(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0052648
(43) 공개일자 2016년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/02 (2009.01) *H04W 72/04* (2009.01)
H04W 72/12 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 24/02 (2013.01)
H04W 72/0426 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7008697
(22) 출원일자(국제) 2014년09월03일
심사청구일자 2016년04월05일
(85) 번역문제출일자 2016년04월01일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2014/068702
(87) 국제공개번호 WO 2015/032802
국제공개일자 2015년03월12일
(30) 우선권주장
14/018,078 2013년09월04일 미국(US)
14/175,809 2014년02월07일 미국(US)

(71) 출원인
노키아 솔루션스 앤드 네트웍스 오와이
핀랜드 핀-02610 에스푸 카라포르티 3
(72) 발명자
왕, 시아오이
미국 60169 일리노이 호프만 이스테이츠 블랙베리 레인 1988
비소츠키, 유진
미국 60089 일리노이 버팔로 그로브 레이몬드 로드 421
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이시용, 정현주

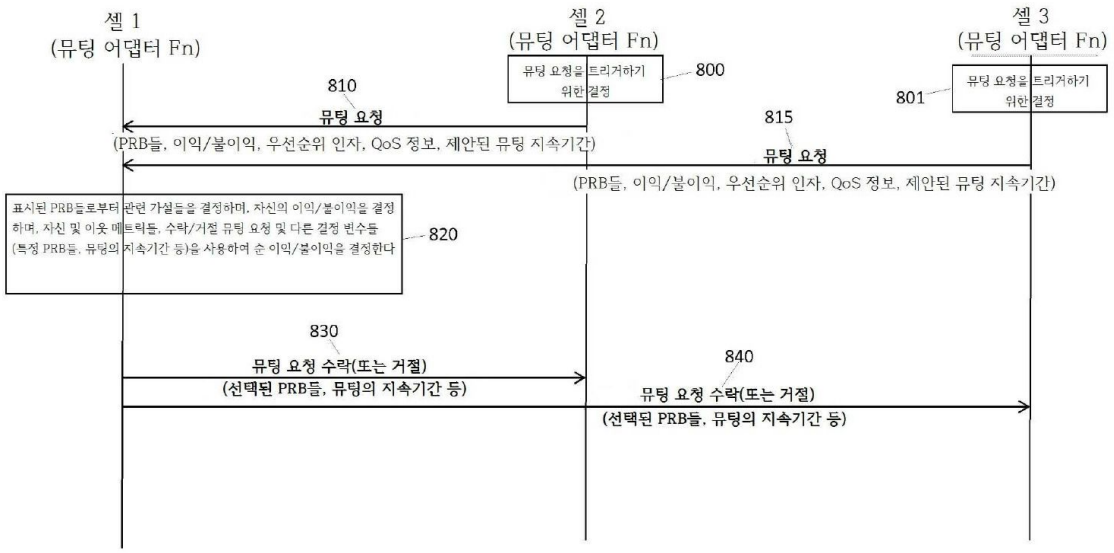
전체 청구항 수 : 총 36 항

(54) 발명의 명칭 **적응 뮤팅으로 조정되는 스케줄링**

(57) 요 약

적응 뮤팅으로 조정되는 스케줄링과 관련한 시스템들, 방법들, 장치들 및 컴퓨터 프로그램 물건들이 제공된다. 하나의 방법은 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 네트워크 엘리먼트의 셀에 대해 계산된 영향력 정보(impact information)를 네트워크 엘리먼트에 의해 송신하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 특정 환경들 하에서 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청을 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H04W 72/1226 (2013.01)
(72) 발명자
베데카, 아난드
미국 60026 일리노이 글렌뷰 코튼우드 드라이브 2197
몬달, 비쉬워럽
미국 45430 오하이오 비버크리크 스트라이트 어로우 4341
아그라왈, 라지브
미국 60026 일리노이 글렌뷰 프림로즈 레인 1588
아룰셀반, 나빈
인도 560093 방갈로르 씨브이 라만 나가르 올드 마드라스 로드 셀레셜 그린 아파트먼트 디202
칼야나선다람, 수레쉬
인도 560103 방갈로르 카두비사나할리 비하인드 시스코 오피스 기어 로드 크리쉬비 가바크쉬 비-184
콜딩, 트뢸스 에밀
덴마크 디케이-9270 클라루프 스넵페베즈 21
크뢰너, 한스
독일 73312 가이슬링엔 외덴투름베크 16

명 세 서

청구범위

청구항 1

네트워크 엘리먼트로서,

상기 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션(action)을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 상기 네트워크 엘리먼트의 셀에 대해 계산된 영향력 정보(impact information), 및 상기 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 송신하기 위한 송신 수단을 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 액션은 상기 송신을 뮤팅(muting)하는 것, 온-지속기간(on-duration)을 변경하는 것, 송신 전력을 감소시키는 것 또는 상기 송신을 빔포밍(beamforming)하는 것 중 적어도 하나를 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 영향력 정보는 이익(benefit)/불이익(penalty) 정보를 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 이익/불이익 정보는 엘리먼트들의 리스트를 더 포함하며, 상기 엘리먼트들 각각은 자원들의 세트에 관한, 상기 이익/불이익 정보에 대한 정보를 나타내는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 5

제 3항 또는 제 4항에 있어서, 상기 이익/불이익 정보는,

상기 액션에 대한 자원들의 양;

상기 액션에 대한 특정 주파수 자원들의 표시;

상기 액션에 대한 특정 주파수 부-대역 자원의 표시;

빔포밍 계수들의 표시;

상기 액션에 대한 특정 시간의 표시; 또는

상기 액션에 대한 지속기간의 표시 중 적어도 하나를 더 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 6

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 네트워크 엘리먼트는 계산된 영향력 정보에 기초하여 순 이익을 계산하기 위한 계산 수단을 더 포함하며;

상기 송신 수단은 상기 제 2 네트워크 엘리먼트에 상기 순 이익을 송신하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 7

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 영향력 정보는 우선순위 인자를 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 우선순위 인자는,

물리적-다운링크-제어-채널/강화된-물리적-다운링크-제어-채널의 혼잡(congestion),

범위 확장 사용,

채널 타입, 및

데이터 채널 송신의 서비스 품질 특징 중 적어도 하나에 기초하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 9

네트워크 엘리먼트로서,

제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 상기 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 상기 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 상기 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 상기 제 2 네트워크 엘리먼트로부터의 요청, 및 상기 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 중앙 네트워크 엘리먼트로부터의 커맨드(command) 중 적어도 하나를 수신하기 위한 수신 수단; 및

수신된 영향력 정보, 상기 커맨드 또는 상기 요청 중 하나에 적어도 기초하여 상기 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 액션 작용 수단(action taking means)을 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 10

제 9항에 있어서, 상기 수신된 영향력 정보 및 계산된 이익/불이익 정보에 기초하여 순 이익 및 상기 액션을 취하기 위한 불이익/이익을 계산하기 위한 계산 수단; 및

계산된 순 이익에 기초하여 상기 액션에 착수해야 하는지를 결정하기 위한 결정 수단을 더 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 11

제 10항에 있어서, 상기 계산된 순 이익을 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트에 송신하기 위한 송신 수단을 더 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 12

제 10항 또는 제 11항에 있어서, 상기 액션에 착수해야 하는지를 결정하는 것은,

적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트로부터의 순 이익 정보를 수신 수단을 통해 수신하는 것; 및

상기 계산된 순 이익 및 상기 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트로부터 수신된 상기 순 이익 정보의 비교에 기초하여, 상기 액션에 착수할 것을 결정하는 것을 더 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 13

제 9항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수신된 영향력 정보는 이익/불이익 정보를 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 14

제 9항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수신된 영향력 정보는 우선순위 인자를 포함하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 우선순위 인자는,

물리적-다운링크-제어-채널/강화된-물리적-다운링크-제어-채널의 혼잡,

범위 확장 사용,

채널 타입, 및

데이터 채널 송신의 서비스 품질 특징 중 적어도 하나에 기초하는, 네트워크 엘리먼트.

청구항 16

중앙집중형 네트워크 엘리먼트로서,

제 1 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 상기 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 및 상기 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀 또는 상기 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 상기 제 1 네트워크 엘리먼트로부터 수신하기 위한 수신 수단; 및

수신된 영향력 정보 및/또는 상기 요청에 기초하여 상기 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀 또는 상기 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 상기 액션을 취하기 위한 커맨드를 송신하기 위한 송신 수단을 포함하는, 중앙집중 네트워크 엘리먼트.

청구항 17

제 16항에 있어서, 상기 영향력 정보는 이익 정보, 불이익 정보 또는 순 이익 정보 중 적어도 하나를 포함하는, 중앙집중형 네트워크 엘리먼트.

청구항 18

제 16항 또는 제 17항에 있어서, 상기 영향력 정보는 우선순위 인자를 포함하는, 중앙집중형 네트워크 엘리먼트.

청구항 19

제 18항에 있어서, 상기 우선순위 인자는,

물리적-다운링크-제어-채널/강화된-물리적-다운링크-제어-채널의 혼잡,

범위 확장 사용,

채널 타입, 및

데이터 채널 송신의 서비스 품질 특징 중 적어도 하나에 기초하는, 중앙집중형 네트워크 엘리먼트.

청구항 20

네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 상기 네트워크 엘리먼트의 셀에 대해 계산된 영향력 정보, 및 상기 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 상기 네트워크 엘리먼트에 의해 송신하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 21

제 20항에 있어서, 상기 액션은 상기 송신을 뮤팅하는 것, 온-지속기간을 변경하는 것, 송신 전력을 감소시키는 것 또는 상기 송신을 빔포밍하는 것 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 22

제 20항 또는 제 21항에 있어서, 상기 영향력 정보는 이익/불이익 정보를 포함하는, 방법.

청구항 23

제 22항에 있어서, 상기 이익/불이익 정보는,

상기 액션에 대한 자원들의 양;

상기 액션에 대한 특정 주파수 자원들의 표시;

상기 액션에 대한 특정 주파수 부-대역 자원의 표시;

빔포밍 계수들의 표시;

상기 액션에 대한 특정 시간의 표시; 또는

상기 액션에 대한 지속기간의 표시 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 24

제 20항 내지 제 23항 중 어느 한 항에 있어서, 계산된 영향력 정보에 기초하여 순 이익을 계산하는 단계; 및

상기 제 2 네트워크 엘리먼트에 상기 순 이익을 송신하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 25

제 20항 내지 제 24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 영향력 정보는 우선순위 인자를 포함하는, 방법.

청구항 26

제 25항에 있어서, 상기 우선순위 인자는,

물리적-다운링크-제어-채널/강화된-물리적-다운링크-제어-채널의 혼잡,

범위 확장 사용,

채널 타입, 및

데이터 채널 송신의 서비스 품질 특징 중 적어도 하나에 기초하는, 방법.

