(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월04일
(11) 등록번호 10-2173747
(24) 등록일자 2020년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 72/08 (2009.01) *H04W 72/12* (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 72/082 (2013.01)
H04W 72/1231 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7032192
(22) 출원일자(국제) 2014년05월08일
심사청구일자 2019년04월15일
(85) 번역문제출일자 2016년11월17일
(65) 공개번호 10-2017-0009867
(43) 공개일자 2017년01월25일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2014/059490
(87) 국제공개번호 WO 2015/169380
국제공개일자 2015년11월12일
(56) 선행기술조사문헌
US20100261469 A1*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 13 항

(73) 특허권자
텔레콤 이탈리아 소시에떼 퍼 아찌오니
이탈리아 밀라노 20123 비아 가에타노 네그리 1
(72) 발명자
카레티 마르코
이탈리아 아이-10148 토리노 비아 지. 레이스 로몰리 274 텔레콤 이탈리아 소시에떼 퍼 아찌오니
나르디니 조반니
이탈리아 아이-56122 피사 비아 카루소 16 우니베르시타 디 피사 - 디파르티멘토 디 인제네리아 델린포르마치오네
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

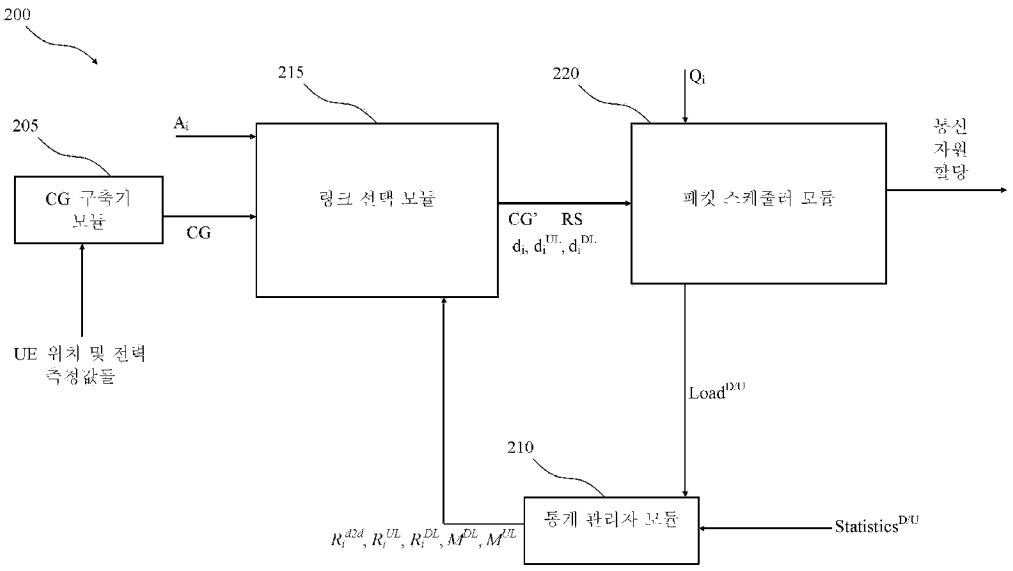
심사관 : 정남호

(54) 발명의 명칭 **무선 통신 네트워크에서 기기 간 통신을 구현하기에 적합한 자원 할당 시스템 및 방법**

(57) 요 약

이동 통신 네트워크에서 사용자 장비(110a-f; 410a-c)에 의해 수행되는 통신들(c_i)에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법이 제안되어 있다. 상기 방법은, 이용 가능한 통신 자원들의 분량에 대한 제1 표시(M^{DL}, M^{UL})를 수신하는 단계; 사용자 장비 간의 간섭 통신들에 대한 정보를 획득하는 단계; 통신 자원들이 할당되어야 할 사용자 장비 간의 각각의 통신에 대해: 기반구조-기반 통신에 대해 그리고 기기 간 통신에 대해 이용 가능한 통신 속도에 대한 제2 표시(R_i^{D2D}, R_i^{UL}, R_i^{DL})를 수신하는 단계; 상기 각각의 통신에 요구되는 통신 속도에 대한 제3 표시(A_i)를 수신하는 단계; 상기 제1, 제2 및 제3 표시 및 상기 간섭 통신들에 대한 정보에 기반하여 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택을 이루는 단계; 및 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택에 기반하여 각각의 통신에 통신 자원들을 할당하는 단계;를 포함한다.

대 표 도



(72) 발명자

로살리 안드레아

이탈리아 아이-56021 카시나 (피사) 비아 IV 노벰브레 4

사벨라 다리오

이탈리아 아이-10148 토리노 비아 지. 레이스 로몰리 274 텔레콤 이탈리아 소시에떼 퍼 아찌오니

스테아 조반니

이탈리아 아이-56122 피사 비아 카루소 16 우니베르시타 디 피사 - 디파르티멘토 디

비르디스 안토니오

이탈리아 아이-56122 피사 비아 카루소 16 우니베르시타 디 피사 - 디파르티멘토 디

(56) 선행기술조사문헌

US20090011778 A1*

R. Zhang et al., "Interference-aware graph based resource sharing for device-to-device communications underlaying cellular networks", 2013 IEEE WCNC, pp.140-145(2013.04.)*

S. Wen et al., "QoS-aware mode selection and resource allocation scheme for device-to-device (D2D) communication in cellular networks", 2013 IEEE ICC, pp.101-105, IEEE(2013.06.)

JP2013524640 A

WO2013112465 A1

Alcatel-Lucent Shanghai Bell et al., R1-132993, Consideration of Interference Mitigation for D2D Communication, 3GPP TSG RAN WG1 #74, 3GPP 서버공개일(2013.08.10.)

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

이동 통신 네트워크에서 사용자 장비(110a-f; 410a-c)에 의해 수행되는 통신들(c_i)에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법으로서,

상기 방법은, 상기 이동 통신 네트워크의 통신 시스템(200)에서,

a) 이용 가능한 통신 자원들의 분량(M^{DL}, M^{UL})에 대한 제1 표시를 수신하는 단계;

b) 사용자 장비 간의 간섭 통신들에 대한 정보를 획득하는 단계;

통신 자원들이 할당되어야 할 사용자 장비 간의 각각의 통신에 대해:

c) 기반구조-기반 통신에 대해 그리고 기기 간 통신에 대해 이용 가능한 통신 속도(R_i^{D2D}, R_i^{UL}, R_i^{DL})에 대한 제2 표시를 수신하는 단계;

d) 상기 각각의 통신에 요구되는 통신 속도에 대한 제3 표시(A_i)를 수신하는 단계;

e) 상기 제1, 제2 및 제3 표시 및 상기 간섭 통신들에 대한 정보에 기반하여 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택을 이루는 단계; 및

f) 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택에 기반하여 각각의 통신에 통신 자원들을 할당하는 단계;

를 포함하며,

상기 단계들 a), b), c), d), 및 e)는 상기 단계 f)가 수행되는 주기(TTI)보다도 긴 주기(TLS)로 수행되고,

각각의 통신은 복수 개의 데이터 패킷들을 포함하며 상기 단계 f)의 주기(TTI)는 이동 통신 네트워크에서의 전송 기간에 상응하는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 간섭 통신들에 대한 정보를 획득하는 단계는 이동 통신 네트워크 내의 사용자 장비의 위치 및 전력 측정값들에 대한 정보에 기반하여 수행되는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 간섭 통신들에 대한 정보를 획득하는 단계는,

- 이동 통신 네트워크 내의 사용자 장비의 위치 및 전력 측정값들에 대한 정보를 기반으로 하여 충돌 그래프(conflict graph; CG) 및 확장된 충돌 그래프(CGe)를 구축하는 단계;

를 포함하고,

상기 충돌 그래프 및 상기 확장된 충돌 그래프는 통신 사용자 장비의 쌍들 간의 간섭을 나타내는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 방법은,

- 상기 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택에 기반하여 상기 충돌 그래프 및 상기 확장된 충돌 그래프를 수정함으로써 수정된 충돌 그래프(CG') 및 수정된 확장된 충돌 그래프(CGe')를 생성하는 단계;

를 부가적으로 포함하는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 통신 자원들을 할당하는 단계는 상기 수정된 충돌 그래프 및 상기 수정된 확장된 충돌 그래프에 기반하여 부가적으로 수행되는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 표시 및 상기 제2 표시는 지속적인 통신들에 대한 다운링크/업링크 통신 자원들의 사용량 메트릭($Statistics^{D/U}$)에 기반하여 이루어지는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 표시 및 상기 제2 표시는 상기 통신 자원들을 할당하는 단계에 의해 실제로 할당되는 다운링크/업링크 통신 자원들($Load^{D/U}$)에 대한 정보에 기반하여 부가적으로 이루어지는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

이동 통신 네트워크는 이동 통신 네트워크의 커버리지 영역의 부분들인 복수 개의 셀들(400a, 400b)을 포함하고,

상기 방법은,

선택된 셀 그룹 내의 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하도록 이루어지는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 방법은,

상기 선택된 셀 그룹의 각각의 인접 셀들(400a, 400b)에 대해,

- 상기 셀 그룹의 각각의 인접 셀의 일부(420_A, 420_B)를 포함하는 간섭 지역(420)을 정하는 단계;

를 부가적으로 포함하며,

서로 다른 셀들의 사용자 장비 간의 기기 간 통신들은 기반구조-기반 통신들을 수행하는 간섭 지역 내의 다른 사용자 장비에 기인한 간섭들에 직면하고 기반구조-기반 통신들이 기기 간 통신들에 기인한 간섭들에 직면하는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 방법은,

- 상기 간섭 지역 내에 포함되어 있는 사용자 장비의 리스트를 생성하는 단계; 및

- 상기 간섭 지역 내에서 비-간섭 방식으로 상기 리스트의 사용자 장비에 할당될 통신 자원들을 나타내는 단계;

를 부가적으로 포함하는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

청구항 13

사용자 장비(110a-f; 410a-c)의 통신을 관리하는 이동 통신 네트워크로서, 이동 통신 네트워크는 복수 개의 셀들(100; 400a, 400b)로 나누어져 있는 커버리지 영역을 포함하고, 각각의 셀에는 상기 셀 내의 사용자 장비의 통신들을 관리하기 위한 무선 통신국이 구비되어 있으며,

이동 통신 네트워크는 제1항 및 제4항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 방법을 구현하도록 구성된 통신 시스템을 부가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는, 이동 통신 네트워크.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 통신 시스템은 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택을 이루도록 구성된 적어도 하나의 링크 선택 모듈(215; 515), 및 상기 각각의 통신에 대한 통신 자원 할당을 수행하도록 구성된 적어도 하나의 스케줄러 모듈(220; 520a, 520b)을 포함하며, 상기 적어도 하나의 링크 선택 모듈은 상기 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택에 따라 통신 자원들을 할당하기 위해 상기 적어도 하나의 스케줄러 모듈과 연결되어 있는, 이동 통신 네트워크.

청구항 15

제14항에 있어서,

적어도 하나의 링크 선택 모듈은 이동 통신 네트워크의 선택된 셀 그룹에서 이루어지는 통신들에 대해 상기 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택을 이루도록 구성된 링크 선택 모듈(515)을 포함하며, 상기 적어도 하나의 스케줄러 모듈은 복수 개의 스케줄러 모듈들(520a, 520b)을 포함하고 각각의 스케줄러 모듈은 이동 통신 네트워크의 대응하는 셀(400a; 400b)에서 각각의 통신에 대한 통신 자원들의 할당을 수행하도록 구성되어 있는, 이동 통신 네트워크.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 통신 시스템에 관한 것이다. 더 구체적으로 기술하면, 본 발명은 무선 또는 이동 통신 네트워크 분야에 관한 것이다. 좀더 구체적으로 기술하면, 본 발명은 무선 통신 네트워크에서 기기 간 통신을 구현하기에 적합한 자원 할당 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 대체로, 이동(셀룰러) 통신 네트워크에서는, 사용자 장비(User Equipment), 또는 간단히 말해서 UE로서 언급되

는 것이 일반적인 이동 통신 기기들(예컨대, 이동전화들, 스마트폰들 및 태블릿들) 간의 통신이 상기 통신 네트워크를 통해 이루어지는데, 상기 통신 네트워크의 대응하는 "서빙(serving)" 무선 트랜시버들(예컨대, 3GPP '장기간 진화(Long Term Evolution; LTE)'/LTE 어드밴스드(LTE Advanced; LTE-A) 시스템에서 동일하거나 서로 다른 eNodeB(evolved Node B)의 무선 트랜시버들)에 접속되어 있는 2개의 UE는 상기 무선 트랜시버들 및 상기 UE 간에 설정 및 종료되는 물리적 통신 채널(들)에 의해 서로 통신한다.

[0003] 이하에서 "기반구조 기반(infrastructure-based)" 통신, 또는 INFRA 통신이라고도 언급되는 그러한 전통적인 "2-홉(2-hop)" 통신의 대안으로서, 최근 들어 UE가 비교적 짧은 거리 내에 있게 될 경우 UE 간에 직접 통신하는 것이 또한 가능한 UE가 제공되어 왔다.

