
스케줄링
DAC
210_S

도면3


300
매크로 노드
측정된 CQI를 기반으로 하여 α, $G_{N,M}$, $G_{F,M}$을 계산함
305
UAP$_i$,AS$_i$ 에 따라 $R_{ABS,no}$, $R_{ABS,lim}$ 을 계산함
320
UAP$_i$,AS$_i$,α에 따라 $N_{ABS,no}$, $N_{ABS,lim}$ SP_i 를 계산함
325
DAC 를 통한 SP_i 의 업데이트
335
스케줄링
340
SP_i 송신
330
스몰 노드
측정된CQI를 기반으로 하여 γ,δ,$G_{N,SI}$, $G_{F,SI}$ 를 계산함
310
UAP$_i$,AS$_i$ 송신
315
서브-프레임들의 최적화
345
DAC 를 통한 업데이트
350
스케줄링
355