청구항 27

제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 상기 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 상기 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 상기 제 2 네트워크 엘리먼트로부터의 요청, 및 상기 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 중앙 네트워크 엘리먼트로부터의 커맨드 중 적어도 하나를 상기 네트워크 엘리먼트에 의해 수신하는 단계; 및

수신된 영향력 정보, 상기 커맨드 또는 상기 요청 중 적어도 하나에 기초하여 상기 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 상기 액션을 취하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 28

제 27항에 있어서, 상기 액션을 취하기 위한 이익/불이익을 계산하는 단계;

상기 수신된 영향력 정보 및 계산된 이익/불이익 정보에 기초하여 순 이익을 계산하는 단계; 및

계산된 순 이익에 기초하여 상기 액션에 착수해야 하는지를 결정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 29

제 28항에 있어서, 상기 액션에 착수해야 하는지를 결정하는 단계는,

적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트로부터 순 이익 정보를 수신하는 단계; 및

상기 계산된 순 이익 및 상기 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트로부터 수신된 상기 순 이익 정보의 비교에 기초하여, 상기 액션에 착수할 것을 결정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 30

제 27항 내지 제 29항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수신된 영향력 정보는 이익/불이익 정보를 포함하는, 방법.

청구항 31

제 27항 내지 제 30항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수신된 영향력 정보는 우선순위 인자를 포함하는, 방법.

청구항 32

제 31항에 있어서, 상기 우선순위 인자는,

물리적-다운링크-제어-채널/강화된-물리적-다운링크-제어-채널의 혼잡,

범위 확장 사용,

채널 타입, 및

데이터 채널 송신의 서비스 품질 특징 중 적어도 하나에 기초하는, 방법.

청구항 33

제 1 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 상기 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 및 상기 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀 또는 상기 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 중앙집중형 네트워크 엘리먼트가 상기 제 1 네트워크 엘리먼트로부터 수신하는 단계; 및

수신된 영향력 정보 및/또는 상기 요청에 기초하여 상기 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀 또는 상기 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 상기 액션을 취하기 위한 커맨드를 송신하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 34

제 33항에 있어서, 상기 영향력 정보는 이익 정보, 불이익 정보 또는 순 이익 정보 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 35

제 33항 또는 제 34항에 있어서, 상기 영향력 정보는 우선순위 인자를 포함하는, 방법.

청구항 36

제 35항에 있어서, 상기 우선순위 인자는,

물리적-다운링크-제어-채널/강화된-물리적-다운링크-제어-채널의 혼잡,

범위 확장 사용,

채널 타입, 및

데이터 채널 송신의 서비스 품질 특징 중 적어도 하나에 기초하는, 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] [0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System), UTRAN(Terrestrial Radio Access Network), LTE(Long Term Evolution) E-UTRAN(Evolved UTRAN) 및/또는 LTE-A와 같은(그러나, 이들에 제한되지 않음) 모바일 통신 네트워크들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] [0002] UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) UTRAN(Terrestrial Radio Access Network)는 기지국들, 또는 노드 B들 및 예컨대 RNC(radio network controller)들을 포함하는 통신 네트워크를 지칭한다. UTRAN은 사용자 장비(UE)(UE들은 또한 흔히 사용자 디바이스들 또는 단지 사용자들로 알려짐)와 코어 네트워크 간의 연결을 가능하게 한다. RNC는 하나 또는 그 초과의 노드 B들에 대한 제어 기능들을 제공한다. RNC 및 이의 대응하는 노드 B들은 RNS(Radio Network Subsystem)로 불린다. E-UTRAN(enhanced UTRAN)의 경우에는 RNC가 존재하지 않고 강화된 노드 B(eNodeB or eNB)에 대부분의 RNC 기능들이 포함된다.

[0003] [0003] LTE(Long Term Evolution) 또는 E-UTRAN은 개선된 효율성과 서비스들, 저비용, 및 새로운 스펙트럼 사용 기회들을 통해 UMTS의 개선들을 언급한다. 특히, LTE는 업링크의 경우 적어도 50 Mbps(megabits per second)의 피크 레이트(peak rate)를 제공하고 다운링크의 경우에 적어도 100 Mbps의 피크 레이트를 제공하는 3GPP 표준이다. LTE는 20 MHz로부터 1.4 MHz에 이르기까지 스케일 가능 캐리어 대역폭들을 지원하고 FDD(Frequency Division Duplexing) 및 TDD(Time Division Duplexing) 둘다를 지원한다.

[0004] [0004] 앞서 언급한 바와같이, LTE는 또한 네트워크들에서 스펙트럼 효율을 개선하여, 캐리어들이 주어진 대역폭에서 더 많은 데이터와 음성 서비스들을 제공하도록 할 수 있다. 따라서, LTE는 고용량 음성 지원 외에 고속 데이터 및 미디어 전송에 대한 요구들을 충족시키도록 설계된다. LTE의 장점들은 예컨대 높은 스루풋, 저지연성(low latency), 동일한 플랫폼에서의 FDD 및 TDD 지원, 개선된 사용자 경험, 및 낮은 운영비를 초래하는 단순한 아키텍처를 포함한다.

[0005] [0005] 3GPP LTE(예컨대, LTE Rel-10, LTE Rel-11, LTE Rel-12)의 추가 릴리즈(Release)들은 본원에서는 편의상 단순히 LTE-A(LTE-Advanced)로 지칭되는 차세대 IMT-A(international mobile telecommunications advanced) 시스템들을 목표로 삼고 있다.

[0006] [0006] LTE-A는 3GPP LTE 라디오 액세스 기술들을 확장시켜서 최적화시키는 쪽으로 집중되고 있다. LTE-A의 목표는, 비용을 감소시키면서 데이터 레이트를 높이고 지연성을 낮추는 것을 통해, 현저하게 강화된 서비스들을 제공하는 것이다. LTE-A는 역호환성(backward compatibility)을 유지하면서 IMT-Advanced에 대한 ITU-R(international telecommunication union-radio) 요건들을 충족시키는 더 최적화된 라디오 시스템일 것이다.

발명의 내용

[0007] [0007] 일 실시예는 적어도 하나의 프로세서, 및 컴퓨터 프로그램 코드를 포함하는 적어도 하나의 메모리를 포함하는 네트워크 엘리먼트에 관한 것이다. 적어도 하나의 메모리 및 컴퓨터 프로그램 코드는, 적어도 하나의 프로세서와 함께, 네트워크 엘리먼트가 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션(action)을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 네트워크 엘리먼트의 셀에 대해 계산된 영향력 정보(impact information), 및 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 적어도 송신하도록 구성된다.

[0008] [0008] 다른 실시예는 적어도 하나의 프로세서, 및 컴퓨터 프로그램 코드를 포함하는 적어도 하나의 메모리를 포함하는 네트워크 엘리먼트에 관한 것이다. 적어도 하나의 메모리 및 컴퓨터 프로그램 코드는, 적어도 하나의 프로세서와 함께, 네트워크 엘리먼트가 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 제 2 네트워크 엘리먼트로부터의 요청, 및 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 중앙 네트워크 엘리먼트로부터의 커맨드(command) 중 적어도 하나를 적어도 수신하도록 구성된다. 네트워크 엘리먼트는 수신된 영향력 정보, 커맨드 또는 요청 중 하나에 적어도 기초하여 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하도록 추가로 구성될 수 있다.

[0009] [0009] 또 다른 실시예는 적어도 하나의 프로세서, 및 컴퓨터 프로그램 코드를 포함하는 적어도 하나의 메모리를 포함하는 중앙집중형 네트워크 엘리먼트에 관한 것이다. 적어도 하나의 메모리 및 컴퓨터 프로그램 코드는, 적어도 하나의 프로세서와 함께, 중앙집중형 네트워크 엘리먼트가 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 및 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 제 1 네트워크 엘리먼트로부터 적어도 수신하도록 구성된다. 중압집중형 네트워크 엘리먼트는 수신된 영향력 정보 및/또는 요청에 기초하여 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 커맨드를 송신하도록 추가로 구성될 수 있다.

[0010] [0010] 또 다른 실시예는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 네트워크 엘리먼트의 셀에 대해 계산된 영향력 정보 중 적어도 하나를 송신하기 위한 송신 수단, 및 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 것을 요청하기 위한 요청 수단을 포함하는 네트워크 엘리먼트에 관한 것이다.

[0011] [0011] 또 다른 실시예는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 제 2 네트워크 엘리먼트로부터의 요청, 및 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 중앙 네트워크 엘리먼트로부터의 커맨드(command) 중 적어도 하나를 수신하기 위한 수신 수단을 포함하는 네트워크 엘리먼트에 관한 것이다. 네트워크 엘리먼트는 또한 수신된 영향력 정보, 커맨드 또는 요청 중 적어도 하나에 기초하여 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 액션 작용 수단(action taking means)을 포함할 수 있다.

[0012] [0012] 또 다른 실시예에서, 중앙집중형 네트워크 엘리먼트는 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 및 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 제 1 네트워크 엘리먼트로부터 수신하기 위한 수신 수단을 포함할 수 있다. 중앙집중형 네트워크 엘리먼트는 또한 수신된 영향력 정보 및/또는 요청에 기초하여 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 커맨드를 송신하기 위한 송신 수단을 포함할 수 있다.

[0013] [0013] 또 다른 실시예는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 네트워크 엘리먼트의 셀에 대해 계산된 영향력 정보, 및 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 네트워크 엘리먼트에 의해 송신하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다.

[0014] [0014] 또 다른 실시예는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 제 2 네트워크 엘리먼트로부터의 요청, 및/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 중앙 네트워크 엘리먼트로부터의 커맨드 중 적어도 하나를 네트워크 엘리먼트에 의해 수신하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다. 방법은 수신된 영향력 정보, 커맨드 또는 요청 중 적어도 하나에 기초하여 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0015] [0015] 또 다른 실시예는 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 중앙집중형 네트워크 엘리먼트가 제 1 네트워크 엘리먼트로부터 수신하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다. 방법은 수신된 영향력 정보 및/또는 요청에 기초하여 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 커맨드를 송신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] [0016] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체상에 포함된 컴퓨터 프로그램 물건에 관한 것이며, 상기 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터 실행가능 코드를 포함하며, 컴퓨터 실행가능 코드는, 프로세서 상에서 실행되는 경우, 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 네트워크 엘리먼트의 셀에 대해 계산된 영향력 정보, 및 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 송신하도록 프로세서를 제어한다.

[0017] [0017] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체상에 포함된 컴퓨터 프로그램 물건에 관한 것이며, 상기 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터 실행가능 코드를 포함하며, 컴퓨터 실행가능 코드는, 프로세서 상에서 실행되는 경우, 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 제 2 네트워크 엘리먼트로부터의 요청, 및 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 중앙 네트워크 엘리먼트로부터의 커맨드 중 적어도 하나를 수신하도록 프로세서를 제어한다. 네트워크 엘리먼트는 수신된 영향력 정보, 커맨드 또는 요청 중 하나에 적어도 기초하여 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하도록 추가로 구성될 수 있다.