[0004] UE 간의 이러한 직접 무선 통신은 "기기 간(Device-to-Device)" 통신, 또는 D2D 통신이라고 일반적으로 언급되고 2개(또는 그 이상)의 UE에 의해 직접 확립되는 D2D 통신 링크들을 기반으로 하여 이루어진다. D2D 통신은 상기 통신 네트워크를 통해 이루어지지 않고 UE 간에 직접 설정 및 종료되는 물리적 통신 채널들을 통해 정보가 교환된다는 점에서 전통적인 INFRA 통신과는 다른 것이다.

[0005] UE 간에 직접 통신하는 UE 간의 D2D 통신 링크들은 상기 INFRA 통신들에서 사용되는 통신 주파수 범위에 포함된 주파수들을 통해 확립되는 것이 일반적이다. 따라서, 무시할 수 없는 간섭이 D2D 통신을 수행하는 UE들 부근에서, 특히 UE들이 D2D 통신들 용으로 사용되는 동일하고 그리고/또는 인접한 주파수들을 통한 통신을 수행할 경우 INFRA 통신들을 수행하는 UE에 미치게 되고, 그리고 이와는 반대로, D2D 통신들을 수행하는 UE들이 동일하거나 인접한 주파수들을 통해 INFRA 통신을 수행하는 인근의 UE들 때문에 간섭에 직면할 수 있다. INFRA 통신들을 수행하는 UE 및 D2D 통신들을 수행하는 UE에 의해 미치게 되는 이러한 상호 간섭은 상기 INFRA 및 D2D 통신들 양자 모두에 전반적인 성능 저하를 유발한다.

[0006] 그러므로 상기 LTE/LTE-A 시스템들에서의 물리적 자원 블록들-PRBs 또는 RBs-에 포함된 물리적 자원 요소들과 같은 통신(무선) 자원들은 만족스러운 네트워크 동작 성능(예컨대, 서비스 품질(Quality of Service) or QoS, 네트워크 용량, 에너지 효율, 처리량 등등에 관한 만족스러운 네트워크 동작 성능)을 달성하도록 INFRA 통신 및 D2D 통신을 수행하는 UE들 간에 신중하게 할당되어야 한다.

[0007] 본 기술에서는 INFRA 또는 D2D 통신들 간의 선택 및 이에 대한 통신 자원 할당을 위한 수단이 몇 가지 제안되어 왔다.

[0008] 예를 들면, 「Doppler, Yu, Ribeiro, Janis, "Mode selection for Device-to-Device Communication underlaying an LTE-Advanced Network", Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2010 IEEE, 18-21 April 2010」 에는 대응하는 달성 가능한 처리량들에 따라 INFRA 또는 D2D 통신들 중에서 선택하기 위한 모드 선택 스킴이 개시되어 있다.

[0009] 「Chien, Chen, Hsieh, "Exploiting Spatial Reuse Gain through Joint Mode Selection and Resource Allocation for Underlay Device-to-Device Communications" 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC), 24-27 Sept. 2012」 에는 모드 선택 및 통신 자원 할당 스킴이 개시되어 있다.

[0010] 「Mohammad Zulhasnine, Changcheng Huang, Anand Srinivasan, "Efficient Resource Allocation for Device-to-Device Communication Underlaying LTE Network", 6th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob), 11-13 Oct. 2010」 에는 전송 시간 간격(Transmission Time Interval) 타임스케일, 또는 TTI 타임스케일에서의 문제 해결을 위한 그리디 휴리스틱(greedy heuristics) 및 자원 할당을 위한 혼합된 정수 비선형 프로그램(Mixed Integer Non linear Program; MINLP)이 개시되어 있다.

[0011] 「Zhang, Cheng, Yang, Jiao, "Interference-Aware Graph Based Resource Sharing for Device-to-Device Communications Underlaying Cellular Networks", Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2013 IEEE, 7-10 April 2013」 에는 단일 셀의 커버리지 영역에서 INFRA 및 D2D 통신들에 자원들을 할당하기 위한 간섭-인지 그래프 기반 자원 공유 알고리즘이 개시되어 있다.

[0012] WO 2013/008167에는 D2D 이동 단말기들과 같은 여러 타입의 기기들 및 셀룰러, 이동 단말기들과 같은 다른 타입의 기기들을 지니는 하이브리드 통신 네트워크에서의 스케줄링을 용이하게 하는 방법, 장치 및 컴퓨터 프로그램 제품이 개시되어 있다. 이와 관련하여, D2D 스케줄링 활성 인자는 D2D 이동 단말기들 및 다른 이동 단말기들 양자 모두의 총 개수에 적어도 부분적으로 기반하여 네트워크 노드에 의해 계산된다. 상기 D2D 이동 단말기는 상

기 스케줄링 활성 인자를 사용하여 국부적으로 측정된 '신호 대 간섭 잡음 비(signal to interference plus noise ratio; SINR)' 정보를 네트워크 노드에 전송해야 할 때를 결정한다. 상기 D2D 이동 단말기들은 상기 SINR 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 다른 이동 단말기들과는 별개로 네트워크 노드에 의해 스케줄링될 수 있다.

[0013] US 2013/0322413에는 D2D 통신 자원들에 대한 요구를 확장 Node B에 전송하는 단계를 포함하는, 제1 '무선 송신/수신 유닛(Wireless Transmit/Receive Unit; WTRU)'에서 사용하는 방법이 개시되어 있다. 상기 제1 WTRU는 상기 확장 Node B로부터의 D2D 통신들 용으로 사용될 다수의 TTI에 대한 자원들의 할당을 수신할 수 있다. 상기 제1 WTRU는 할당된 자원들 동안 수행될 제2 WTRU와의 D2D 통신들을 스케줄링할 수 있다. 상기 제1 WTRU는 상기 할당된 자원들 동안 하프 듀플렉스(half duplex) 통신들을 사용하여 상기 제2 WTRU와의 D2D 통신들을 수행할 수 있다.

[0014] US 2010/0261469에는 제1 전력 값에 적어도 부분적으로 기반하여 제1 링크의 제1 링크 품질을 측정하는 단계; 제2 전력 값에 적어도 부분적으로 기반하여 제2 링크의 제2 링크 품질을 측정하는 단계; 및 상기 제1 링크 품질, 상기 제2 링크 품질, 및 하나 이상의 D2D UE 제약조건들에 적어도 부분적으로 기반하여 D2D 접속에 대한 적합한 D2D 모드를 결정하는 단계;를 포함하는 방법이 개시되어 있다.

[0015] 「Wen, Zhu, Wang, "QoS-Aware mode selection and resource allocation scheme for device-to-device (D2D) communication in cellular networks", IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC), 2013 9-13 June 2013」 에는 QoS-인지 모드 선택 및 업링크 통신 자원 할당이 개시되어 있다.

발명의 내용

[0016] 본 출원인은 위에서 언급한 공지의 해결수법들이 D2D 및 INFR 통신들 중에서 선택하고 이에 대한 통신 자원들을 할당하는 만족스러운 프레임워크를 제공하지 못한다는 것을 알아내었다.

[0017] 그러므로 본 출원인은 모든 통신 UE에 대해 (예를 들면 처리량과 같은 하나 이상의 통신 매개변수들에 따라) 가장 양호한 통신 효율을 제공하는 것이 어느 것이든 D2D 통신 및 INTRA 통신 중에서 선택하기에 적합하고 동시에 (UE가 이동 통신 네트워크 내에서 INFRA 또는 D2D 통신을 통해 통신하는지 상관없이 UE 간의 간섭들을 회피하는) 이용 가능한 통신 자원들에 따른 가장 양호한 네트워크 동작 성능을 획득하도록 통신 자원들의 할당을 제공하기에 또한 적합한 시스템 및 방법을 강구하는 문제를 대처하였다.

[0018] 특히, 본 발명의 한 실시형태는 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 이용 가능한 통신 자원들의 분량에 대한 제1 표시를 수신하는 단계; 사용자 장비 간의 간섭 통신들에 대한 정보를 획득하는 단계; 통신 자원들이 할당되어야 할 사용자 장비 간의 각각의 통신에 대해: 인프라-기반 통신에 대해 그리고 기기 간 통신에 대해 이용 가능한 통신 속도에 대한 제2 표시를 수신하는 단계; 상기 각각의 통신에 요구되는 통신 속도에 대한 제3 표시를 수신하는 단계; 상기 제1, 제2 및 제3 표시 및 상기 간섭 통신들에 대한 정보에 기반하여 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택을 이루는 단계; 및 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택에 기반하여 각각의 통신에 통신 자원들을 할당하는 단계;를 포함한다.

[0019] 본 발명의 바람직한 특징들은 종속 청구항들에 기재되어 있다.

[0020] 본 발명의 한 실시 예에서는, 이용 가능한 통신 자원들의 분량에 대한 제1 표시를 수신하는 단계; 사용자 장비 간의 간섭 통신들에 대한 정보를 획득하는 단계; 기반구조-기반 통신에 대해 그리고 기기 간 통신에 대해 이용 가능한 통신 속도에 대한 제2 표시를 수신하는 단계; 상기 각각의 통신에 요구되는 통신 속도에 대한 제3 표시를 수신하는 단계; 및 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택을 이루는 단계는 상기 선택에 기반하여 각각의 통신에 통신 자원들을 할당하는 단계가 수행되는 주기보다 긴 주기로 수행된다.

[0021] 본 발명의 한 실시 예에서는, 각각의 통신이 복수 개의 데이터 패킷들을 포함하며 상기 선택에 기반하여 각각의 통신에 통신 자원들을 할당하는 단계의 주기가 이동 통신 네트워크에서의 전송 기간에 상응한다.

[0022] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 간섭 통신들에 대한 정보를 획득하는 단계가 이동 통신 네트워크 내의 사용자 장비의 위치 및 전력 측정값들에 대한 정보에 기반하여 수행된다.

[0023] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 간섭 통신들에 대한 정보를 획득하는 단계가 이동 통신 네트워크 내의 사용자 장비의 위치 및 전력 측정값들에 대한 정보를 기반으로 하여 충돌 그래프(conflict graph)를 구축하는 단계를 포함하고, 상기 충돌 그래프는 통신 사용자 장비의 쌍들 간의 간섭을 나타낸다.

[0024] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 방법이 상기 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택에 기반하여 상기 충돌 그래프를 수정함으로써 수정된 충돌 그래프를 생성하는 단계를 부가적으로 포함한다.

[0025] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 통신 자원들을 할당하는 단계가 상기 수정된 충돌 그래프에 기반하여 부가적으로 수행된다.

[0026] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 제1 표시 및 상기 제2 표시가 지속적인 통신들에 대한 통신 자원들의 사용량 메트릭에 기반하여 이루어진다.

[0027] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 제1 표시 및 상기 제2 표시가 상기 통신 자원들을 할당하는 단계에 의해 실제로 할당되는 통신 자원들에 대한 정보에 기반하여 부가적으로 이루어진다.

[0028] 본 발명의 한 실시 예에서는, 이동 통신 네트워크가 이동 통신 네트워크의 커버리지 영역의 부분들인 복수 개의 셀들을 포함하고, 상기 방법은 선택된 셀 그룹 내의 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하도록 이루어진다.

[0029] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 방법이 상기 선택된 셀 그룹의 각각의 인접 셀들에 대해 상기 셀 그룹의 각각의 인접 셀의 일부를 포함하는 간섭 지역을 정하는 단계를 부가적으로 포함하며, 이 경우에 서로 다른 셀들의 사용자 장비 간의 기기 간 통신들은 기반구조-기반 통신들을 수행하는 간섭 지역 내의 다른 사용자 장비에 기인한 간섭들에 직면할 수 있으며 이와는 반대로 기반구조-기반 통신들이 기기 간 통신들에 기인한 간섭들에 직면할 수 있다.

[0030] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 방법이 상기 간섭 지역 내에 포함되어 있는 사용자 장비의 리스트를 생성하는 단계; 및 상기 간섭 지역 내에서 비-간섭 방식으로 상기 리스트의 사용자 장비에 할당될 통신 자원들을 나타내는 단계;를 부가적으로 포함한다.

[0031] 본 발명의 다른 한 실시형태는 사용자 장비의 통신을 관리하는 이동 통신 네트워크를 제안한다. 상기 이동 통신 네트워크는 복수 개의 셀들로 나누어져 있는 커버리지 영역을 포함하고, 각각의 셀에는 상기 셀 내의 사용자 장비의 통신들을 관리하기 위한 무선 통신국이 구비되어 있다. 상기 이동 통신 네트워크는 위에서 언급한 방법을 구현하도록 구성된 통신 시스템을 부가적으로 포함한다.