[0018] [0018] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체상에 포함된 컴퓨터 프로그램 물건에 관한 것이며, 상기 컴퓨터 프로그램 물건은 컴퓨터 실행가능 코드를 포함하며, 컴퓨터 실행가능 코드는, 프로세서 상에서 실행되는 경우, 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 및 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 제 1 네트워크 엘리먼트로부터 수신하도록 프로세서를 제어한다. 중압집중형 네트워크 엘리먼트는 수신된 영향력 정보 및/또는 요청에 기초하여 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 커맨드를 송신하도록 추가로 구성될 수 있다.

[0019] [0019] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 또한 제 1 네트워크 엘리먼트 및 제 2 네트워크 엘리먼트를 포함하는 시스템을 포함할 수 있다. 제 1 네트워크 엘리먼트는 프로세서, 및 컴퓨터 프로그램 코드를 포함하는 메모리를 가질 수 있으며, 메모리 및 컴퓨터 프로그램 코드는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 제 3 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대해 계산된 영향력 정보, 및 제 3 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 송신하도록 구성된다. 시스템의 제 2 네트워크 엘리먼트는 또한 프로세서 및 컴퓨터 프로그램 코드를 포함하는 메모리를

포함할 수 있다. 제 2 네트워크 엘리먼트의 메모리 및 컴퓨터 프로그램 코드는, 프로세서와 함께, 제 2 네트워크 엘리먼트가 제 1 네트워크 엘리먼트로부터의 영향력 정보 또는 제 1 네트워크 엘리먼트로부터의 요청 또는 셀과 관련된 액션을 취하기 위한, 중앙 네트워크 엘리먼트로부터의 커맨드를 수신하도록 구성될 수 있다. 제 2 네트워크 엘리먼트는 또한 수신된 영향력 정보, 커맨드 또는 요청 중 적어도 하나에 기초하여 셀과 관련된 액션을 취하도록 구성된다.

[0020] [0020] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 적어도 하나의 프로세서 및 컴퓨터 프로그램 코드를 포함하는 적어도 하나의 메모리를 가진 중앙집중형 네트워크 엘리먼트를 포함하는 시스템을 포함할 수 있으며, 적어도 하나의 메모리 및 컴퓨터 프로그램 코드는, 적어도 하나의 프로세서와 함께, 중앙집중형 네트워크 엘리먼트가 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보, 및 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청 중 적어도 하나를 제 1 네트워크 엘리먼트로부터 적어도 수신하도록 그리고 수신된 영향력 정보 및/또는 요청에 기초하여 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 커맨드를 송신하도록 구성된다.

[0021] [0021] 또 다른 실시예에서, 적어도 하나의 메모리 및 컴퓨터 프로그램은 서비스 품질 특징의 표시를 추가로 포함하는 이익/불이익 정보를, 계산된 영향력 정보로서 송신하도록 구성될 수 있다.

[0022] [0022] 또 다른 실시예에서, 본 발명의 방법들은 서비스 품질 특징의 표시를 추가로 포함하는 이익/불이익 정보를, 계산된 영향력 정보로서 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] [0023] 또 다른 실시예에서, 계산된 영향력 정보는 특정 사용자 디바이스에 기초하여 계산되는 이익/불이익 정보일 수 있다.

[0024] [0024] 또 다른 실시예에서, 네트워크 엘리먼트는 기지국 또는 액세스 포인트일 수 있다.

[0025] [0025] 또 다른 실시예에서, 네트워크 엘리먼트의 적어도 하나의 메모리 및 컴퓨터 프로그램 코드는, 적어도 하나의 프로세서와 함께, 네트워크 엘리먼트가, 적어도, 액션을 취하기 위한 이익/불이익을 계산하도록 그리고 수신된 영향력 정보 및 계산된 이익/불이익 정보에 기초하여 순 이익을 계산하도록 구성된다. 네트워크 엘리먼트는 또한 계산된 순 이익에 기초하여 액션을 착수해야 하는지를 결정하도록 구성될 수 있다. 특정 실시예들에서, 계산된 순 이익에 기초하여 액션을 착수해야 하는지를 결정하는 것은 액세스 착수될 특정 자원들을 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[0026] [0026] 특정 실시예들에서, 네트워크 엘리먼트는 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트에 액션을 착수하는 결정에 대한 통지를 통신하도록 구성될 수 있다.

[0027] [0027] 특정 실시예들에서, 중앙집중형 네트워크 엘리먼트는 코어 네트워크 엘리먼트를 포함할 수 있다.

[0028] [0028] 앞서 언급된 방법들 중 임의의 방법에서, 특정 사용자 디바이스에 기초하여 이익/불이익 정보를 계산하는 추가 단계가 구현될 수 있다.

[0029] [0029] 또한, 앞서 언급된 방법들 중 임의의 방법에서, 계산된 순 이익에 기초하여 액션을 착수해야 하는지를 결정하는 것은 액션이 착수될 특정 자원들을 결정하는 것을 더 포함할 수 있다.

[0030] [0030] 또한, 앞서 언급된 방법들에서, 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트에 대한 액션을 착수하는 결정에 대한 통지를 통신하는 추가 단계가 수행될 수 있다.

[0031] [0031] 또한, 앞서 언급된 네트워크 엘리먼트에서, 이익/불이익 정보는 채널-상태 정보를 사용하여 계산되는 이익/불이익-메트릭값을 포함한다.

[0032] [0032] 또한, 앞서 언급된 네트워크 엘리먼트에서, 이익/불이익 정보는 이익/불이익-메트릭값과 연관된 우선순위 인자를 더 포함한다.

[0033] [0033] 또한, 앞서 언급된 네트워크 엘리먼트에서, 우선순위 인자는 물리적-다운링크-제어-채널/강화된-물리적-다운링크-제어-채널의 혼잡, 범위 확장 사용 및 데이터 채널 송신의 서비스 품질 특징 중 적어도 하나에 기초한다.

[0034] [0034] 또한, 앞서 언급된 네트워크 엘리먼트에서, 우선순위 인자 및 이익/불이익-메트릭 값은 X2 시그널링을 통해 송신된다.

[0035] [0035] 또한, 앞서 언급된 네트워크 엘리먼트에서, 우선순위 인자 및 이익/불이익-메트릭 값은 동일한 메시지로 송신된다.

도면의 간단한 설명

[0036] [0036] 본 발명의 완전한 이해를 위해서는 첨부 도면들을 참조해야 한다.

[0037] [0037] 도 1은 실시예에 따른, 간섭 가설의 예를 예시한다.

[0038] [0038] 도 2는 실시예에 따른, 뮤팅 적응의 예시적 시나리오를 예시한다.

[0039] [0039] 도 3은 실시예에 따른, 뮤팅 적응의 다른 예시적 시나리오를 예시한다.

[0040] [0040] 도 4는 실시예에 따른, 뮤팅 적응의 다른 예시적 시나리오를 예시한다.

[0041] [0041] 도 5는 실시예에 따른, 뮤팅 적응의 다른 예시적 시나리오를 예시한다.

[0042] [0042] 도 6(a)는 일 실시예에 따른, 논리적으로 분산된 아키텍처를 가진 시스템의 예를 예시한다.

[0043] [0043] 도 6(b)는 우선순위 메트릭을 시그널링하기 위한 옵션들을 예시한다.

[0044] [0044] 도 7은 실시예에 따른, 중앙집중형 무선 자원 관리(C-RRM)를 포함하는 논리적 중앙집중형 아키텍처를 가진 시스템의 예를 예시한다.

[0045] [0045] 도 8은 일 실시예에 따른, 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다.

[0046] [0046] 도 9는 다른 실시예에 따른, 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다.

[0047] [0047] 도 10은 다른 실시예에 따른, 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다.

[0048] [0048] 도 11은 다른 실시예에 따른, 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다.

[0049] [0049] 도 12a는 다른 실시예에 따른, 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다.

[0050] [0050] 도 12b는 다른 실시예에 따른, 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다.

[0051] [0051] 도 13은 일 실시예에 따른, 방법의 예시적 흐름도를 예시한다.

[0052] [0052] 도 14는 다른 실시예에 따른, 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다.

[0053] [0053] 도 15는 다른 실시예에 따른, 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다.

[0054] [0054] 도 16은 실시예에 따른, 비-중첩 클러스터의 예를 예시한다.

[0055] [0055] 도 17은 실시예에 따른, 리퀴드 클러스터의 예를 예시한다.

[0056] [0056] 도 18은 실시예에 따른, 예시적 리퀴드 클러스터를 예시한다.

[0057] [0057] 도 19는 실시예에 따른, 분산형 최대 순 이익 솔루션(decentralized Max-Net-Benefit solution)의 리퀴드 클러스터들에의 예시적 적용을 예시한다.

[0058] [0058] 도 20은 일 실시예에 따른 장치를 예시한다.

[0059] [0059] 도 21은 다른 실시예에 따른 장치를 예시한다.

[0060] [0060] 도 22는 실시예에 따른, 셀(1)이 적절한 뮤팅 양을 결정할 수 있는 예시적 방식을 묘사하는 다이어그램을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] [0061] 본원의 도면들에서 일반적으로 설명되고 예시된 바와 같은 본 발명의 컴포넌트들이 매우 다양한 상이한 구성들로 배열 및 설계될 수 있다는 것이 용이하게 이해될 것이다. 따라서, 첨부된 도면들에서 표현된 바와 같이, 적응 뮤팅으로 조정된 스케줄링에 관한 시스템들, 방법들, 장치들, 및 컴퓨터 프로그램 물건들의 실시예들의 다음 상세한 설명은 본 발명의 범위를 제한하도록 의도되는 것이 아니라, 단지 본 발명의 선택된 실시예들을 대표한다.

[0038] [0062] 이 명세서 전반에 걸쳐 설명된 본 발명의 피처들, 구조들, 또는 특성들은 하나 또는 그 초과의 실시예들

에서 임의의 적당한 방식으로 결합될 수 있다. 예컨대, 이 명세서 전반에 걸쳐 어구들 "특정 실시예들", "일부 실시예들", 또는 다른 유사한 언어의 사용은, 실시예와 관련하여 설명된 특정 피처, 구조, 또는 특성이 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함될 수 있다는 사실을 말한다. 따라서, 이 명세서 전반에 걸쳐 어구들 "특정 실시예들에서", "일부 실시예들에서", "다른 실시예들에서", 또는 다른 유사한 언어의 출현들은 반드시 동일한 그룹의 실시예들 모두를 지칭하는 것이 아니고, 설명된 피처들, 구조들, 또는 특성들은 하나 또는 그 초과의 실시예들에서 임의의 적당한 방식으로 결합될 수 있다. 부가적으로, 필요한 경우에, 하기에서 논의된 상이한 기능들은 상이한 순서로 및/또는 서로 동시에 수행될 수 있다. 게다가, 필요한 경우에, 설명된 기능들 중 하나 또는 그 초과는 선택적일 수 있거나 결합될 수 있다. 따라서, 다음 설명은 본 발명의 원리들, 교시들 및 실시예들의 제한이 아닌, 단지 예시로서 고려되어야 한다.

[0039] [0063] 본 발명의 실시예들은, 이웃 셀들이 뮤팅된 자원들에서 상당한 스펙트럼 효율성 이득을 얻을 수 있는 UE들을 스케줄링할 수 있도록, 하나 또는 그 초과의 셀들에 대해 송신을 "뮤팅하는" 기술을 활용하는 한 세트의 셀들 중에서 송신 자원들의 조정된 스케줄링에 관한 것이다. 용어 "셀"이, 사용자 디바이스들이 특정 송신기에 의해 서빙되는 무선 서비스 영역, 또는 송신기 자체, 또는 그 셀 또는 송신기에 대한 기지국, 또는 LTE(Long Term Evolution) 기술에서 기지국으로 흔히 지칭되는 e노드B(eNB), 또는 임의의 다른 네트워크 엘리먼트를 나타내기 위하여 상호교환 가능하게 사용되는 것이 주목되어야 한다. 이런 측면에서 어떠한 제한도 이루어지지 않는다.

[0040] [0064] 한 세트의 셀들 사이에서 간섭 및 스케줄링 조정을 위하여, 하나의 기술은, 뮤팅된 자원들 내에서 이웃 셀들에 감소된 간섭을 제공하기 위하여 그리고 이웃 셀들이 뮤팅된 자원들에서 상당한 스펙트럼 효율성 이득을 획득할 수 있는 UE들을 스케줄링할 수 있도록, 하나 또는 그 초과의 셀들이 자원들의 일부 세트를 통한 송신들을 "뮤팅"하게 하는 것이다. 셀들의 세트는 매크로 셀들의 세트일 수 있거나, 이종 네트워크에서 매크로 및 피코 셀들의 결합일 수 있다.

[0041] [0065] 뮤팅은 특정 송신들을 턴 오프하거나, 또는 전력을 감소(저전력)시키는 것일 수 있다. 예컨대, LTE에서, PDSCH(Physical Downlink Shared Channel) 상에서의 송신들은 턴 오프될 수 있는 반면, 공통 기준 신호들 또는 SIB(System Information Broadcast) 메시지들 같은 다른 송신들은 여전히 송신될 수 있다. 게다가, 뮤팅은 주파수 도메인(예컨대, 물리 자원 블록(PRB)들 또는 자원 블록 그룹(RBG)들의 일부 서브세트)에서 이루어질 수 있거나, 또는 시간 및 주파수 도메인(예컨대, 다양한 서브-프레임들에서 특정 PRB들)의 조합에서 이루어질 수 있다. 따라서, 셀은 시간 및 주파수 자원들로 구성된 "온-지속 기간(on duration)"을 가지며(여기서 셀은 뮤팅되지 않음), 그리고 자원들의 나머지는 셀의 "오프-지속기간(off duration)"이다.

[0042] [0066] 뮤팅이 트레이오프(tradeoff)인 것이 주목되어야 한다. 이웃 셀들은 감소된 간섭으로부터 이익을 얻을 수 있지만, 뮤팅 셀은 일부 용량을 포기하여야 한다. 따라서, 올바른 뮤팅 양을 달성하기 위하여 뮤팅을 적응시키는 것은 중요하다. 너무 작은 뮤팅은 불충분한 이익(들)을 제공할 수 있는 반면, 너무 많은 뮤팅은 용량의 불필요한 손실을 유발할 수 있다.

[0043] [0067] 조정되는 스케줄링은 또한 채널에서의 주파수 선택성을 활용해야 한다. 뮤팅이 미리정의된 주파수-도메인 패턴에 적용될 경우, 뮤팅으로부터 이익을 얻을 수 있는 UE들은, 주파수-선택적 페이딩으로 인해, 뮤팅이 적용되는 부-대역들에서 열악한 채널을 가질 수 있다. 따라서, 각각의 셀에 대한 적절한 "양"의 뮤팅을 결정하는 것 외에, (주파수-선택적 페이딩에 기초하여) 정확한 UE들이 이들 부-대역들에 스케줄링되는 것을 가능하게 하기 위해, 적절한 셀이 적절한 부-대역에 뮤팅되어야 한다. 이에 따라, 최대 효율을 위해, 뮤팅의 방법에 있어 뮤팅및 조정되는 스케줄링 방식을 갖는 것은 조정되는 스케줄링이 뮤팅 및 주파수 선택성 이득 둘 다를 활용하게 도울 것이다.

[0044] [0068] 게다가, 뮤팅의 이익을 최대화시키기 위해, 셀이 뮤팅하는 자원들에서, 이익을 얻을 수 있는 이웃 셀은 자체 뮤팅되지 않는 것이 바람직할 수 있다. 뮤팅 결정들이 상당히 동적이며 주파수 선택적인 경우, eNB들 간에 조정되는 스케줄링/뮤팅이 이러한 뮤팅 이익의 손실을 방지해야 하는 것이 중요할 수 있다. 또한, 모든 잠재적 수익자들이 뮤팅 이익의 결정에 대해 고려되고 뮤팅하는 셀이 자신의 이웃에 있는 다른 셀들에 비해 뮤팅으로 인해 더 나은 순 이익을 갖는 것이 바람직할 수 있다.

[0045] [0069] 상기 액션들 외에, 스케줄링 및 간섭을 조정하기 위해 의미있게 취해질 수 있는 다른 액션은 빔포밍 사용을 수반한다. 하나 또는 그 초과의 셀들은 선택된 세트의 자원들 상에서 적절한 빔포밍 가중치들을 사용하여 자신들의 송신들을 적절히 빔포밍할 수 있어, 이웃 셀들에서의 특정 사용자들에 대한 감소된 간섭을 초래한다. 이는 때로는 "조정된 빔포밍"으로 알려져 있다. 뮤팅과 대조적으로, 조정된 빔포밍은 빔포밍 셀들이 일부 정보

를 송신하도록 허용하는 반면, 뮤팅은 이들 셀들이 일부 또는 임의의 정보를 송신하는 것을 방지할 수 있다. 뮤팅과 유사하게, 조정된 빔포밍은 또한 트레이드오프를 수반한다 -감소된 간섭을 제공할 수 있는 빔포밍 가중치들의 선택은 빔포밍 셀에 대해 상당히 감소된 스펙트럼 효율을 산출할 수 있다. 따라서, 조정되는 스케줄링 및 뮤팅에 대해 앞서 주목한 바와 같은 유사한 고려사항들이 또한 조정된 빔포밍에 적용된다. 유사하게, 취해질 수 있는 다른 액션은, 특정 송신 모드들을 제한하는 것, 예컨대 하위 랭크 송신들을 강행하는 것이다. 이는 IRC(Interference Rejection Combining) 수신기들과 같은 특정 타입의 수신기들을 채용하는 다른 셀들에서 UE들의 성능을 부스팅하는 효과를 가질 수 있다. 하기 설명에서, 본 발명자들은 설명을 간략화시키기 위해 뮤팅에 집중한다. 그러나, 이전 설명은 간섭을 조정하기 위해 셀들이 취할 수 있는 임의의 다른 형태들의 액션들에 등가적으로 잘 적용됨을 주목해야 한다.

[0046] [0070] 상기 관점에서, 특정 실시예들은 각각의 셀에 의해 사용되는 뮤팅을 적응시키기 위한 방법을 제공한다. 뿐만 아니라, 일부 실시예들은, 뮤팅 및 FSS(frequency-selective scheduling) 이득들 둘 다를 활용하기 위해 적절한 셀들을 각각의 부-대역(또는 RBG) 상에 뮤팅하도록, 그리고 (a) 셀은 뮤팅하나 잠재적 수익자인 이웃 또한 동일 자원들에서 뮤팅하는 상황들을 방지함으로써 그리고 (b) "국부적으로" 가장 강한 순 이익을 갖는 셀들이 뮤팅하는 것을 보장함으로써, 뮤팅 이득이 최대화될 수 있도록, 뮤팅을 적응시키는 방법을 제공한다. 본 발명의 실시예들에 따른 방법들은 낮은 복잡성을 가지며 분산적/병렬화가능 구현을 가능하게 한다.

[0047] [0071] 일 실시예는 각각의 셀에 의해 채용되는 뮤팅을 적응시키는 방법에 관한 것이다. 방법은, 셀의 온 지속기간 또는 그의 송신 전력을 증가(또는 감소)시킴으로써 얻어지는 이익(또는 불이익)을 표현하는 (예컨대, 채널 품질 및 부하의 조합에 기초하는) 메트릭을 계산하는 단계, 및 주어진 셀이 자신의 온 지속기간을 증가(또는 감소)시키거나 자신의 TX 전력을 증가(감소)시키는 것으로 인한 다른 셀에 대한 불이익(또는 이익)을 표현하는, 주어진 셀의 그 온 지속기간의 증가(또는 감소) 또는 그 송신(TX) 전력의 증가(감소)에 의해 영향받을 수 있는 각각의 다른 셀에 대한 메트릭을 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 온 지속기간을 확장(또는 축소)시키기 위한 또는 TX 전력을 증가(감소)시키기 위한 바람직한 세트의 자원들(예컨대, 시간/주파수 자원들)이 결정된다. 이후, 주어진 셀이 자신의 온 지속기간을 증가(또는 감소)시키는 것 또는 자신의 TX 전력을 증가(감소)시키는 것으로 인한 시스템에 대한 순 이익(또는 순 불이익)이 계산된다. 순 이익이 포지티브(positive)(또는 순 불이익이 네거티브(negative))이면, 셀은 자신의 온 지속기간을 확장(또는 축소)시키거나 자신의 TX 전력을 증가(감소)시킬 수 있다. 이익 및 불이익에 대한 메트릭들은 상이한 QoS 요구조건들, 상이한 무선 조건들(특정 사용자 디바이스들의 무선 조건들을 포함), 상이한 부하, 뮤팅된 자원들을 재사용하기 위한 상이한 능력 등에 기초할 수 있다.

[0048] [0072] 실시예에 따라, 다수의 셀들이 그들의 온 지속기간을 확장(또는 축소)시킴으로 인한 또는 그들의 TX 전력을 증가(감소)시킴으로 인한 포지티브 순 이익(또는 네거티브 순 불이익)을 제공할 수 있다면, 셀들 중 하나 또는 그 초과의 것이 순 이익(또는 순 불이익)의 크기에 기초하여 선택될 수 있다.