[0032] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 통신 시스템이 상기 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택을 이루도록 구성된 적어도 하나의 링크 선택 모듈, 및 상기 각각의 통신에 대한 통신 자원 할당을 수행하도록 구성된 적어도 하나의 스케줄러 모듈을 포함하며, 상기 적어도 하나의 링크 선택 모듈은 상기 선택에 따라 통신 자원들을 할당하기 위해 상기 적어도 하나의 스케줄러 모듈과 연결되어 있다.

[0033] 본 발명의 한 실시 예에서는, 적어도 하나의 링크 선택 모듈이 상기 이동 통신 네트워크의 선택된 셀 그룹에서 이루어지는 통신들에 대해 상기 기반구조-기반 통신 타입 또는 기기 간 통신 타입 간의 선택을 이루도록 구성된 링크 선택 모듈을 포함하며, 상기 적어도 하나의 스케줄러 모듈은 복수 개의 스케줄러 모듈들을 포함하고 각각의 스케줄러 모듈은 상기 이동 통신 네트워크의 대응하는 셀에서 각각의 통신에 대한 통신 자원들의 할당을 수행하도록 구성되어 있다.

[0034] 본 발명에 따른 해결수법의 이러한 특징들 및 이점들 및 다른 특징들 및 이점들은 단지 비-제한적인 예로 제공된 첨부도면들과 함께 취해진 이하 본 발명의 한 실시 예의 구체적인 내용을 숙지함으로써 더 양호하게 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 한 실시 예가 구현될 수 있는 이동 통신 네트워크의 셀을 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 2는 도 1의 셀에서 통신을 관리하기 위한 본 발명의 한 실시 예에 따른 통신 시스템의 일부를 개략적으로 보여주는 블록도이다.

도 3은 도 2의 통신 시스템에 대한 본 발명의 한 실시 예에 따른 자원 할당 동작을 개략적으로 보여주는 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 한 실시 예가 구현될 수 있는 이동 통신 네트워크의 한 쌍의 인접 셀들을 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 5는 도 4의 셀들에서와 같은 이동 통신 네트워크의 복수 개의 셀들에서 통신들을 관리하는 본 발명의 한 실

시 예에 따른 통신 시스템을 개략적으로 보여주는 블록도이다.

도 6은 도 5의 통신 시스템에 의해 구현될 수 있는 본 발명의 한 실시 예에 따른 간섭을 회피하는 자원 할당 스킴을 개략적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 첨부도면들을 참조하면, 도 1은 본 발명의 한 실시 예가 구현될 수 있는 이동 통신 네트워크의 셀(100)을 개략적으로 보여주는 도면이다.

[0037] 상기 셀(100)(도 1에서는 명료함을 위해 6각형 영역으로 개략화하여 나타나 있음)은 3GPP '롱 텀 에볼루션(Long Term Evolution; LTE)'/LTE 어드밴스드(LTE Advanced; LTE-A) 시스템들에서의 evolved Node B 또는 eNodeB(105)와 같은 무선 통신국의 하나 이상의 트랜시버들(도시되지 않음)이 도 1의 예에서 상기 셀(100)에 내재하는 6개의 UE(110a, 110b, 110c, 110d, 110e, 110f)와 같은 사용자 장비 또는 UE(예컨대, 이동전화들, 스마트폰들 및 태블릿들)의 통신들(다시 말하면, 2진 데이터 패킷들과 같은 정보의 전송 및/또는 수신)을 관리하는 이동 통신 네트워크의 커버리지스 영역 일부이다. 예를 들면, 상기 eNodeB(105)는 이용 가능한 통신 전송 대역의 부분들에 대해 (물리적 자원 블록들 -PRBs 또는 RBs로서 나타나 있는) 상기 UE(110a-f)의 통신들에 대한 통신 자원들을 할당한다.

[0038] 여러 통신이 상기 셀(100) 내에서 한 번에 이루어질 수 있다.

[0039] 도 1의 예에서, UE(110a) 및 UE(110b)는 eNodeB(105)를 통해 상기 셀(100) 외부에 있는 대응하는 UE(도시되지 않음)와의 "기반구조-기반(infrastructure-based)" 통신, 또는 INFRA 통신에 관련되어 있는 것으로 가정되어 있다. 상기 UE(110a)는 상기 셀(100)에 내재하는 UE(110a, 110b, 110c, 110d, 110e, 110f)로부터의 데이터를 수신하기 위한 상기 eNodeB(105)에 의해 할당되는 것이 일반적인 통신 자원들(업링크 자원들)의 일부 내에 포함된 업링크 채널을 통해 (상기 셀(100) 외부에 있는 수신기 UE에 발송될) 정보를 상기 eNodeB(105)에 전송한다. 이와는 반대로, 상기 UE(110b)는 상기 셀(100)에 내재하는 UE(110)에 데이터를 제공하기 위해 상기 eNodeB(105)에 의해 할당되는 것이 일반적인 통신 자원들(다운링크 자원들)의 일부 내에 포함된 다운링크 채널을 통해 상기 eNodeB(105)로부터의 (상기 셀(100) 외부에 있는 송신기 UE에 의해 발송된) 정보를 수신한다.

[0040] 도 1의 예에서는, 상기 UE(110c) 및 상기 UE(110d)가 상기 eNodeB(105)를 통해 서로와의 INFRA 통신에 관련되어 있는 것으로 가정되어 있다. 상기 UE(110c)는 업링크 채널을 통해 정보(다시 말하면, 데이터 패킷들의 형태를 이루고 있는 정보)를 상기 eNodeB(105)에 전송하고, 상기 UE(110d)는 다운링크 채널을 통해 상기 eNodeB(105)로부터의 그러한 정보(다시 말하면, 데이터 패킷들의 형태를 이루고 있는 그러한 정보)를 수신한다.

[0041] 도 1의 예에서는, 상기 UE(110e) 및 상기 UE(110f)가 기기 간(Device-to-Device) 통신 또는 D2D 통신에 관련되어 있는 것으로 가정되어 있다(다시 말하면, UE(110e) 및 UE(110f)는 상기 eNodeB(105)를 통해 이루어질 필요없이, 직접 정보를 교환한다). 상기 UE(110e) 및 상기 UE(110f)는 (이하에서 더 구체적으로 설명되겠지만) 업링크 또는 다운링크 채널을 통해 다른 UE(110f) 및 UE(110e)로/로부터 정보를 전송/수신할 수 있다.

[0042] 도 2를 지금부터 참조하면, 도 2는 상기 셀(100) 내의 통신을 관리하기 위한 본 발명의 한 실시 예에 따른 통신 시스템(200)의 일부를 개략적으로 보여주는 블록도이다.

[0043] 상기 통신 시스템(200)은 상기 셀(100) 내의 UE(110a-f) 통신 모두에 대해 (예컨대, 자원 블록들을 통한 통신 데이터 패킷들의 스케줄링에 의해서) 통신 타입들(다시 말하면, INFRA 통신 또는 D2D 통신) 간의 선택 및 통신 자원들의 할당을 관리하기에 적합하다.

[0044] 상기 통신 시스템(200)은 상기 셀(100) 내의 eNodeB(105)와 같은 이동 통신 네트워크의 eNodeB에 위치한 모듈/기능으로서 상기 셀(100) 내부의 모든 UE(110)의 위치들 및 전송 전력들에 기반하여 충돌 그래프(conflict graph; *CG*)를 계산하도록 구성된 모듈/기능일 수 있는 충돌 그래프(CG) 구축기 모듈(205)을 포함한다. 예를 들면, 상기 셀(100) 내부의 모든 UE(110a-f)의 전송 전력들은 eNodeB(105)가 알게 되고 eNodeB(105)에 의해 제공되지만, 상기 UE(110a-f)의 위치는 공지된 위치확인 기법에 의해(예컨대, GPS 신호들, 네트워크 신호들 또는 이들의 결합을 사용하여) 획득될 수 있다. 상기 충돌 그래프(*CG*)는 도 1의 예에서 UE(110c, 110d), 및 UE(110e, 110f)와 같은 임의의 2개의 UE 간의 (이미 활성상태에 있거나 확립될) 통신이 그래프 노드로서 나타나게 되는 그래프이며, 2개의 노드를 접속하는 그래프 에지는 상응하는 통신들 간의 충돌을 나타낸다(다시 말하면, 그러한 통신들은 상호 간섭들을 유발한다). 2개의 그래프 노드 간의 에지는 개별 자원 할당이 그러한 노드들에 의해 나타나게 되는 2개의 통신 간의 충돌을 방지하는데 필요함을 의미한다.

[0045] 상기 통신 시스템(200)은 또한, 상기 셀(100) 내의 eNodeB(105)와 같은 이동 통신 네트워크의 eNodeB에 위치한 모듈/기능으로서, 실제로 할당된 다운링크/업링크 통신 자원들에 대한 정보($Load^{D/U}$) 및 다운링크 및 업링크 채널들 양자 모두의 관점 하에서 INFRA 및 D2D 통신들의 다운링크/업링크 통신 자원들의 사용량 메트릭($Statistics^{D/U}$)(다시 말하면, 상기 통신 시스템에 의해 관리되는, 예를 들면 UE(110a-f)에 의해 eNodeB(105)에 제공된 채널 품질 표시(Channel Quality Indication)로부터 획득된 지속적인 통신에 관한 통계 데이터)에 기반하여 이루어진 INFRA 및 D2D 통신들에 대한 이용 가능한 통신 속도, 또는 간단히 말해 (예컨대, 초당 비트(bit per second; bps)로서 표기되는) 속도 및 INFRA 및 D2D 통신들에 대한 이용 가능한 다운링크/업링크 자원들(다시 말하면, 다운링크/업링크 채널들에 이용 가능한 자원들)의 분량에 관한 표시들을 제공하도록 구성된 모듈/기능일 수 있는 통계 관리자 모듈(statistic manager module; 210)을 포함한다. 예를 들면, 상기 통계 관리자 모듈(210)은,

[0046] • (예컨대, PRBs로 표기되는) 이용 가능한 다운링크 자원들의 분량(M^{DL}), 및

[0047] • (예컨대, PRBs로 표기되는) 이용 가능한 업링크 자원들의 분량(M^{UL})

[0048] 에 관한 표시들을 제공한다.

[0049] 그 외에도, 상기 셀(100) 내의 각각의 통신(c_i)(예컨대, I가 양의 정수일 때 $0 \leq i \leq I$)(확립될 통신 또는 이미 지속상태에 있는 통신)에 대해, 상기 통계 관리자 모듈(210)은,

[0050] • 통신(c_i)이 D2D 통신일 경우 통신(c_i)에 대한 이용 가능한 속도(R_i^{D2D});

[0051] • 통신(c_i)이 INFRA 통신일 경우 통신(c_i)에 대한 이용 가능한 업링크 속도(R_i^{UL}); 및

[0052] • 통신(c_i)이 INFRA 통신일 경우 통신(c_i)에 대한 이용 가능한 다운링크 속도(R_i^{DL})

[0053] 에 관한 표시들을 제공한다.

[0054] 다시 말하면, 상기 속도(R_i^{D2D})는 통신(c_i)이 D2D 통신으로서 수행될 경우에 지니게 될 속도이며, 여기서 유념해야 할 점은 상기 UE가 D2D 통신을 수행하는 것이 가능한 D2D 범위를 상기 통신(c_i)에 관련된 UE가 벗어나는 경우 상기 속도(R_i^{D2D})가 제로(zero)라는 점이다. 상기 속도들(R_i^{UL}, R_i^{DL})은 상기 통신(c_i)이 INFRA 통신으로서 수행될 경우에 지니게 될 (업링크 채널 및 다운링크 채널 각각에 대한) 속도들이다.

[0055] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 통신 시스템(200)이 링크 선택 모듈(215)을 포함하고, 링크 선택 모듈(215)은 2개(또는 그 이상)의 UE(105) 간의 통신 타입(다시 말하면, D2D 또는 INFRA 통신)을 선택하도록 구성 및 동작 가능하다. 예를 들면, 상기 링크 선택 모듈(215)은 상기 셀(100) 내의 eNodeB(105)와 같은 이동 통신 네트워크의 eNodeB에 위치한 모듈/기능일 수 있다. 상기 링크 선택 모듈(215)은 입력으로서 충돌 그래프를 수신하기 위해 상기 CG 구축기 모듈(205)과 연결되어 있다. 상기 링크 선택 모듈(215)은 입력들로서 위에서 언급한 표시들(M^{DL}, M^{UL}, R_i^{D2D}, R_i^{UL}, R_i^{DL})을 통계 관리자 모듈(210)로부터 수신하기 위해 통계 관리자 모듈(210)과 연결되어 있다. 마지막으로, 상기 링크 선택 모듈(215)은 부가적인 입력으로서 고려된 통신(c_i)에 대한 요구 속도(A_i)를 수신하고, 그러한 요구 속도(A_i)는 이동 통신 네트워크에서의 통신 트래픽에 따라 상기 통신 시스템(200)의 진화된 패킷 코어(Evolved Packet Core; EPC)(도 2에서는 구체적으로 나타나 있지 않음)에 의해 제공될 수 있다.