[0049] [0073] 확장(또는 수축) 또는 증가/감소에 대해 선택된 정확한 시간 및 주파수 자원들은 선택된 셀들의 확장/수축 또는 TX 전력의 증가/감소를 위해 앞서 결정된 바람직한 세트의 자원들일 수 있다. 실시예에서, 각각의 TTI(transmission time interval)에서 뮤팅 변경에 대한 결정은 -가능하게는, 각각의 TTI에서 특정 자원들에 대해 스케줄링되는 특정 사용자들에 기초하여, N번째 TTI마다 한번씩과 같이 느린 시간-스케일로, 또는 무능력 또는 혼잡 또는 과부하에 관한 일부 조건이 QoS 또는 보장된/공칭 비트-레이트를 충족시키는 상황에 직면할 때 등에 이루어질 수 있다. 실시예에서, 뮤팅 변경에 대한 결정은 각각의 주파수 자원에 대해(예컨대, LTE의 자원 블록 그룹 또는 각각의 자원에 대해) 개별적으로 이루어질 수 있다.

[0050] [0074] 일단 뮤팅을 적응시키는 결정이 이루어지면, 이는 일정 시간 기간 동안 지속될 수 있다. 예컨대, 뮤팅의 시간 기간은 단 하나의 TTI, N개의 TTI일 수 있거나 혼잡 또는 과부하 조건이 진정될 때까지 등일 수 있다. 일부 실시예들에서, 뮤팅을 적응시키는 결정은 추가로, 결정이 실시될 특정 시간을 결정하는 것 또는 통신하는 것을 포함할 수 있다. 이는, 예컨대, 결정된 뮤팅의 시작 시간의 조정이 결정이 실시될 시간의 사용에 의해 성취될 수 있도록, 링크들에 대한 가변적 통신 지연들이 있을 때 사용될 수 있다.

[0051] [0075] 뮤팅 수정을 위한 트리거는 또한 다른 인자들, 예컨대 UE들의 속도(UE들의 속도 분포, 또는 예컨대 높은 또는 중간 또는 낮은 속도에 대응하는 UE들의 수 등)를 사용할 수 있다. 높은-속도 또는 심지어 중간 속도 UE들에 대해, 채널 페이드들이 너무 빠르게 변할 수 있기 때문에, 흔히 채널 인식 스케줄링과 함께 주파수 도메인 페이딩을 적절히 활용하기는 어렵다. 이러한 UE들에 대해, 외부 루프 링크 적응과 같이, eNB에 의해 사용되는 UE의 채널 피드백 및 제어 루프들은 뮤팅된 자원들내에서 성취가능한 스펙트럼 효율을 더 잘 반영할 수 있기 때

문에, 간섭이 뮤팅되는 자원들을 사용하는 것이 바람직할 수 있다.

[0052] [0076] 도 1은 간섭 가설들의 예를 예시한다. 조정되는 스케줄링과 관련하여, '간섭 가설'은 간섭을 조정할 목적으로, 네트워크에 있는 하나 또는 그 초과의 셀들의 잠재적 상태들을 나타낸다. 일 실시예에서, 특정 셀들은 '온' 또는 '오프' 상태를 취한다(assume). 일부 실시예들에서, 셀들은, '온' 또는 '오프'로 있다기 보다는, 상이한 전력 레벨들을 사용할 수 있지만, 다른 실시예들에서, 셀들은 특정 빔 가중치들을 사용할 수 있다. '간섭 가설'은 하나 또는 그 초과의 셀들에 의해 취해지는 액션으로 인해 이웃 셀들의 사용자 디바이스들에 의해 경험될 수 있는 간섭 레벨의 표시를 제공한다. '간섭 가설'은 또한 '뮤팅 조합들' 또는 '뮤팅 시나리오들' 또는 '빔포밍 조합' 등으로 다양하게 알려졌을 수 있다. 도 1에 예시된 것처럼, 셀 1의 관점에서, 이웃 섹터들(2, 3, 2', 3', 2", 3") 각각은 주어진 "자원"(시간/주파수의 조합 -예컨대, LTE(Long Term Evolution) 기술의 PRB(physical resource block) 또는 RBG(resource block group))에서 온 또는 오프일 수 있다. 시간 및 주파수에서, 셀 1은 다양한 이웃 셀들의 온/오프의 다양한 조합들을 경험할 것이다. 간섭 가설은 각각의 셀의 온-오프 상태들을 표현하는 N-튜플이다(예컨대, 1=온, 2=온, 3=오프, 2'=오프, 3'=온, 2"=온, 3"=오프). 따라서, 셀들의 온/오프 상태들에 따라, 주어진 간섭 가설이 특정 시간-주파수 자원에서 발생한다고 말할 수 있다. 주어진 셀에 의해 서빙되는 주어진 UE의 관점에서, 간섭 가설은 또한 UE에 의해 보여지는 간섭 레벨의 표시를 제공한다.

[0053] [0077] 셀들 간의 조정은 상이한 실시예들에서 다양한 형태들을 취할 수 있다. 예컨대, 조정은 간섭 가설의 선택, 또는 하나의 가설로부터 다른 가설로의 변경의 결정, 또는 하나 또는 그 초과의 셀들의 상태의 결정, 또는 하나 또는 그 초과의 셀들의 상태의 변경의 결정을 수반할 수 있다. 조정은 자원들의 특성 세트에 관련하여 이루어질 수 있다. 일부 실시예들에서, 자원들의 세트 자체가 결정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 조정은 선택들 또는 결정들이 적용될 자원들의 수의 결정을 수반할 수 있다. 간섭 가설의 선택, 또는 하나의 간섭 가설로부터 다른 간섭 가설로의 변경은 셀들 간의 조정 목적을 위해 착수되는 하나 또는 그 초과의 액션들로서 또한 해석될 수 있다. 예컨대, 셀 1이 오프 상태인 가설의 선택은 셀 1을 뮤팅시키기 위해 착수되는 액션으로서 간주될 수 있는데 반해, 셀 1이 온 상태인 가설의 선택은 셀 1을 뮤팅시키지 않기 위해 착수되는 액션으로서 간주될 수 있다. 반대로, 비록 다른 셀들의 상태들이 정해진 셀, 즉 셀 1을 뮤팅시키기 위해 착수되는 액션에 의해 결정될 수 있거나 또는 결정될 수 없을지라도, 그 정해진 셀을 뮤팅시키기 위해 착수되는 액션은 간섭 가설의 선택의 일부로서 간주될 수 있다. 액션은 자원들의 세트에 관련되거나 또는 자원들의 양에 관련될 수 있다. 하나 또는 그 초과의 셀들을 뮤팅시키기 위한(또는 그렇지 않으면 하나 또는 그 초과의 셀들의 상태를 결정하기 위한) 가설의 선택 또는 가설 또는 액션의 결정이란 용어들은 서로 바뀌어 사용되고, 이와 관련해서는 어떤 제약도 이루어지지 않는다. 게다가, 액션이 정해진 셀에 의해서 또는 정해진 셀에서 착수되는지, 혹은 임의의 다른 네트워크 엘리먼트에 의해서 또는 임의의 다른 네트워크 엘리먼트에서 착수되는지 여부와 관련해서는 어떠한 제약도 이루어지지 않는다.

[0054] [0078] 비록 단지 "제 1 링" 이웃들만이 도 1에 도시되어 있지만, 추가의 외부 사이트들(예컨대, 제 2 링 이웃들)이, 특히 작은 사이트간 거리를 갖는 전개들에서는 잠재적으로 간섭 가설 정의의 일부일 수 있다.

[0055] [0079] 일반적으로, 셀들의 임의의 적절한 세트는 '조정 셀들의 클러스터'의 일부로서 간주될 수 있다. 그 셀들은 정해진 셀 사이트의 모든 셀들, 또는 다수의 셀 사이트들로부터의 셀들, 또는 충분히 강한 간섭 등을 야기할 수 있는 모든 셀들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 클러스터는 셀들의 미리 결정된 그룹을 포함할 수 있다. 셀들의 그러한 클러스터들의 한 구성은, 조정 셀들의 한 클러스터가 조정 셀들의 다른 클러스터와 중첩하지 않는다는 특성, 즉 '비중첩 클러스터들'로서 알려진 구성을 갖는다. 이러한 구성에서는, 셀들의 2개의 조정 클러스터들이 어떤 셀들도 공통으로 갖지 않는다. 통상적으로, 간섭 가설들의 선택에 대한 스케줄링 또는 판단은 조정 셀들의 정해진 클러스터 내에 있는 셀들 간에 조정될 수 있다. 일부 실시예들에서는, 그로 인해서, 관련된 간섭 가설들이 조정 클러스터 내에 있는 셀들의 간섭 상태들로 제한될 수 있다. 일부 실시예들에서는, 다양한 간섭 가설들 하에서 사용자 디바이스가 경험하는 채널 품질에 대한 정보를 제공하기 위해 그 사용자 디바이스로부터의 피드백 보고가 적절히 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 비중첩 클러스터들이 사용될 때, UE는, 자신의 강한 간섭자들이 자신의 서빙 셀과 동일한 조정 클러스터의 일부가 아닌 경우, 그 간섭자들의 간섭 상태들을 반영하기 위해 자신이 경험한 채널 품질을 나타내는 피드백을 제공하도록 구성되지 않을 수 있다.

[0056] [0080] 정해진 서빙 셀로부터 서빙받는 UE는 정해진 간섭 가설 하에서 특정의 성과, 예컨대 간섭자들의 정해진 세트가 온 상태 또는 오프 상태일 때 달성되는 채널 품질 표시자(CQI) 또는 스펙트럼 효율성을 달성할 수 있다. 특정의 UE는 자신의 가장 강한 간섭자의 온/오프 상태에만 단지 민감할 수 있다. 그러한 UE의 경우, 정

해진 간섭 가설에서 다른 이웃들의 상태들은 정해진 간섭 가설에서 UE에 의해 달성가능한 성과에 문제가 되지 않을 수 있다.

[0057] [0081] 뮤팅에 있어서의 임의의 후보 변경은 현재 가설(h1)로부터 새로운 가설(h2)로 자원을 변경하는 것으로서 해석될 수 있다. 현재는, 자원들 ρi 이 가설 hi에 대해 사용되고, 셀 c가 가설 hi에 사용되는 자원들 ρi 로부터 효용 함수 값 $Fc(hi;\rho i)$ 을 획득한다는 것을 가정하자. 그에 따라서, 셀은 현재 $\sum i\ Fc(hi;\rho i)$ 의 총 효용 함수 값(모든 가설에 걸쳐 합산됨)을 획득한다.

[0058] [0082] 자원들의 일부 슬라이스 $\Delta\rho$ 에 대한 가설이 h1로부터 h2로 변경될 때, 가설 h1 하에서의 순 자원들은 $\rho 1 - \Delta\rho$ 로 변경할 것이고, 가설 h2 하에서의 순 자원들은 $\rho 2 + \Delta\rho$ 로 변경할 것이다. 따라서, 셀의 효용성은 $Fc(h1;\rho 1)+ Fc(h2;\rho 2)$ 로부터 $Fc(h1;\rho 1-\Delta\rho)+ Fc(h2;\rho 2+\Delta\rho)$ 로 변경할 것인데, 즉 $[Fc(h2;\rho 2+\Delta\rho) - Fc(h2;\rho 2)] - [Fc(h1;\rho 1) - Fc(h1;\rho 1-\Delta\rho)]$ 의 순 변경이 이루어질 것이다. 그러므로, 일부 셀들은 효용성의 순 변경이 포지티브일 것이기 때문에 변경으로 인해 이익을 얻을 것인데 반해, 다른 셀들은 그들의 순 변경이 네거티브일 것이기 때문에 "불이익"을 받을 것이다. 셀 c의 효용성의 변경은 $\Delta\rho\ [\ Uc(h2;\rho 2) - Uc(h1;\rho 1)\ ]$ 로서 근사화될 수 있는데, 여기서 함수 Uc는 함수 F의 그레디언트이다. 전체적으로 셀들의 조정 클러스터의 관점에서는, 변경 $\Delta\rho$ 으로 인해 클러스터의 모든 셀들에 걸쳐 축적되는 총 이익(또는 불이익)을 고려하는 것이 유리하다.

[0059] [0083] 실시예에 따르면, 모든 셀들에 걸친 순 이익이 충분히 클 때(즉, $\sum_c\ [\ Uc(h2) - Uc(h1)\ ] > 0$ (또는 일부 적절한 포지티브 값 ϵ 에 대해 ϵ 보다 큼)) 또는 이익('B'로 표기됨)을 얻는 셀들의 세트에 대한 총 변경이 불이익('P'로 표기됨)을 받는 셀들의 세트에 대한 총 불이익보다 충분히 클 때는, 뮤팅에서의 후보 변경이 바람직할 수 있다는 것을 뮤팅 적응이 제공한다. 수학적으로, 이것은 $[\ \sum_{c\epsilon B}(Uc(h2) - Uc(h1))\ ] - [\ \sum_{c\epsilon P}(Uc(h1) - Uc(h2))\ ] > 0$ 로서 표현될 수 있다. 대안적으로, 뮤팅에서의 후보 변경은, 만약 적절히 선택된 ϵ 의 포지티브 값에 대해서 이러한 순 이익이 충분히 크다면, 예컨대 만약 $[\ \sum_{c\epsilon B}(Uc(h2) - Uc(h1))\ ] - [\ \sum_{c\epsilon P}(Uc(h1) - Uc(h2))\ ] > \epsilon$ 라면, 즉 만약 총 불이익보다 작은 총 이익인 순 이익이 충분히 크다면, 바람직할 수 있다. 일부 실시예들에서, 총 이익(또는 불이익)은 정규 합산보다는 오히려 가중 합산으로서 컴퓨팅될 수 있다. 이는, 예컨대 일부 셀들이 다른 셀들보다 더 중요하게 고려될 때, 상이한 셀들에 대해 상이한 가중치들을 사용하는 것을 허용한다. 예컨대, 매크로 셀들이 피코 셀들보다 더 중요하게 고려될 수 있거나, 또는 그 반대일 수도 있다. 다른 예는, 특정의 셀들이 축제와 같은 매우 공중적으로 중요한 이벤트로부터의 교통을 지원하고 있는 것으로 알려지고 그로 인해서 그러한 셀들에 대한 이익(또는 불이익)이 총 이익(또는 불이익)을 컴퓨팅할 때 더 높은 가중치를 제공받을 수 있는 경우이다.

[0060] [0084] 아래에서는, 비록 함수 U가 적절한 효용성 함수 F의 그레디언트로서 해석될 수 있지만, U는 "효용성"으로서 지칭된다.

[0061] [0085] 도 2는 실시예에 따른 뮤팅 적응의 예시적인 시나리오를 예시한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 다수의 셀들(2, 3,...)은 특정의 PRB를 사용하길 원하고 그리고 그 PRB를 셀 1이 뮤팅시키기를 원한다. 대안적으로, 셀 2는 특정의 PRB를 사용하길 원하고 그리고 셀 1이 뮤팅하기를 원하지만, 셀들(3,... n)이 또한 이익을 얻을 것이라는 것이 공지된다. 현재의 가설 h1은, 셀들(2, 3,... n)이 온 상태이고 셀 1이 온 상태라는 것이다. 새로운 가설 h2는, 셀 1이 오프 상태이고 셀들(2, 3, ... n)이 온 상태라는 것이다. 이러한 예시적인 시나리오에서는, h1 하에서의 셀 1의 효용성은 U1(h1)이고 h2 하에서의 셀 1의 효용성은 0이다(셀 1이 오프 상태이기 때문임). 따라서, h1로부터 h2로의 변경으로 인한 셀 1의 이익은 네거티브인데, 즉 셀 1은 $U1(h1) - U1(h2) = U1(h1)$ 의 불이익을 갖는다. 그러나, 셀들(2, 3,... n)은 셀 1의 뮤팅으로 인한 이익, 즉

$Uc(h2) - Uc(h1) > 0$을 갖는다. 이러한 예에 따르면, 뮤팅 적응은, 만약 셀들(2, 3,... n)에 대한 총 이익이 셀 1의 불이익보다 충분히 크다면, 즉 만약 모든 셀들(1, 2, 3,... n)에 대해 합산된 순 이익이 포지티브라면, 채택될 수 있다.

[0062] [0086] 도 3은 실시예에 따른, 뮤팅 적응의 다른 예시적인 시나리오를 예시한다. 도 3의 예에서, 셀(1)은 현재 뮤팅하고 있는 특정 PRB를 이용하기를 원한다. 그 PRB를 현재 이용하고 있는 셀들(2, 3,...n)은 셀(1)의 변경에 의해 영향을 받을 것이다. 다른 변형으로서, 셀(1)은 셀(2, 3,...n)이 그 PRB를 대신 뮤팅하기를 원할 수 있다. 현재 가설(h1)은 오프인 셀(1)을 가지며, 셀들(2, 3,...n)은 온 이다. 새로운 가설은 h2이며, 여기서 셀(1)은 온 이고, 셀들(2, 3,...n)은 오프 이다. h1 하에서의 셀(1)의 유틸리티는 0 이고, h2 하에서의 셀(1)의 유틸리티는 U1(h2) 이다. 따라서, h1으로부터 h2로 변경됨으로 인한 셀(1)의 이익은 U1(h2) > 0 이다. 셀들(2, 3,...n)은, 이들이 그 자원 가설(h1)을 이용함으로써 현재 수신하고 있는 유틸리티(Uc(h1))과 같은 불이익을 갖는다. 이러한 예에서, 셀(1)에 대한 이익이 셀들(2, 3,...n)에 대한 총 불이익 보다 충분히 더 큰 경우, 뮤팅 적응이 채택될 수 있다. 또한, 셀들(2, 3,...n)이 뮤팅할 때, 또 다른 셀들은 또한, 셀들(2, 3,...n)로부터의 감소된 간섭으로부터 이익을 얻을 수 있음이 주목된다. 따라서, 셀(1)에 대한 감소된 간섭의 이익에 부가하여, 이러한 셀들에 대한 이익이 고려될 수 있다. 역으로, 셀(1)이 뮤팅되는 것으로부터 뮤팅되지 않는 것으로 될 것이기 때문에, 그것의 증가하는 간섭은 또 다른 셀들에 대한 불이익을 야기할 수 있고, 이것 또한 고려될 수 있다.

[0063] [0087] 도 4는 일 실시예에 따른, 뮤팅 적응의 다른 예시적인 시나리오를 예시한다. 도 4의 예에서, 셀(1)은 현재 뮤팅하고 있는 특정 자원(예를 들어, LTE 내의 물리적 자원 블록 또는 PRB)을 이용하기를 원하며, 셀(2)이 그 자원(예를 들어, PRB)을 뮤팅하기를 원한다. 이러한 변경은 셀(1)에 대해 이익을 초래하고 셀(2)에 대해서는 불이익을 초래할 것이다. 또한, 이러한 변경에 의해 다른 셀들이 영향을 받을 수 있다. 예를 들어, PRB를 뮤팅함으로써, 도 4의 셀(4)와 같은, 셀(2)의 다른 이웃들이 또한 이론적으로 이익을 얻을 수 있을 것이다. 유사하게, 그 PRB를 이용하는 셀(1)에 의해, PRB를 손실하는 셀(2)에 대해 불이익이 초래될 뿐 아니라, 이제 증가된 간섭을 수신하게 되는, 도 4의 셀(3)과 같은, 셀(1)의 다른 이웃들에 대해서도 불이익이 초래될 것이다.

[0064] [0088] 도 4의 예에서, 이러한 다른 셀들 각각에 대한 이익/불이익은 또한, 뮤팅을 결정하기 위한 순 이익의 계산에 있어서 명시적으로 고려될 수 있다. 대안적으로, 순 이익은 $\alpha[U1(h2) - U1(h1)] - \beta[U2(h1) - U2(h2)]$ 로서 근사화될 수 있으며, 여기서, 전형적으로 $\alpha<1$ (시스템 관점으로부터, 셀(1)에 대한 이익은 그것이 야기하는 증가된 간섭으로 인해 감소됨)이며, 그리고 전형적으로 $\beta<1$ (시스템 관점으로부터, 셀(2)의 PRB 손실로 인한 불이익이 또한 감소되는데, 이는 셀(2)의 뮤팅에 의한 다른 eNB들에 대한 얼마간의 이익이 존재하기 때문임)이다. h1은 뮤팅되는 셀(1)에 대응하고, h2는 뮤팅되는 셀(2)에 대응하기 때문에, 상기 식은 단지 $\alpha[U1(h2)]- \beta[U2(h1)]$ 로서 표현될 수 있다.

[0065] [0089] 도 5는 실시예에 따른, 뮤팅 적응의 다른 예시적인 시나리오를 예시한다. 도 5의 예에서, 셀(1)이 특정 자원(예를 들어, PRB)에서 현재 뮤팅되고 있지만, 어떠한 다른 셀이 뮤팅하는 것을 요구하지 않으면서, 이것을 이용하기를 원한다. 이러한 변경은, 뮤팅된 자원(예를 들어, PRB)로부터 현재 이익을 얻고 있는 다른 셀들에 대한 간섭 영향을 야기할 것이며, 그리고 그 자원(예를 들어, PRB)로부터의 이들의 "유틸리티"가 감소될 것이다. 관련된 가설들은: 셀(1)에 대응하는 h2가 온 이고, 셀(1)에 대응하는 h1이 오프이다(다른 모든 셀들의 상태는 동일하게 유지된다). 셀(1)에 대한 이익은 U1(h2) 이며, 그리고 각각의 다른 셀에 대한 불이익(즉, 네거티브 이익)은 셀(1)로부터의 증가된 간섭으로 인해 Uc(h1) - Uc(h2) 이다. 셀(1)에 의해 간섭되지 않는 셀들에 대해, 유틸리티에 있어서의 변경은 0 이다. 이 경우에 다시, 셀(1)에 대한 이익과 각각의 다른 셀에 대한 (네거티브) 이익의 총 합계로 이루어지는 순 이익은, h1으로부터 h2로의 변경이 시스템에 순 이익을 제공할 것인지를 결정하는 데에 이용될 것이다.