[0056] 상기 링크 선택 모듈(215)은 (이하에서 설명되겠지만) 상기 수신된 입력들을 기반으로 하여 상기 통신(c_i)을 INFRA 통신으로서나 D2D 통신으로서 확립해야 할지, 또는 이미 활성상태에 있는 경우 상기 통신(c_i)을 INFRA 통신으로나 D2D 통신으로 스위칭해야 할지를 선택한다. 상기 링크 선택 모듈(215)은 출력으로서, 상기 통신(c_i)이 INFRA 통신 또는 D2D 통신으로서 확립되어야 할지, 또는 상기 통신(c_i)이 이미 활성상태에 있는 경우 INFRA 통신 또는 D2D 통신으로 스위칭되어야 할지를 결정하는 통신 커맨드를 제공한다. 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 통신 커맨드가 상기 통신(c_i)이 INFRA 통신인지 D2D 통신인지를 정의하는 제1 2진 변수(d_i)(예컨대, 1비트)를

포함하고, 예컨대 d_i = 0가 INFRA 통신에 상응하고 d_i = 1이 D2D 통신에 상응하며, 상기 D2D 통신이 선택될(다시 말하면, d_i = 1일) 경우, 상기 통신 커맨드가 상기 D2D 통신이 업링크를 통해 확립되는지를 정의하는 제2 2진 변수(d_i^{UL})(예컨대, 1비트)를 포함하고, 예컨대 d_i^{UL} = 1이 업링크 선택에 상응하고 d_i^{UL} = 0가 업링크 비선택에 상응하며, 상기 D2D 통신이 선택될(다시 말하면, d_i = 1일) 경우, 상기 통신 커맨드가 상기 D2D 통신이 다운링크를 통해 확립되는지를 정의하는 제3 2진 변수(d_i^{DL})(예컨대, 1비트)를 포함하고, 예컨대 d_i^{DL} = 1이 다운링크 선택에 상응하며 d_i^{DL} = 0가 다운링크 비선택에 상응한다. 변형 실시 예에서는, 상기 D2D 통신이 다운링크를 통해 확립되어야 할지 아니면 상기 D2D 통신이 업링크를 통해 확립되어야 할지를 정의하는 단일의 2진 변수가 제공되며, 예컨대 1로 설정된 단일의 2진 변수는 업링크에 상응하고 0로 설정된 단일의 2진 변수는 다운링크에 상응한다.

[0057] 상기 링크 선택 모듈(215)은 상기 통신 커맨드를 고려하도록 수정되는 상기 충돌 그래프(*CG*)에 상응하는, 수정된 충돌 그래프(*CG'*)를 또한 출력으로서 부가적으로 제공한다(예컨대, 상기 D2D-타입의 통신(c_i)이 D2D 통신으로부터 INFRA 통신으로 그러한 통신(c_i)을 스위칭함으로써 다른 통신들에 간섭을 주는 경우 상기 *CG*에서의 에지가 제거되는데, 그 이유는 상기 LTE/LET-A 표준이 INFRA 통신을 수행하는 UE 간에 공유하는 통신 자원의 회피를 이미 보장하고 있기 때문이다).

[0058] 바람직하게는, 상기 링크 선택 모듈(215)이 또한 제한 커맨드(*RS*)를 출력으로서 부가적으로 제공한다. 예를 들면, 제한 커맨드(*RS*)는 상기 셀(100) 내에서 사용되고 있는 통신 자원들에 관한 한 세트의 제한들을 포함한다. 본 발명의 한 실시 예에서, 상기 제한 커맨드(*RS*)는 포맷{[UE_group],[PRBs]}으로 제공되고, UE_group은 임의의 UE(예컨대, D2D 통신을 수행하는 UE, 업링크 및/또는 다운링크 채널들을 이용하는 UE, 셀 에지들을 따라 위치한 UE 등등) 집합(예컨대, 리스트들)을 나타내고 PRBs는 그러한 UE 집합과 관련이 있어야 하는 자원들(예컨대, 이하에서 설명되겠지만, 상기 UE_group에 리스트되어 있는 상응하는 UE에 대해 예약된 통신 자원들)을 나타낸다.

[0059] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 통신 시스템(200)이 또한 (이하에서 설명되겠지만) 상기 링크 선택 모듈(215)의 출력들을 기반으로 하여 통신 자원들을 할당하도록 구성된, 패킷 스케줄러 모듈(220)을 포함한다. 이러한 점에서, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 상기 링크 선택 모듈(215)의 출력들을 입력들로서 수신하기 위해 상기 링크 선택 모듈(215)과 연결되어 있다. 예를 들면, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 상기 셀(100) 내의 eNodeB(105)와 같은 이동 통신 네트워크의 eNodeB에 위치한 모듈/기능일 수 있다.

[0060] 그 외에도, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 상기 통신(c_i) 동안 전송될 데이터의 분량에 관한 표시(Q_i)를 입력으로서 수신한다. 예를 들면, 상기 표시(Q_i)는 상기 eNodeB(105)에 의해 상기 패킷 스케줄러 모듈에 직접 제공되며, 상기 패킷 스케줄러 모듈은 다운링크 채널들을 통해 전송되는 데이터의 분량을 관리하고 상기 셀(100) 내의 UE(110a-f)에 의해 제공되는 버퍼 상태 보고(Buffer Status Reports; BSR)로부터 업링크 채널들을 통해 전송된 데이터의 분량을 알 수 있다.

[0061] 수신된 입력들을 기반으로 하여, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 메모리 셀(100) 내에의 각각의 통신(c_i)에 대한 통신 자원들의 할당을 수행한다. 다시 말하면, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 어느 자원 블록에서 상기 통신(c_i)에 속하는 각각의 데이터 패킷이 교환(다시 말하면, 전송 및/또는 수신)되어야 하는지를 스케줄링하고, 그럼으로써 통신 자원의 할당은 종종 패킷 스케줄링으로서 나타나게 된다. 그러한 패킷 스케줄링은 그 후에 상기 셀(100) 내의 UE(110a-f)에 제공되고, 그 후에 상기 UE(110a-f)는 그에 따라 통신하게 된다.

[0062] 상기 자원 할당과 함께, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 통계 관리자 모듈(210)에 제공되는 실제로 할당된 통신 자원들($Load^{D/U}$)에 대한 정보를 출력한다.

[0063] 여기서 유념해야 할 점은 상기 링크 선택 모듈(215), 상기 패킷 스케줄러 모듈(220) 및 상기 통계 관리자 모듈(210)이 실제로 할당된 통신 자원들($Load^{D/U}$)을 기반으로 하여 그리고 사용량 메트릭($Statistics^{D/U}$)을 기반으로 하여(다시 말하면, 이동 통신 네트워크의 실제 상태 및 과거 상태들)을 기반으로 하여 각각의 통신(c_i)의 패킷 스케줄링 및 선택 동작의 효율 향상을 허용하는 피드백 루프를 형성한다는 점이다.

[0064] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 CG 구축기 모듈(205), 상기 통계 모듈(210) 및 상기 링크 선택 모듈(215)이

이들의 출력들에 (업링크 또는 다운링크 채널들을 통한 데이터 패킷의 전송 기간인) 전송 시간 간격(Transmission Time Interval) 또는 TTI보다 긴 링크 선택 기간(TLS)을 제공하는데, 그 이유는 특히 통신 타입의 스위칭 경우에 INFRA 통신 및 D2D 통신 간의 선택이 소정의 오버헤드 시간을 수반하고, 계산적인 면에서 INFRA 통신 및 D2D 통신 간의 선택을 TTI 주기로 수행하기 어렵기 때문이다. 더욱이, 전송 시간 간격(TTI)보다는 긴, 상기 링크 선택 주기(TLS)와 동일한 주기로 상기 링크 선택 모듈(215)을 동작하게 하면, 지속적인 통신 타입에 대한 INFRA 및 D2D 타입들 간의 빈번한 스위칭이 회피되는데, 그 이유는 그러한 INFRA 및 D2D 통신 타입들 간의 빈번한 스위칭이 그러한 지속적인 통신에 유해(有害)하기 때문이다. 실제로, 전송 시간 간격과 동일한 주기로 INFRA/D2D 스위칭을 수행하는 경우, 지속적인 통신의 프래그먼트들(예컨대, 하나 이상의 데이터 패킷들)이 INFRA-타입 통신 동안 eNodeB로 발송되겠지만, 상기 지속적인 통신의 프래그먼트들이 D2D-타입 통신 동안 수신기 UE로 발송될 것이고, 결과적으로는 상기 지속적인 통신의 프래그먼트들 일부가 상기 eNodeB에 의해 그리고/또는 상기 수신기 UE에 의해 획득 불가능하며, 그럼으로써 그러한 프래그먼트들을 상기 지속적인 통신의 정확한 재구축(reassembly)을 허용하기 위해 (INFRA-타입 통신을 위한) eNodeB 및 (D2D-타입 통신을 위한) 수신기 UE 중 하나로 재전송할 필요가 있다(이 결과로 통신의 품질이 낮아지게 되고 이동 통신 네트워크에 대한 작업부하(workload)가 높아지게 된다). 예를 들면, 상기 링크 선택 주기(TLS)는 (LTE/LTE-A에서 1ms 기간을 지니는) TTI보다 긴 100ms 정도의 기간을 지닌다.

[0065] 이와는 반대로, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 자신을 출력들을 하나의 TTI와 동일한 주기로 제공하는데, 이는 상기 eNodeB(105)가 실시간으로(다시 말하면, 상기 통신(c_i)의 지연들을 유발시키지 않고) 메모리 셀(100) 내에서 각각의 통신(c_i)을 적절히 관리하는 것을 허용한다.

[0066] 상기 링크 선택 모듈(215)의 동작에 주안점을 두면, 통신의 하나(또는 그 이상)의 관심 매개변수(예컨대, 처리량)를 최적화하는 것을 목적으로 한 기준에 따라, 상기 셀(100) 내의 UE(110c, 110d), 및 UE(110e, 110f)와 같은 2개의 UE에 대해 D2D 통신 및 INFRA 통신 중 어느 것이 더 바람직한 지를 상기 링크 선택 모듈(215)이 결정한다. D2D 통신의 선택일 경우에, 상기 링크 선택 모듈(215)은 또한 동일한 기준에 따라 어느 채널(다시 말하면, 다운링크 또는 업링크 채널) 상에 D2D 통신들을 할당해야 하는지를 결정한다.

[0067] 상기 링크 선택 모듈(215)은,

[0068] - 상기 속도(A_i) 때문에 각각의 통신(c_i)의 통신-속도 요건들,

[0069] - 상기 속도들(R_i^{D2D}, R_i^{UL}, R_i^{DL}) 때문에 자원 사용량에 기인한 달성 가능한 속도들, 및

[0070] - 분량(M^{DL}, M^{UL}) 때문에 다운링크 및 업링크 양자 모두의 자원 상태(다시 말하면, 이용 가능성)

[0071] 을 인식할 수 있다.

[0072] 그 외에도, 상기 충돌 그래프(CG) 때문에, 상기 링크 선택 모듈(215)은 상기 셀(100) 내에서의 임의의 예상 가능한 충돌 통신들을 인식할 수 있다.

[0073] 그러므로 상기 링크 선택 모듈(215)은 이용 가능한 통신 자원들(또는 채널 상태)을 평가함으로써뿐만 아니라 이용 가능한 다운링크 및 업링크 자원들, 또는 공간을 별개로 평가함으로써 통신 타입의 선택을 수행한다(이와는 반대로, 단지 채널 상태만이 고려될 경우에, D2D 통신은 이용 가능한 다운링크 자원들이 없는 경우에도 INFRA 통신으로 스위칭될 수 있다).

[0074] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 링크 선택 모듈(215)이 최적화 문제를 해결함으로써 상기 통신 타입을 선택한다. 예를 들면, 그러한 최적화 문제의 목적 함수는,

[0075] $$max \sum_{i \in I} x_i^{D2D-UL} \times R_i^{D2D} + x_i^{D2D-DL} \times R_i^{D2D} + x_i^{UL} \times min\left\{R_i^{UL}, R_i^{DL}\right\} \quad (1)$$

[0076] 로 표기될 수 있는데, 상기 목적 함수 (1)에서는 변수들(x_i^{D2D-UL}, x_i^{D2D-DL} e x_i^{UL} ($\in \dot{R}^{+}$))이 업링크 채널 상의 D2D 통신으로서, 다운링크 채널 상의 D2D 통신으로서 그리고 INFRA 통신으로서 각각 수행되는 통신(c_i)에 대한 할당된 통신 자원을 나타낸다. 여기서 유념해야 할 점은 상기 최적화 문제의 해를 구하는 동안, 상기 변수들(x_i^{D2D-UL}, x_i^{D2D-DL} e x_i^{UL}) 중의 단지 하나만이 한 번에 비-제로 값을 지니게 된다는 점인데, 그 이유는 일반 통신(c_i)이 업

링크 채널 상의 D2D 통신, 다운링크 채널 상의 D2D 통신 또는 INFRA 통신 중의 하나로서 수행될 것이기 때문이다.

[0077] 상기 목적 함수 (1)의 해는 이하의 제약조건들

[0078] $$d_i \geq d_i^{DL} \quad (2)$$

[0079] $$d_i \geq d_i^{UL} \quad (3)$$

[0080] 에 따라 구해지는데,

[0081] 위의 부등식들 (2) 및 (3)은 단지 상기 제1 2진 변수가 1일 경우에만 일반 통신(c_i)이 (다운링크 채널 상에서나 업링크 채널 상에서) D2D 통신으로서 수행됨을 정의하고,

[0082] $$d_i^{UL} + d_i^{DL} \leq 1 \quad (4)$$

[0083] 위의 부등식 (4)는 다운링크 채널 및 업링크 채널 중의 단지 하나만이 D2D-타입의 통신(c_i)에 대해 선택될 수 있음을 정의하며,

[0084] $$n^{D2D-DL} + \sum_{i \in I} x_i^{UL} \times R_i^{UL} / R_i^{DL} \leq M^{DL} \quad (5)$$

[0085] 위의 식 (5)에서는 n^{D2D-DL} ($\in R^+$)가 다운링크 채널 상에서의 D2D 통신을 수행하기 위해 할당 가능한 통신 자원을 나타내고, $\sum_{i \in I} x_i^{UL} \times R_i^{UL} / R_i^{DL}$ 은 다운링크 채널 상에서 수행되는 INFRA 통신의 일부에 대해 할당 가능한 통신 자원들을 나타내며, 위의 부등식 (4)는 이용 가능한 통신 분량들이 상기 이용 가능한 다운링크 자원들의 분량(M^{DL})보다도 적거나, 또는 많아야 상기 이용 가능한 다운링크 자원들의 분량(M^{DL})과 동일하여야 함을 정의하고,

[0086] $$n^{D2D-UL} + \sum_{i \in I} x_i^{UL} \leq M^{DL} \quad (6)$$

[0087] 위의 식 (6)에서는 n^{D2D-UL} ($\in R^+$)가 업링크 채널 상에서의 D2D 통신을 수행하기 위해 할당 가능한 통신 자원들을 나타내며, $\sum_{i \in I} x_i^{UL}$ 이 업링크 채널 상에서 수행되는 INFRA 통신의 일부에 대해 할당 가능한 통신 자원들을 나타내고, 위의 부등식 (5)는 이용 가능한 통신 자원들이 상기 이용 가능한 업링크 자원들(M^{DL})의 분량보다도 적거나, 또는 많아야 상기 이용 가능한 업링크 자원들(M^{DL})의 분량과 동일하여야 함을 정의하고,

[0088] $$x_i^{D2D-DL} \times R_i^{D2D} + x_i^{D2D-UL} \times R_i^{D2D} + x_i^{UL} \times R_i^{UL} \leq A_i \quad (7)$$

[0089] 위의 부등식 (7)은 고려된 통신(c_i)에 대해 요구되는 속도(A_i)보다도 늦거나, 또는 많아야 고려된 통신(c_i)에 대해 요구되는 속도(A_i)와 동일하여야 함을 정의하며,

[0090] $$x_i^{UL} \leq \min\{M^{UL}, A_i/R_i^{UL}\} \times (1 - d_i) \quad (8)$$

[0091] 위의 부등식 (8)은 업링크 채널 상에서 수행되는 INFRA 통신의 일부에 대해 할당될 통신 자원들의 분량이 상기 업링크 채널의 이용 가능한 자원들(M^{DL}) 및 상기 통신(c_i)에 대해 요구되는 업링크 속도를 초과할 수 없음을 정

의하고(여기서 유념해야 할 점은 d_i = 1일 경우, 다시 말하면 D2D 통신에 대해 x_i^{UL} = 0라는 점이고),

[0092] $$x_i^{D2D\text{-}UL} \le \min\{M^{UL}, A_i/R_i^{D2D}\} \times d_i^{UL} \quad (9)$$

[0093] 위의 부등식 (9)는 업링크 채널 상에서 수행되는 D2D 통신에 대해 할당될 통신 자원들의 분량이 상기 업링크 채널의 이용 가능한 자원들(M^{UL}) 및 상기 통신(c_i)에 대해 요구되는 업링크 속도를 초과할 수 없음을 정의하며(여기서 유념할 점은 d_i^{UL} = 1일 경우 $x_i^{D2D\text{-}UL}$ = 0라는 점이며),

[0094] $$x_i^{D2D\text{-}DL} \le \min\{M^{DL}, A_i/R_i^{D2D}\} \times d_i^{DL} \quad (10)$$

[0095] 위의 부등식 (10)은 다운링크 채널 상에서 수행되는 D2D 통신에 대해 할당될 통신 자원들의 분량이 상기 다운링크 채널의 이용 가능한 자원들(M^{DL}) 및 상기 통신(c_i)에 대해 요구되는 다운링크 속도를 초과할 수 없음을 정의하고(여기서 유념해야 할 점은 d_i^{DL} = 1일 경우 $x_i^{D2D\text{-}DL}$ = 0라는 점이고),

[0096] $$\pi_i^{UL} + x_i^{D2D\text{-}UL} \le \pi_j^{UL} + L \times [o_{ij} + (1 - d_i^{UL}) + (1 - d_j^{UL})] \quad (11)$$

[0097] 위의 식 (11)에서 L은 이용 가능한 통신 자원들의 개수(다시 말하면, PRB 개수)보다도 큰 값을 지니는 양(+)의 상수이고, o_{ij}는 충돌 통신(j)의 통신 자원이 업링크 채널에서 통신(i)의 통신 자원을 앞설 경우 1이며 이와는 달리 충돌 통신(j)의 통신 자원이 업링크 채널에서 통신(i)의 통신 자원을 앞서지 않을 경우 0인, 2진 변수이며, 변수(π_i^{UL} ($\in R^+$))는 상기 통신(c_i)에 할당된 통신 자원들이 개시하게 되는 업링크 채널에서의 개시 점을 정의하고,

[0098] $$\pi_j^{UL} + x_j^{D2D\text{-}UL} \le \pi_i^{UL} + L \times [(1 - o_{ij}) + (1 - d_i^{UL}) + (1 - d_j^{UL})] \quad (12)$$

[0099] 위의 부등식들 (11) 및 (12)는 (상기 충돌 그래프(CG)에서 정의된 바와 같은) 업링크 채널 상에서의 통신(c_j)과 충돌하는 D2D-타입의 통신(c_i)에 대한 충돌 시퀀싱 제약조건들을 고려한 것이다 - 여기서 유념해야 할 점은 단지 통신들(c_i, c_j) 양자 모두가 업링크 채널 상에서 스케줄링된 충돌 통신들일 경우에만 이러한 2가지 제약조건이 중요하고, 이와는 달리 통신들(c_i, c_j) 양자 모두가 업링크 채널 상에서 스케줄링된 충돌 통신들이 아닐 경우 통신들(c_i, c_j)이 항상 검증된다는 점이다 - 이 경우에, o_{ij}가 0이면, 위의 부등식 (11)은 활성화될 것이고 통신(c_i)가 할당된 후에 통신(c_j)이 할당될 것이며, 이와는 달리 o_{ij}가 1이면, 상기 부등식 (12)은 활성화될 것이고 통신(c_i)이 할당되기 전에 통신(c_j)이 할당될 것이며,

[0100] $$\pi_i^{UL} + x_i^{D2D\text{-}UL} \le n^{D2D\text{-}UL} + L \times (1 - d_i^{UL}) \quad (13)$$

[0101] 위의 부등식 (13)은 $n^{D2D\text{-}UL}$이 업링크 채널 상에서 수행되는 D2D-타입의 통신(c_i)에 할당된 업링크 채널의 통신 자원들의 상계(上界; upper bound)임을 정의하고,

[0102] $$\pi_i^{DL} + x_i^{D2D\text{-}DL} \le \pi_j^{DL} + L \times [o_{ij} + (1 - d_i^{DL}) + (1 - d_j^{DL})] \quad (14)$$

[0103] $$\pi_j^{DL} + x_j^{D2D\text{-}DL} \le \pi_i^{DL} + L \times [(1 - o_{ij}) + (1 - d_i^{DL}) + (1 - d_j^{DL})] \quad (15)$$

[0104] $$\pi_i^{DL} + x_i^{D2D\text{-}DL} \le n^{D2D\text{-}DL} + L \times (1 - d_i^{DL}) \quad (16)$$

[0105] 위의 부등식들 (14), (15) 및 (16)은 ($\in R^+$)을 가지고 다운링크 채널 상에서 수행되는 D2D-타입의 통신(c_i)에 대한 위의 부등식들 (11), (12) 및 (13)에 상응하고, 변수(π_i^{DL} ($\in R^+$))는 상기 통신(c_i)에 할당된 통신 자원

들이 개시하게 되는 다운링크 채널에서의 개시점을 정의한다.

[0106] 상기 최적화 문제의 해를 구하는 것은 상기 링크 선택 모듈(215)이 출력들(d_i, d_i^{UL}, d_i^{DL}, RS, CG')을 결정하는 것을 허용한다.

[0107] 지금부터 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)에 주안점을 두면, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 (도 2에 도시되지 않은) 2개의 스케줄러 브랜치를 포함하는 것이 바람직하며 상기 2개의 스케줄러 브랜치 각각은 상기 통신 자원들의 대응하는 부분의 할당을 관리한다. 다시 말하면, 업링크 스케줄러 브랜치는 업링크 자원 할당에 전용되고 다운링크 스케줄러 브랜치는 다운링크 자원 할당에 전용된다. 각각의 스케줄러 브랜치는, 예를 들면 각각의 링크 선택 주기(TLS)에서 상기 링크 선택 모듈(215)에 의해 제공되는 출력들(d_i, d_i^{UL}, d_i^{DL}, RS, CG')과 결합되고, 그리고 각각의 TTI에서 수신된 (전송될 데이터의 분량에 관한) 표시(Q_i)와 결합되는, 최대 반송파 대 간섭 전력비(Maximum Carrier-to-Interference Ratio; MaxC/I) 스케줄링, 라운드 로빈(Round Robin; RR) 스케줄링, 또는 비례 균등(Proportionally Fair; PF) 스케줄링과 같은, 사전에 결정된 할당 스킴을 적용함으로써 대응하는 업링크/다운링크 자원들을 할당한다. 특히, 상기 스케줄러 브랜치들은, 상기 수정된 충돌 그래프(CG')에 나타나게 되는 에지들을 고려함으로써, INFRA 통신들에 관련된 UE(110a, 110b, 110c, 110d) 및 (INFRA 통신에 관련된 UE(110a, 110b, 110c, 110d) 간에 공유하는 다운링크/업링크 자원이 LTE/LTE-A 표준에 따라 회피되지만) 서로 간섭하지 않는 D2D 통신에 관련된 UE(110e, 110f) 간에 동일한 다운링크/업링크 자원들을 공유할 수 있다.

[0108] 도 3을 지금부터 참조하면, 도 3은 상기 통신 시스템(200)에 대한 본 발명의 한 실시 예에 따른 자원 할당 동작을 개략적으로 보여주는 흐름도이다.

[0109] 처음에는, 단계 305에서 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)이 다음 TTI에서 상기 셀(100)에서 이루어지는 I 개의 통신(c_i)들 모두의 입력 리스트(L1)를 수신하고, 그리고 나서, 단계(결정 블록) 310에서 상기 셀(100)에서 이루어지는 I 개의 통신(c_i)들 모두에 상호 배타적인 자원들을 할당하는 것이 가능한지를 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)이 검사한다. 긍정일 경우, 다시 말하면 상기 셀(100)에서 이루어지는 I 개의 통신(c_i)들 모두에 상호 배타적인 자원들을 할당하는 것이 가능할 경우(결정 블록 310의 브랜치 Y 탈출), 그러한 상호 배타적인 자원들의 할당은 단계 315에서 수행되고, 상기 상호 배타적인 자원들의 할당은 I 개의 통신(c_i)들 간에 획득 가능한 최소 간섭 및 최대 처리량을 보장하고, 상기 동작이 단계 320에서 종료된다.

[0110] 부정일 경우(결정 블록 310의 브랜치 N 탈출), 다시 말하면 상기 셀(100)에서 이루어지는 I 개의 통신(c_i)들 모두에 상호 배타적인 자원들을 할당하는 것이 가능하지 않을 경우, 단계 325에서 상기 셀(100)에서 이루어지는 I 개의 통신(c_i)들의 주문 리스트(L2)는 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)에 의해 생성된다. 예를 들면, 상기 주문 리스트(L2)의 주문은 임의의 적합한 할당 스킴들(예컨대, 위에서 언급한 MaxC/I, PF 또는 RR 스케줄링)에 따라 구현될 수 있다.