[0066] [0090] 실시예에서, 특정 가설을 선택하는 것의 이익은, 현재 동작 중인 특정 가설에 대해서가 아니라, 기준 가설에 대해 계산될 수 있다. 예를 들어, 기준 가설은, 우리가 h0으로서 나타낼 수 있는, 모든 셀들이 온 상태인 것일 수 있다. 주어진 셀(c)은, 모든 관련된 셀들이 온 상태에 있는 경우 유틸리티(Uc(h0))를 획득할 것이다. 셀(c)은 특정 뮤팅 가설(h1) 하에서 유틸리티(Uc(h1))를 획득할 것이다. 따라서, 셀(c)는 기준 가설에 대한 그것의 이익을 Uc(h1) - Uc(h0) 로서 계산할 수 있다. 유사하게, 주어진 셀은 기준 가설에 대해 그것의 불이익을 계산할 수 있다. 예를 들어, 셀(c)가 특정 가설(h1)에서 뮤팅된(OFF) 상태에 있었다면, 가설(h1)을 채택하는 것에 대한 셀(c)의 불이익은 Uc(h0) - Uc(h1) 로서 표현될 수 있다. 기능(U)의 정의에 따라, 셀(c)이 가설(h1)에서 오프 상태에 있는 경우, Uc(h1)는 0 일 수 있다. 따라서, 셀(c)의 불이익은 동등하게 Uc(h0) 일

것이다. 본원에서 설명되는 실시예들 중 임의의 실시예에서, 이익(또는 경우에 따라서는 불이익)의 표시는 기준 가설에 대해 계산 및 표현될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0067] [0091] 특정 실시예들에 따르면, 행해질 수 있는, 뮤팅에 있어서의 다수의 가능한 변경들이 있다. 다수의 셀들은, 다수의 후보 가설(h2)에 대응하는, 주어진 시간-주파수 자원에 대한 뮤팅 상태를 변경하는 데에 적합할 수 있으며, 그리고/또는 셀의 뮤팅 상태의 변경은 다수의 가능한 후보 자원들에 대해(즉, 상이한 h1 및 h2가 존재할, 각각의 후보 자원에 대해) 이루어질 수 있다. 이 경우, 상기 메트릭들에 기초하여 하나 또는 그 초과의 후보 셀들 또는 자원들을 선택함으로써 결정이 행해질 수 있다. 예를 들어, 탑 K(새로운 가설 h2, 자원 R) 조합들이, 관련된 셀들/가설들 및 자원들에 대한, 예컨대 이익 마이너스 불이익, 또는 이익 대 불이익의 비율과 같은 순 이익을 나타내는 메트릭의 내림차순으로 선택될 수 있다. 임의의 주어진 뮤팅 가설에서, 하나 초과의 셀이 뮤팅된 상태에 있을 수 있음을 주목할 수 있다. 즉, 다수의 뮤터들의 조합들이 있을 수 있으며, 그리고 일부 가설들에 대한 이익들 및 불이익들의 결정이 이후, (가능하게는 다수의) 어떤 셀들이 뮤팅하고 있는 지에 기초하여 컴퓨팅될 수 있다.

[0068] [0092] 도 6(a)는 본 발명의 일 실시예에 따른, 논리적 분산형 아키텍처를 갖는 시스템의 예를 예시한다. 논리적 분산형 아키텍처의 예에서, 기지국들(LTE에서 eNodeB들 또는 eNB들로서 또한 알려짐)이 셀 사이트들에 물리적으로 로케이팅될 수 있거나, eNB들은 (예를 들어, BTS 호텔에) 코-로케이팅될 수 있다. 전자의 경우, eNB들은 전형적으로, 인터넷 프로토콜(IP) 네트워크에 의해 서로 통신할 수 있다. 후자의 경우, eNB들은 적절한 인터컨넥팅 네트워크 또는 패브릭, 예를 들어 시리얼 래피드 IO(또한 sRIO 로서 알려짐) 또는 기가비트 이더넷 등에 의해 인터커넥팅되는 것이 또한 가능하다. 도 6(a)의 예에서, 셀(1), 셀(2) 및 셀(3) 각각은 로컬 뮤팅 어댑터(600)를 포함한다. 각각의 후보 가설 변경 및/또는 자원에 대해, 각각의 셀은 그 자신의 이익 메트릭을 계산할 수 있으며, 각각의 셀은 자신의 이익(또는 경우에 따라서는 불이익)을 다른 셀들에 전달할 수 있다. 따라서, 도 6(a)의 예에서, 각각의 셀(또는 eNB)는 그 자신의 이익 메트릭을 계산하고, 인터페이스를 통해 다른 셀들에 의해 보고되는 이익/불이익 메트릭들을 획득한다. 셀들 간의 이러한 정보 교환은 최상의 뮤팅 가설의 분산된 결정을 용이하게 한다. 예를 들어, 셀 또는 eNB는, 그것이 국부적으로 가지고 있는 정보 및 그것이 다른 셀들 또는 eNB들로부터 수신한 정보에 기초하여 그 자신의 온/오프 상태(또는 다른 셀들의 온/오프 상태)에 대한 자신의 결정을 행할 수 있다.

[0069] [0093] 일반적으로, 이익 메트릭들은, 다른 셀/eNB가 특정의 물리적-자원-블록(PRB)을 뮤팅하는 경우, 이익을 얻는 셀/eNB에 의해 획득되는 이익을 표시할 수 있다. 하지만, 이익 메트릭들은 일반적으로, 이익 메트릭 등의 중요성, 예컨대, 다른 eNB에 의한 PRB의 뮤팅으로부터 이익을 얻게 될 채널이 얼마나 중요한 지를 명시적으로 표시할 수 없다. 예를 들어, 표시되는 중요성은, PRB의 뮤팅으로부터 이익을 얻는 채널이 데이터, 제어 정보, 또는 시스템 정보 브로드캐스팅에 대해 이용되도록 의도되는 지에 따라 상이해야 한다. 하지만, 이익 메트릭들은 일반적으로, 왜 채널 및 관련된 이익 메트릭이 구체적으로 중요한지를 명시적으로 시그널링할 방법을 가지고 있지 않다.

[0070] [0094] 이익 메트릭들을 활용하는 것에 부가하여, 본 발명의 실시예들은 불이익 메트릭들을 또한 활용할 수 있다. 불이익 메트릭들은, 셀/eNB가 특정 물리적-자원-블록(PRB)을 뮤팅하는 경우, 또는 다른 셀/eNB가 특정 PRB를 뮤팅하지 않는 경우, 불이익을 받는 셀/eNB에 의해 획득되는 불이익을 표시할 수 있다. 이익 메트릭들이 하기에서 상세히 설명되기는 하지만, 유사한 원리들이 불이익 메트릭들에 또한 적용가능할 수 있다.

[0071] [0095] 의도된 보호 채널의 증가된 중요성을 표시하는 암시적 방법은, 이익을 받는 eNB가 이익 메트릭의 값을 증가시키도록 허용하는 것이다. 예를 들어, 채널이 (예를 들어, 제어 채널과 같은) 중요한 채널이라면, eNB는 그 채널이 중요함을 표시하기 위해, 대응하는 이익 메트릭 값을 증가시킬 수 있다. 하지만, 이러한 접근법에 대한 하나의 단점은, 이익을 받는 셀/eNB가 일반적으로, 구현-특정의 방법을 이용하여 채널의 중요성을 결정하고, 그에 따라, 상이한 eNB 벤더들은 상이한 알고리즘들을 사용할 수 있기 때문에, 결정되는 중요성이 달라질 수 있다는 것이다. 수신 eNB가, 동일한 채널의 우선순위를 이해하는 상이한 방식을 가지고 있다면, 이익 메트릭은 잘못 이해될 수 있다.

[0072] [0096] 예컨대, 이익 셀은 CQI(Channel-Quality Information)로부터 이익 메트릭을 0.7이라고 결정할 수 있지만, PRB가 제어 채널에 사용될 것이라면, 이익 셀은 이익 메트릭을 0.9로서 보고하여 자신의 중요도를 보여줄 수 있다.

[0073] [0097] 그러나 다른 수신 eNB가 이익 eNB로부터 이러한 이익 메트릭을 수신할 때, 수신 eNB는 데이터 채널을 정상 데이터 채널로 간주할 수도 있다. 이익 메트릭이 높더라도, PRB는 수신 eNB에 의해 중요하지 않은 것으로

여겨질 수도 있기 때문에 수신 eNB는 여전히 데이터 채널을 뮤팅하지 않기로 결정할 수 있다.

[0074] [0098] 본 발명의 실시예들은 예컨대, eNB-간 CoMP(coordinated multi-point)를 지원하도록 X2 시그널링을 통해 2개의 기지국들/액세스 노드들(예컨대, eNB들) 간에 송신될 수 있는 이익 메트릭 및 우선순위 인자에 관한 것이다. 이익 메트릭은 CSI(channel status information)를 사용하여 계산될 수도 있고, 우선순위 인자는 이러한 이익 메트릭의 중요도를 정량화하는 데 사용될 수도 있다. 제어 채널 또는 시스템 정보 블록에 대응하는 이익 메트릭은 정상 데이터 채널에 대응하는 이익 메트릭과 비교할 때 더 큰 중요도를 표시할 수 있다. 더 큰 중요도를 표시하기 위해, eNB는 더 높은 우선순위 인자를 이익 메트릭과 연관시킬 수 있다.

[0075] [0099] 본 발명의 실시예들에서, 시그널링 설계는 동일한 메시지에 이익 메트릭 및 우선순위 인자를 포함할 수 있다. 예컨대, 일 실시예에서, 이익 메트릭은 세트(M, N)로서 해석될 수 있으며, 여기서 M은 예컨대, CSI로 계산되는 정상 이익 메트릭이고, N은 우선순위 인자에 대응하는 조정 인자이다. 이익 메트릭의 수신시, eNB는 M과 N을 함께 사용하여 뮤팅이 수행되어야 하는지 여부를 결정할 수 있다. 뮤팅이 수행되어야 하는지 여부를 실제로 결정하기 위한 상세한 알고리즘들은 구현 특정할 수 있다.