[0111] 다음으로, 단계 330에서, 상기 주문 리스트(L2)의 제1 통신(c_1)으로부터 개시하여, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)이 상기 2진 데이터(d_i, d_i^{UL}, d_i^{DL})에서 나타나게 되는 통신 타입, 수정된 충돌 그래프(CG') 및 제한 커맨드(RS)를 고려하하여 임의의 통신(c_i)에 통신 자원들을 할당한다.

[0112] 단계(결정 블록)(335)에서 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 할당에 이용 가능한 통신 자원들이 존재하는 지를 검증한다. 부정일 경우, 다시 말하면 할당에 이용 가능한 통신 자원들이 존재하지 않을 경우(결정 블록(335)의 브랜치 N 탈출), 상기 할당 동작은 단계 320에서 종료된다.

[0113] 긍정일 경우(결정 블록 335의 브랜치 Y 탈출), 다시 말하면 할당에 이용 가능한 통신 자원들이 존재할 경우, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 단계(결정 블록)(340)에서 상기 셀(100)에서 이루어지는 I 개의 통신(c_i)들의 주문 리스트(L2)의 끝에 이르렀는지를 검증한다. 부정일 경우, 다시 말하면 상기 셀(100)에서 이루어지는 I 개의 통신(c_i)들의 주문 리스트(L2)의 끝에 이르지 않았을 경우(결정 블록(340)의 브랜치 N 탈출), 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 단계 345에서 상기 주문 리스트(L2)로부터 다음 통신(c_{i+1})을 추출하고 통신 자원들을 상기 다음 통신(c_{i+1})에 할당하기 위해 단계 330에서 동작들이 복귀한다.

[0114] 긍정일 경우(결정 블록 340의 브랜치 Y 탈출), 다시 말하면 상기 셀(100)에서 이루어지는 I 개의 통신(c_i)들의 주문 리스트(L2)의 끝에 이르렀을 경우, 단계 320에서 상기 동작이 종료된다.

[0115] 이러한 방식으로, 상기 자원들이 다음 TTI 동안 할당된다. 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)은 차후의 TTI들 동안 위의 동작들을 반복한다. 동일한 링크 선택 주기(TLS) 동안, 입력들(d_i, d_i^{UL}, d_i^{DL}, *RS*, *CG'*)은 변경되지 않는다. 링크 선택 주기(TLS)의 종료시, 상기 패킷 스케줄러 모듈(220)에 대한 입력들(d_i, d_i^{UL}, d_i^{DL}, *RS*, *CG'*)은 변경될 수 있다.

[0116] 지금까지, 동일 네트워크 셀 하에서 UE 간 D2D 통신의 시나리오가 고려되었다. 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 통신 시스템이 또한 서로 다른 셀들에 위치한 2개의 UE 간에 D2D 통신들을 핸들링하도록 구성될 수 있다.

[0117] 도 4를 지금부터 참조하면, 도 4는 본 발명의 한 실시 예가 구현될 수 있는 이동 통신 네트워크의 한 쌍의 셀들(400a, 400b)을 개략적으로 보여주는 도면이다. 특히 고려된 예에서는 2개의 셀이 인접 셀들인 것으로 가정되어 있지만, 본 해결수법은 (예컨대, 스몰 셀들일 경우에) 인접 셀 쌍들에 국한되지 않는다.

[0118] 이하에서는, 도 1을 참조하여 설명한 요소들과 유사한 요소들이 유사한 참조부호들로 나타나 있으며 그러한 요소들의 설명이 간결성을 위해 반복되지 않을 것이다.

[0119] 도 4의 예에서는, 인접 셀 쌍의 제1 셀(400a) 내에서의 통신들이 제1 eNodeB(405a)에 의해 관리되고, 인접 셀 쌍의 제2 셀(400b) 내에서의 통신들이 제2 eNodeB(405b)에 의해 관리된다.

[0120] 2개의 UE, 다시 말하면 상기 제1 셀(400a)에 내재하는 제1 UE(410a), 및 상기 제2 셀(400b)에 내재하는 제2 UE(410b)는 셀간 D2D 통신에 관련되어 있다. 상기 제2 셀(400b)에 내재하는 제3 UE(410c)는 UE(410a, 410b) 간의 셀간 D2D 통신에 간섭을 유발할 수 있으며, 이와는 반대로 D2D 통신에서의 UE(410a, 410b)는 상기 제3 UE(410c)에 의해 수행되는 통신에 간섭을 유발할 수 있다.

[0121] 도 4의 2-셀 시나리오는 더 일반적인 다중-셀 시나리오를 간략화한 것으로 이해되어야 한다. 바람직한 실시 예에서는, 셀간 D2D 통신들이 이동 통신 네트워크의 선택된 셀 그룹을 통해 관리되는데, 예컨대 선택된 셀 그룹은 중앙 셀 및 상기 중앙 셀에 인접한 인접 셀들(다시 말하면, 일반적으로는 6개의 셀) 모두를 포함할 수 있다.

[0122] 도 5를 지금부터 고려하면, 도 5는 상기 셀들(400a, 400b)과 같은 이동 통신 네트워크들의 복수 개의 셀들에서의 통신들을 관리하기 위한 본 발명의 한 실시 예에 따른 통신 시스템(500)의 개략적인 블록도이다.

[0123] 이하에서는 도 2를 참조하여 설명한 요소들과 유사한 요소들이 유사한 참조부호들로 나타나 있다.

[0124] 상기 통신 시스템(500)은 도 4의 예에서의 제1 셀(400a) 및 제2 셀(400b)과 같은 인접 셀들 내의 사용자들의 위치, 및 상기 사용자들의 대응하는 전송 전력들에 기반하여 확장된 충돌 그래프(*CGe*)를 제공하기에 적합한 확장된 CG 구축기 모듈(505)을 포함한다.

[0125] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 확장된 CG 구축기 모듈(505)이 이동 통신 네트워크에서의 모든 셀들로부터 또는 이동 통신 네트워크의 선택된 셀 그룹(예컨대, 하나의 셀은 상기 그룹의 중앙 셀이고, 나머지 6개의 셀은 상기 중앙 셀에 인접해 있는 7개의 셀)으로부터의 UE 위치 및 전송 전력 정보를 수신한다.

[0126] 본 발명의 한 실시 예에서는, LTE/LTE-A 표준에서 상기 확장된 CG 구축기 모듈(505)이 이동 통신 네트워크의 모든 eNodeB들에 접속된 통신 시스템(500)의 진화된 패킷 코어(Evolved Packet Core; EPC)(도시되지 않음)의 모듈/기능 일부일 수도 있고 위에서 언급한 이동 통신 네트워크의 선택된 셀 그룹의 도 4의 예의 eNodeB 400a 또는 400b와 같은 eNodeB에 포함되어 있는 모듈/기능일 수도 있다.

[0127] 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 인접 셀들, 다시 말하면 도 4의 예에서의 셀들(400a, 400b)에 포함되어 있는 UE(405a, 405b, 405c)에 대한 통신 타입의 선택을 수행하도록 제공된다.

[0128] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)이 이동 통신 네트워크에서의 모든 셀들로부터의 UE 위치 및 전송 전력 정보를 수신한다. 예를 들면, LTE/LTE-A 표준에서, 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 이동 통신 네트워크의 모든 eNodeB들에 접속된 통신 시스템(500)의 진화된 패킷 코어(Evolved Packet Core; EPC)(도시되지 않음) 내에 포함되어 있을 수도 있고, 위에서 언급한 이동 통신 네트워크의 선택된 셀 그룹의 도 4의 예의 eNodeB(400a 또는 400b)와 같은 eNodeB에 포함되어 있는 모듈/기능일 수 있다.

[0129] 이와는 반대로, 본 발명의 한 실시 예에서는 상기 통신 시스템(500)이 통신 자원들의 할당을 관리하기 위한 패

킷 스케줄러 모듈 및 이동 통신 네트워크의 각각 대응하는 셀에서 이용 가능한 통신 자원들의 분량들 및 속도들에 관한 표시들을 제공하기 위한 통계 관리자 모듈을 포함한다.

[0130] 도 5의 예에서는, 상기 통신 시스템이 상기 제1 셀(400a)에서 통신 자원들의 할당을 관리하기 위한 제1 패킷 스케줄러 모듈(520a) 및 상기 제1 셀(400a)에 대한 통신 자원들의 사용량 메트릭($Statistics_A^{D/U}$) 및 (연결된 제1 패킷 스케줄러 모듈(520a)에 의해 제공되는) 실제로 할당된 통신 자원들($Load_A^{D/U}$)을 기반으로 하여 이용 가능한 통신 자원들의 분량들(MA^{DL}, MA^{UL}), 및 속도들(RA_i^{D2D}, RA_i^{UL}, RA_i^{DL})에 대한 표시들을 제공하기 위한 제1 통계 관리자 모듈(510a)을 포함한다. 마찬가지로, 상기 통신 시스템(500)은 상기 제2 셀(400b)에서 통신 자원들의 할당을 관리하기 위한 제2 패킷 스케줄러 모듈(520b) 및 상기 제2 셀(400b)에 대한 통신 자원들의 사용 메트릭($Statistics_B^{D/U}$) 및 (연결된 제2 패킷 스케줄러 모듈(520b)에 의해 제공되는) 실제로 할당된 통신 자원들($Load_B^{D/U}$)을 기반으로 하여 이용 가능한 통신 자원들(MB^{DL}, MB^{UL})의 분량들, 및 속도들(RB_i^{D2D}, RB_i^{UL}, RB_i^{DL})에 관한 표시들을 제공하기 위한 제2 통계 관리자 모듈(510b)을 포함한다.

[0131] 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 입력으로서 확장된 충돌 그래프(CGe)를 수신하기 위해 상기 확장된 CG 구축기 모듈(505)과 연결되어 있다. 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 입력들로서 (상기 제1 셀(400a)과 관련이 있는) 상응하는 표시들(MA^{DL}, MA^{UL}, RA_i^{D2D}, RA_i^{UL}, RA_i^{DL})을 수신하기 위해 상기 제1 통신 관리자 모듈(510a)과 연결되어 있다. 그와 동시에, 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 입력들로서 (상기 제2 셀(400b)과 관련이 있는) 상응하는 표시들(MB^{DL}, MB^{UL}, RB_i^{D2D}, RB_i^{UL}, RB_i^{DL})을 수신하기 위해 상기 제2 통계 관리자 모듈(510b)과 연결되어 있다. 마지막으로, 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 부가적인 입력으로서 상기 통신(c_i)에 대해 요구되는 속도(A_i)를 수신한다.

[0132] 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 상기 셀들(400a, 400b) 양자 모두 내의 UE(410a, 410b, 410c)에 대한 (위에서 설명한 바와 마찬가지로) 수신된 입력들에 기반하여 상기 통신(c_i)을 INFRA 통신으로서 확립해야 할지 아니면 D2D 통신으로서 확립해야 할지를 선택한다. 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 상기 통신(c_i)이 INFRA 통신 또는 D2D 통신으로서 확립되어야 할지, 아니면 이미 활성상태에 있는 경우 INFRA 통신 또는 D2D 통신으로 스위칭되어야 할지를 결정하는 대응하는 통신 커맨드를 상기 제1 패킷 스케줄러 모듈(520a) 및 상기 제2 패킷 스케줄러 모듈(520b)에 제공하기 위해 상기 제1 패킷 스케줄러 모듈(520a) 및 상기 제2 패킷 스케줄러 모듈(520b) 양자 모두에 접속되어 있다. 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 통신(c_i)이 상기 제1 셀(400a)에서 INFRA 통신인지 D2D 통신인지를 정의하는 제1 2진 변수(dA_i)(예컨대, 한 비트)를 상기 제1 패킷 스케줄러 모듈(520a)에 대한 통신 커맨드가 포함하고, 상기 D2D 통신이 선택될 경우에, 상기 D2D 통신이 상기 제1 셀(400a)에서 다운링크 채널을 통해 확립되어야 하는지 아니면 업링크 채널을 통해 확립되어야 하는지를 정의하는 제2 2진 변수(dA_i^{UL}) 및 제3 2진 변수(dA_i^{DL})를 상기 제1 패킷 스케줄러 모듈(520a)에 대한 통신 커맨드가 포함한다. 마찬가지로, 상기 제2 패킷 스케줄러 모듈(520b)에 대한 통신 커맨드는 상기 통신(c_i)이 상기 제2 셀(400b)에서 INFRA 통신인지 D2D 통신인지를 정의하는 제4 2진 변수(dB_i)(예컨대, 한 비트)를 포함하고, 상기 D2D 통신이 선택될 경우에, 상기 D2D 통신이 상기 제2 셀(400b)에서 다운링크 채널을 통해 확립되어야 하는지 아니면 업링크 채널을 통해 확립되어야 하는지를 정의하는 제5 2진 변수(dB_i^{UL}) 및 제6 2진 변수(dB_i^{DL})를 상기 제2 패킷 스케줄러 모듈(520b)에 대한 통신 커맨드가 포함한다. 여기서 유념해야 할 점은 통신(c_i)에 대해 상기 INFRA-타입을 선택하는 링크 선택 모듈(515)이 단지 그러한 통신(c_i)을 수행하는(또는 수행하게 되는) UE가 존재하는 셀(400a 또는 400b)에 대하여만 그러한 통신(c_i)에 관련이 있는 통신 커맨드를 제공하게 된다는 점이다.

[0133] 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 또한 제공된 통신 커맨드들을 고려하도록 수정되는 수정된 확장된 충돌 그래프(CGe')를 상기 제1 패킷 스케줄러 모듈(520a) 및 상기 제2 패킷 스케줄러 모듈(520b) 양자 모두에 제공한다.

[0134] 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 상기 제1 패킷 스케줄러 모듈(520a) 및 상기 제2 패킷 스케줄러 모듈

(520b)에 각각 제1 제한 커맨드(RS_A) 및 제2 제한 커맨드(RS_B)를 출력으로서 또한 제공한다.

[0135] 바람직하게는, 그러한 다중-셀 시나리오에서, 상기 제한 커맨드들(RS_A, RS_B) 중 각각의 제한 커맨드에는 상기 제1 셀(400a) 및 상기 제2 셀(400b)과 같은 2개(또는 그 이상)의 인접 셀들의 경계들 부근에 있는 (예컨대, 이하에서 설명되는 간섭 지역(420) 내에 있는) UE(410a, 410b, 410c)와 같은 UE를 리스트화한 UE_그룹에 할당될 통신 자원들에 관한 한 세트의 제한들이 포함되어 있다.

[0136] 본 발명의 한 실시 예에서는, 상기 확장된 CG 구축기 모듈(505), 상기 통계 모듈들(510a, 510b) 및 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)이 도 1의 단일-셀 시나리오를 참조하여 위에서 설명한 바와 같이 TTI보다도 긴 링크 선택 주기(TLS)를 상기 확장된 CG 구축기 모듈(505), 상기 통계 모듈들(510a, 510b) 및 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)의 출력들에 제공한다. 예를 들면, 상기 링크 선택 주기(TLS)는 LTE/LTE-A에서 TTI(1ms)보다도 긴 수백 밀리초 정도의 기간을 지닌다. 이와는 반대로, 상기 패킷 스케줄러 모듈들(520a, 520b)은 도 1의 단일-셀 시나리오를 참조하여 위에서 설명한 바와 같이, TTI와 동일한 주기를 상기 패킷 스케줄러 모듈들(520a, 520b)의 출력들에 제공한다.

[0137] 상기 통신 시스템(500)의 시나리오는 (도 4에 도시된 바와 같이) 2개의 인접 셀(400a, 400b)에 내재하며 서로 다른 eNodeB들(405a, 405b)에 의해 각각 서비스를 제공받는 2개의 UE(410a, 410b) 간의 D2D 통신 관리이다.

[0138] 상기 통신 시스템(500)은 상기 UE(410a, 410b, 410c)(및 도시되지 않은 상기 셀들(400a, 400b) 내의 다른 어떤 UE) 간의 예상 가능한 간섭을 감소시키도록 상기 2개의 셀(400a, 400b) 간의 통신 자원들의 할당을 조정한다.

[0139] 본 발명의 한 실시 예에서는, 통신 자원 할당의 조정이 2개의 패킷 스케줄러 모듈(520a, 520b)의 동작을 조정함으로써, 결과적으로는 상기 링크 선택 주기(TLS)와 동일한 주기로 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)에 의해 수행된다.

[0140] 도 4의 예에서는, 상기 제1 셀(400a) 내의 제1 UE(410a)가 D2D 통신(c_{ab})을 수행함으로써 상기 제2 셀(400b) 내의 제2 UE(410b)와 통신하고 있다. 상기 제2 셀(400b) 내의 제3 UE(410c)는 (D2D 통신 및 INFRA 통신 간의 통신 자원들의 공유가 상기 제2 셀(400b)에서 허용된다는 가정하에서) 예상 가능한 D2D 통신(c_{ab})에 대한 간섭자, 특히 상기 제2 UE(410B)에 대해 예상 가능한 D2D 통신(c_{ab})에 대한 간섭자 중의 하나이다. 상기 제2 UE(410b) 및 상기 제3 UE(410c)를 에워싸고 있는 점선 표시의 원은 상기 제3 UE(410c)의 "간섭 반경(interference radius)"(415)을 나타낸다. 그러한 간섭 반경 내에서는, 상기 제3 UE(410c)에 의해 수행되는 INFRA 통신(c_{int})이 상기 제1 및 제2 UE(410a, 410b) 간에 수행되는 통신(c_{ab})에 간섭을 줄 수 있다.

[0141] 본 발명의 한 실시 예에서는, 간섭들의 감소를 위해 상기 통신 시스템(500)이 모든 예상 가능한 간섭 통신(c_{int})(다시 말하면, 상기 확장된 충돌 그래프(*CGe*)에서 D2D 통신(c_{ab})을 나타내는 노드에 에지(edge)에 의해 접속된 노드)을 상기 D2D 통신(c_{ab})에 할당된 통신 자원들과는 다른 통신 자원들 상에 할당하도록 구성되어 있다.

[0142] 본 발명의 한 실시 예에서는, (도 4에서 검정 실선 표시의 직사각형으로 나타나 있는) "간섭 지역"(420)이 UE(410a, 410b)와 같은 서로 다른 셀들의 UE 간의 D2D 통신들이 상기 제2 셀(400b) 내의 제3 UE(410c) 경우와 같은 INFRA 통신을 수행하는 간섭 지역(420) 내의 다른 UE에 기인하여 간섭들에 직면할 수 있고 이와는 반대로 INFRA 통신들이 D2D 통신들에 기인하여 간섭들에 직면할 수 있는 지역으로서 정의된다. 상기 간섭 지역(420)은 상기 셀들(400a, 400b)에 걸쳐 있고 그럼으로써 제1 셀(400a) 부분(420_A) 및 제1 셀(400a) 부분(420_B)을 포함한다.

[0143] 상기 간섭 지역(420) 내의 간섭들을 회피하기 위해, 상기 다중-셀 링크 선택 모듈(515)은 상기 확장된 CG 구축기 모듈(505)에 의해 제공되는 수정된 확장된 충돌 그래프(*CGe'*)의 분석으로부터 임의의 예상 가능한 간섭 통신(c_{int})을 결정하고 상기 간섭 지역(420) 내에 포함되어 있는 UE(405a, 405b, 405c)와 같은 UE 집합들을 리스트화하는 UE_그룹을 포함하는 제한 커맨드들(RS_A, RS_B) 양자 모두 및 상기 간섭 지역(420) 내에서 비-간섭 방식으로 상기 UE_그룹의 UE에 할당될 통신 자원들을 나타내는 PRBs를 제공한다. 예를 들면, 상기 패킷 스케줄러 모듈들(520a, 520b)은 상기 제한 커맨드들(RS_A, RS_B)에 따라 상기 D2D 통신(c_{ab}) 및 상기 INFRA 통신(c_{int})을 할당한다.

[0144] 본 발명의 한 실시 예에 따른 간섭을 회피하기 위한 자원 할당 스킴을 개략적으로 나타내는 도면인 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 패킷 스케줄러 모듈들(520a, 520b)은 하나를 다른 하나와 관련지어 (주파수 면에서) 최대

가능 거리를 지니는 D2D 통신(c_{ab}) 및 INFRA 통신(c_{int}) 각각에 대한 통신 자원들(PRB_A, PRB_B)을 할당할 수 있다.

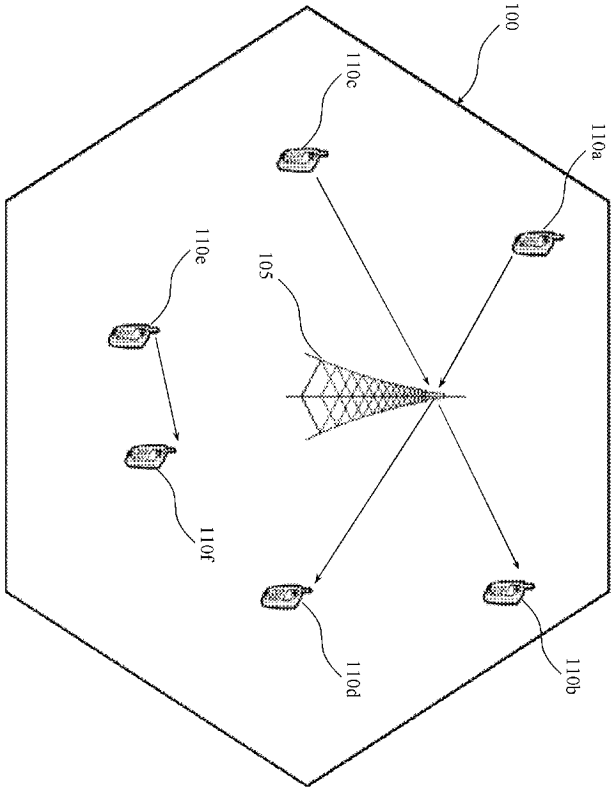
[0145] 도 6의 예에서는, 상기 제1 패킷 스케줄러 모듈(520a)이 상기 간섭 지역(420) 부분(420_A) 내에서부터 상기 제2 UE(410b)로 데이터 패킷들을 전송하는 제1 UE(410a)에 대한 통신 자원들을, 상기 제1 셀(405a) 내의 통신들에 대해 이용 가능한 전송 대역(610)의 개시 부분 내에 위치한 통신 자원들(PRB_A)(605) 상에 할당한다. 이와는 반대로, 상기 제2 패킷 스케줄러 모듈(520b)은 상기 간섭 지역(420) 부분(420_B) 내에서부터 데이터 패킷들을 전송하는 제3 UE(410c)에 대한 통신 자원들을, 상기 제1 셀(405a) 내의 통신들에 대해 이용 가능한 전송 대역(620)의 마지막 부분 내에 위치한 통신 자원들(PRB_B)(615) 상에 할당한다. 이러한 방식으로, 상기 D2D 통신(c_{ab}) 및 상기 INFRA 통신(c_{int}) 간에 간섭을 회피하는 것이 가능한데, 그 이유는 그러한 통신들에 대해 할당된 대응하는 통신 자원들이 주파수 영역 내에서 서로 오버랩(overlap)되지 않기 때문이다.

[0146] 예를 들면 집중형 무선 액세스 네트워크(Centralized Radio Access Network; C-RAN) 타입의 이동 통신 네트워크에서 구현되기에 적합한 (도시되지 않은) 본 발명의 다른 한 실시 예에서는, (도시되지 않은) 글로벌 패킷 스케줄러 모듈(global packet scheduler module)이 이동 통신 네트워크의 셀들 모두에서 UE의 자원들의 할당을 관리하기 위해서나 또는 이동 통신 네트워크의 셀들 모두 중의 선택된 셀 그룹을 관리하기 위해 제공될 수 있다.

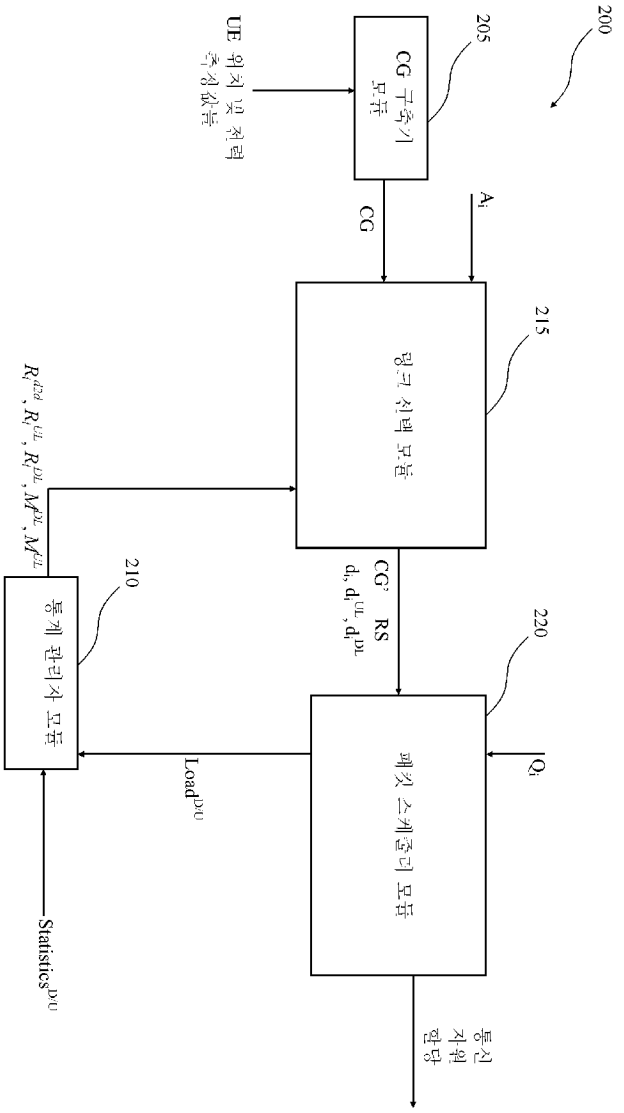
[0147] 여기서 유념해야 할 점은 본원 명세서에 기재되어 있는 본 발명의 실시 예들이 D2D 통신 및 INFRA 통신의 공존과 관련이 있는 결함들(예컨대, D2D 통신 및 INFRA 통신 및 상기 통신 시스템에 의해 제어되지 않는 D2D 통신들 간의 간섭들)을 유발하지 않고, D2D 통신의 이용 가능성에 의해 도입되는 이점들(예컨대, 사용된 스펙트럼의 감소 및 셀 오프로딩, 및 INFRA 통신에 대한 지연 단축)을 취하는 이동 통신 네트워크의 동작을 개선하기 위해 통신 자원 할당을 효율적으로 관리할 수 있다는 점이다.

도면

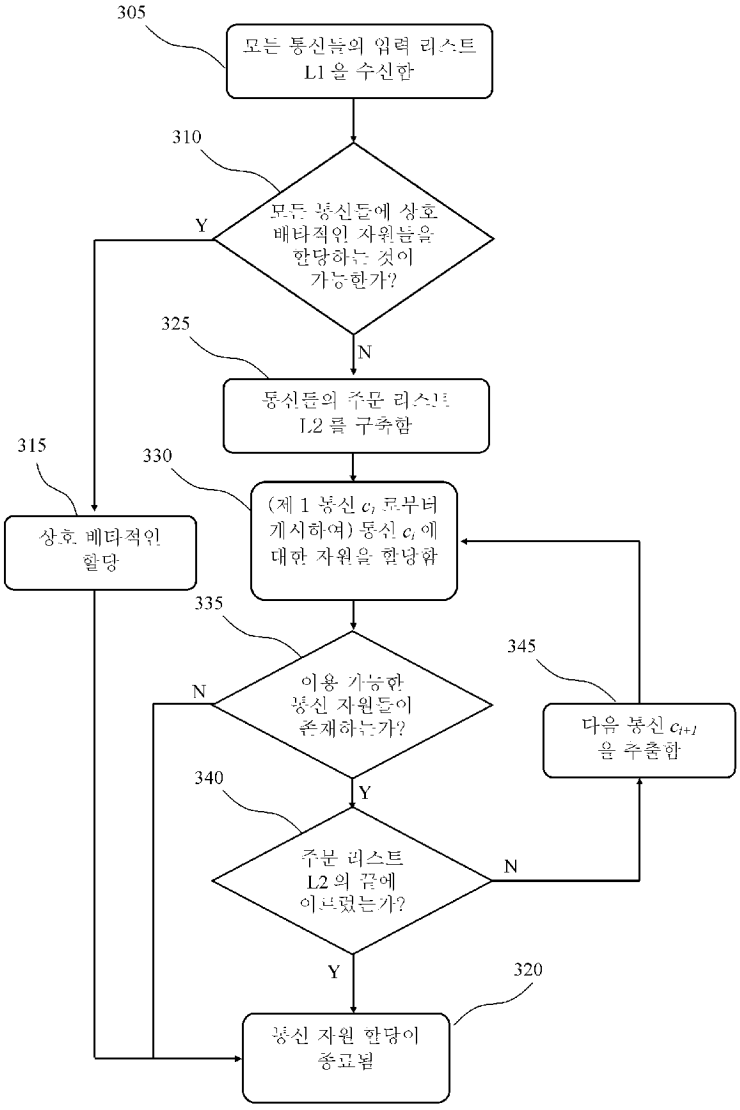
도면1



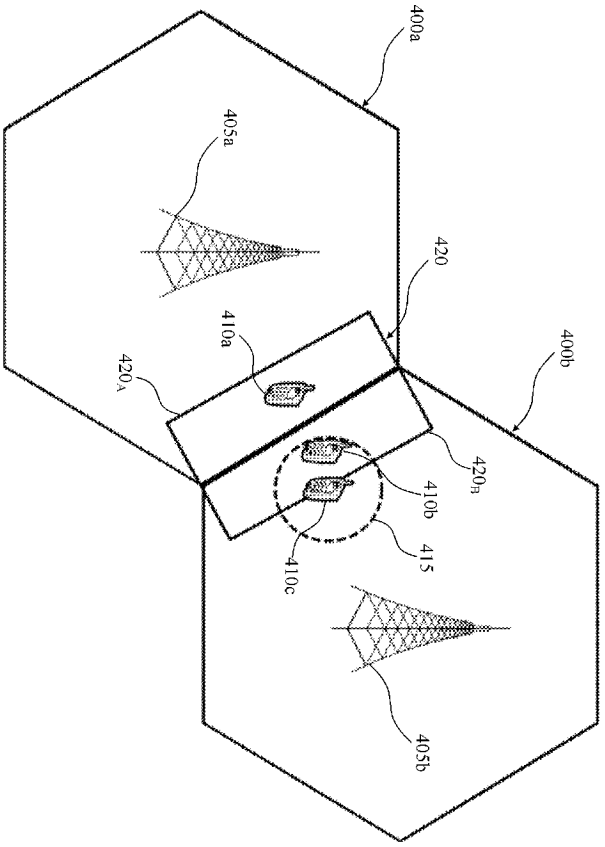
도면3


200
205
CG 구축기 모듈
UE 위치 및 전력 측정값들
CG
A_i
215
링크 선택 모듈
$R_i^{dpl}, R_i^{ul}, R_i^{pl}, M^{pl}, M^{ul}$
210
통계 관리자 모듈
CG; RS
d_i, d_i^{ul}, d_i^{pl}
220
패킷 스케줄러 모듈
Q_i
$Load^{pu}$
$Statistics^{pu}$
통신 자원 할당

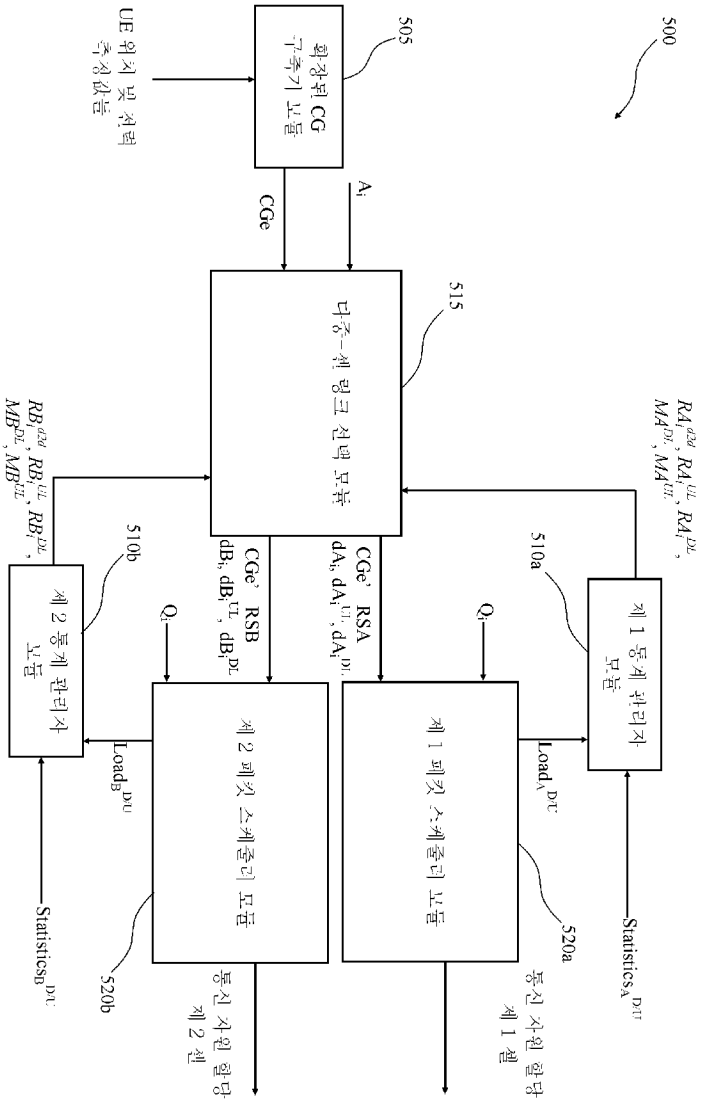
도면3


305
모든 통신들의 입력 리스트 L1을 수신함
310
모든 통신들에 상호 배타적인 자원들을 할당하는 것이 가능한가?
Y
N
325
통신들의 주문 리스트 L2를 구축함
315
상호 배타적인 할당
330
(제 1 통신 c_1로부터 개시하여) 통신 c_i에 대한 자원을 할당함
335
이용 가능한 통신 자원들이 존재하는가?
N
Y
345
다음 통신 c_{i+1}을 추출함
340
주문 리스트 L2의 끝에 이르렀는가?
N
Y
320
통신 자원 할당이 종료됨

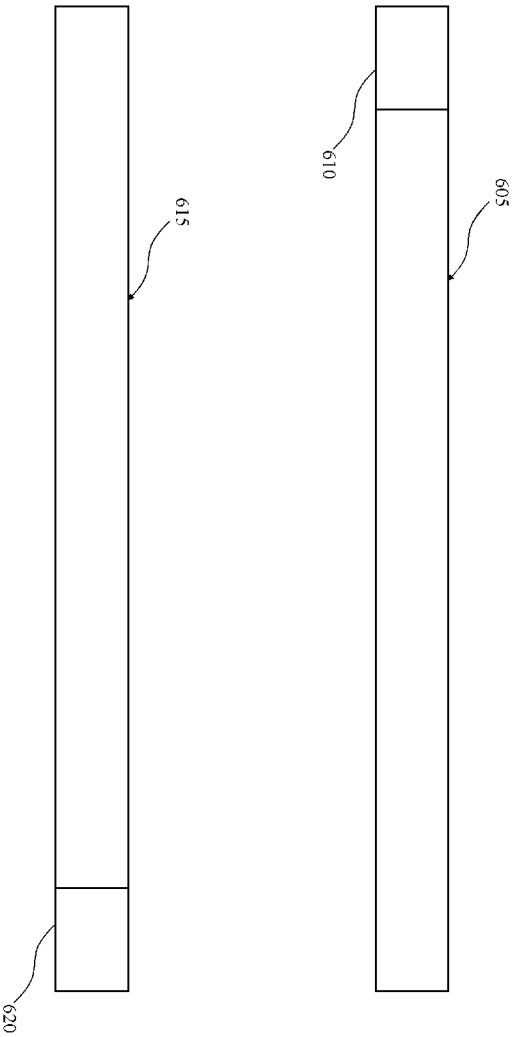
도4



도면5


500
505
확장된 CG 추출기 모듈
UE 위치 및 전력 측정값들
CGe
A_i
515
다중-셀 링크 선택 모듈
RA_i^{d2d}, RA_i^{UL}, RA_i^{DL}, MA_i^{DL}, MA_i^{UL}
RB_i^{d2d}, RB_i^{UL}, RB_i^{DL}, MB_i^{DL}, MB_i^{UL}
510a
제 1 동계 관리자 모듈
510b
제 2 동계 관리자 모듈
CGe' RSA
dA_i, dA_i^{UL}, dA_i^{DL}
CGe' RSB
dB_i, dB_i^{UL}, dB_i^{DL}
Q_i
Q_i
제 1 페킷 스케줄러 모듈
제 2 페킷 스케줄러 모듈
$Load_A^{DU}$
$Load_B^{DU}$
$Statistics_A^{DU}$
$Statistics_B^{DU}$
520a
520b
통신 자원 할당 제 1 셀
통신 자원 할당 제 2 셀

도6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제8항에 있어서,

상기 제1 표시 및 상기 제2 표시는 상기 통신 자원들을 할당하는 단계에 의해 실제로 할당되는 통신 자원들($Load^{D/U}$)에 대한 정보에 기반하여 부가적으로 이루어지는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

【변경후】

제8항에 있어서,

상기 제1 표시 및 상기 제2 표시는 상기 통신 자원들을 할당하는 단계에 의해 실제로 할당되는 다운링크/업링크 통신 자원들($Load^{D/U}$)에 대한 정보에 기반하여 부가적으로 이루어지는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

제1항에 있어서,

상기 제1 표시 및 상기 제2 표시는 지속적인 통신들에 대한 통신 자원들의 사용량 메트릭($Statistics^{D/U}$)에 기반하여 이루어지는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 제1 표시 및 상기 제2 표시는 지속적인 통신들에 대한 다운링크/업링크 통신 자원들의 사용량 메트릭($Statistics^{D/U}$)에 기반하여 이루어지는, 이동 통신 네트워크에서 사용자 장비에 의해 수행되는 통신들에 대한 통신 자원들을 할당하는 방법.