[0076] [0100] (예컨대, ePDCCH(enhanced Physical Downlink Control Channel) 또는 PDCCH와 같은) 주어진 타입의 제어 채널에 대한 우선순위 인자(N)는 다양한 인자들에 기초하여 동적으로 수정될 수 있다. 예컨대, 우선순위 인자는 PDCCH/ePDCCH 제어 채널의 혼잡, 범위 확장 사용, 및/또는 데이터 채널 송신의 서비스-품질 특징들에 기초하여 수정될 수 있다. 서로 다른 채널 타입들은 데이터 또는 제어 채널들, 또는 서로 다른 타입들의 제어 또는 서로 다른 타입들의 데이터 채널들, 또는 임의의 다른 서로 다른 타입들의 채널들을 포함할 수 있다. 서로 다른 채널 타입들의 예들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel), 또는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), 또는 ePDCCH(enhanced Physical Downlink Control Channel), 또는 임의의 다른 서로 다른 타입들의 채널들을 포함할 수도 있다. PDCCH/ePDCCH 제어 채널의 혼잡에 관해서는, 그 경우의 뮤팅이 더 중요하기 때문에 보고 셀의 PDCCH/ePDCCH가 혼잡해지고 있다면 우선순위 인자가 더 높은 값으로 설정될 수 있다. 범위 확장 사용에 관해, 보고 셀에서 범위 확장이 사용되고 있다면 우선순위 인자가 더 높은 값으로 설정될 수도 있다. 이 경우, 제어 채널이 범위-확장된 UE들로 전송되고 있고, 그래서 뮤팅이 더 높은 우선순위를 취해야 한다면, 제어 채널이 보호를 필요로 할 수도 있다. 제어 채널이 할당을 표시하고 있는 (PDSCH와 같은) 데이터 채널 송신의 QoS(Quality-of-Service) 특징들에 관해서는, (PDSCH와 같은) 데이터 베어러가 지연에 민감하다면, 뮤팅 없이, UE의 PDCCH는 높은 에러율들을 가질 수 있고 데드라인을 놓치는 결과를 야기할 수도 있다. 그래서 ePDCCH를 보호하기 위한 뮤팅이 더 중요할 수 있으며, 따라서 우선순위 인자가 더 높은 값을 표시할 수 있다.

[0077] [0101] 일 실시예에서, 우선순위 메트릭에 대한 시그널링은 이익 메트릭의 시그널링과 독립적으로 수행될 수 있다. 다른 실시예에서, 우선순위 메트릭에 대한 시그널링은 이익 메트릭의 시그널링과 공동으로 수행될 수 있다. 도 6(b)은 시그널링 우선순위 메트릭에 대한 옵션들을 예시한다. 어떤 경우든, 본 발명의 실시예들에서, 수신 eNB는 우선순위-메트릭과 이익-메트릭을 둘 다 사용하여 자신의 응답을 결정할 수 있다. 우선순위 메트릭이 이익-메트릭과는 별개로 시그널링된다면, 우선순위 메트릭은 이익-메트릭보다 훨씬 더 긴 시간-스케일로 변경될 수 있다. 예컨대, 우선순위 메트릭은 2개의 eNB들 간의 사전-협상에 의해 변경될 수 있다.

[0078] [0102] 도 7은 C-RRM(centralized radio resource management) 네트워크 엘리먼트(700)를 포함하는 논리적 중앙 집중형 아키텍처를 갖는 시스템의 일례를 예시한다. 도 7의 예에서, 셀 1, 셀 2 및 셀 3 각각은 다양한 후보 가설/자원들에 대한 각자의 이익 및 불이익 메트릭을 C-RRM에 보고한다. 다음에, C-RRM은 가설 변경 및 자원의 결정을 수행하고, 결정의 결과를 다시 셀들에 전달할 수도 있다.

[0079] [0103] 도 8은 실시예에 따라, 셀 2와 셀 3은 특정 PRB를 사용하길 원하고 셀 1은 그 PRB를 뮤팅하길 원하는 시그널링도의 일례를 예시한다. 도 8의 예에 예시된 바와 같이, 800에서 셀 2가 뮤팅 요청을 트리거하기 위한 결정을 하고, 801에서 셀 3이 마찬가지로 뮤팅 요청을 트리거하기 위한 결정을 한다. 셀 2는 810에서, 셀 1에 뮤팅 요청을 송신하고, 셀 3은 815에서, 셀 1에 뮤팅 요청을 송신한다. 뮤팅 요청(들)은 PRB들, 이익 메트릭 정보, 다른 QoS 정보, 및 제안된 뮤팅 지속기간을 포함할 수도 있다. 820에서, 셀 1은 표시된 PRB들로부터 관련 가설들을 결정하며, 그 자신의 이익/불이익을 결정하고, 그 자신 및 이웃 이익/불이익, 뮤팅의 지속기간, 및 다른 결정 변수들 등을 사용하여 순 이익/불이익을 결정한다. 다음에, 830에서 셀 1은 셀 2에 뮤팅 요청 수락(또는 거절)을 송신하고, 840에서 셀 3에 뮤팅 요청 수락(또는 거절)을 송신한다.

[0080] [0104] 도 9는 셀 2는 특정 PRB를 사용하길 원하고 셀 1은 그 PRB를 뮤팅하길 원하는 시그널링도의 예시적인 실시예를 예시하는데, 여기서는 셀 3이 또한 이익을 얻을 것이라고 알려져 있다. 도 9의 예에 예시된 바와 같이, 셀 2가 900에서 뮤팅 요청을 트리거하기 위한 결정을 한다. 셀 2는 다음에 910에서, 예컨대 뮤팅 요청의 일부

로서 셀 1에 이익 메트릭들을 보고한다. 셀 1은 다음에 920에서, 이익을 얻을 수 있는 다른 셀들(예컨대, 셀 3)을 결정할 수도 있다. 셀 1은 930에서, 셀 3으로부터의 이익 메트릭들에 대해 질의할 수도 있다. 940에서, 셀 3은 셀 1에 이익 메트릭들을 보고한다. 후보 PRB들에 대해, 셀 1은 950에서, 그 자신의 불이익 메트릭들을 결정하고, 그 자신 및 이웃 이익/불이익 메트릭들 및 다른 결정 변수들을 사용하여 순 이익/불이익 메트릭들을 결정할 수도 있다. 셀 1에 대한 불이익 및 다른 셀들에 대한 이익들을 고려한 순 이익이 충분히 크다면(또는 포지티브라면), 셀 1은 뮤팅 요청을 수락하기로 결정할 수도 있다. 그 경우에, 셀 1은 960에서 셀 2에 뮤팅 요청 수락 메시지를 송신하고, 970에서 셀 3에 뮤팅 표시 메시지를 송신한다.

[0081] [0105] 도 10은 셀 2는 특정 PRB를 사용하길 원하고 셀 1은 그 PRB를 뮤팅하길 원하는 시그널링도의 다른 예시적인 실시예를 예시하는데, 여기서는 셀 3이 또한 이익을 얻을 것이라고 알려져 있다. 이 예에서는, 100에서 셀 2가 셀 1에 이익/불이익 메트릭들을 주기적으로 보고하고, 110에서 셀 3이 셀 1에 이익/불이익 메트릭들을 주기적으로 보고한다. 셀 2는 120에서 뮤팅 요청을 트리거하기 위한 결정을 하고, 130에서 셀 1에 뮤팅 요청을 송신한다. 뮤팅 요청(들)은 PRB들, 이익 메트릭 정보, 다른 QoS 정보, 및 제안된 뮤팅 지속기간을 포함할 수도 있다. 이 예에서, 셀 3이 뮤팅 요청을 시작하지 않더라도, 셀 3은 또한 셀 1 뮤팅으로부터 이익을 얻을 수도 있다. 주기적 보고들로 인해, 셀 1은 셀 3의 잠재적 이익에 대해 알고 있고, 셀 3에 명시적으로 질의할 필요 없이 그 결정에 셀 3의 잠재적 이익을 고려할 수 있다. 140에서, 셀 1은 표시된 PRB들로부터 관련 가설들을 결정하며, 그 자신의 불이익을 결정하고, 그 자신 및 이웃 이익/불이익, 뮤팅의 지속기간, 및 다른 결정 변수들 등을 사용하여 순 이익/불이익을 결정한다. 150에서, 셀 1은 선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등을 포함하여 표시하는 뮤팅 요청 수락 메시지를 셀 2에 송신한다. 160에서, 셀 1은 선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등을 포함하여 표시하는 뮤팅 표시 메시지를 셀 3에 송신한다.

[0082] [0106] 도 11은, 예컨대 셀 1이 부하의 증가를 갖기 때문에 자신의 뮤팅을 감소시키기를 원하지만, 셀들 2 및 3이 또한 영향받을 시그널링 도면의 예를 예시한다. 도 11의 예에서는, 171에서, 셀 1은 뮤팅을 감소시키려 시도하도록 트리거한다. 175에서, 셀 1은 셀 3에 메트릭 정보 요청을 전송하고, 177에서, 셀 2로부터 메트릭 정보를 요청한다. 메트릭 정보 요청은, 제안된 뮤팅의 변화, 후보 PRB들, 다른 QoS 정보 및 지속기간을 포함할 수 있다. 180에서, 셀 2는 자신의 불이익 메트릭들을 셀 1에 보고하고, 181에서 셀 3은 자신의 불이익 메트릭들을 셀 1에 보고한다. 적절한 PRB들에 대해, 셀 1은, 185에서, 자기 자신의 이익 메트릭들을 결정할 수 있고, 자기 자신 및 이웃의 이익/불이익 메트릭들을 사용하여 순 이익/불이익 메트릭들을 결정할 수 있고, 뮤팅을 감소시켜야 하는지를 결정할 수 있다. 186에서, 셀 1은, 선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등을 포함하는 것을 표시하는 뮤팅 표시 메시지를 셀 2에 송신한다. 유사하게, 187에서, 셀 1은, 선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등을 포함하는 것을 표시하는 뮤팅 표시 메시지를 셀 3에 송신한다.

[0083] [0107] 도 12a는, 뮤팅을 증가 또는 감소시키기 위한 어떠한 명시적인 요청들도 없는 시그널링 도면의 예를 예시한다. 오히려, 도 12a의 예에서는, 각각의 셀이 자체적으로 조절들을 행한다. 이 실시예에서, 셀들은, 이익/불이익 정보를 이웃들과 주기적으로 교환한다. 예를 들어, 도 12a에 예시된 바와 같이, 셀 2는 190에서 셀 1에 이익/불이익 정보를 주기적으로 보고한다. 셀 3은, 191에서 셀 1에 이익/불이익 정보를 주기적으로 보고한다. 유사하게, 셀 1은, 192, 193에서 셀들 2 및 3에 자신의 이익/불이익 정보를 주기적으로 보고한다. 194, 195 및 196에서, 셀들 1, 2 및 3 각각은, 자기 자신의 그리고 다른 셀들의 이익/불이익 메트릭들을 이용하여 순 이익/불이익 메트릭들을 결정하고, 뮤팅을 자체적으로 업데이트한다. 197에서, 셀 1은, 선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등을 포함하는 것을 표시하는 뮤팅 표시 메시지를 셀 2에 송신한다. 유사하게, 198에서, 셀 1은, 선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등을 포함하는 것을 표시하는 뮤팅 표시 메시지를 셀 3에 송신한다. 셀 1에 의한 순 이익/불이익의 결정 및 뮤팅의 결과적 업데이트(또는 뮤팅 가설의 선택)은, 셀 2 또는 셀 3에 의한 대응하는 결정과 정확하게 동시에 발생할 필요는 없음을 주목할 수 있다. 즉, 각각의 셀에 의한 결정은 다른 셀들로부터 비동기식으로 진행할 수 있다. 따라서, 셀은, 다른 셀들이 그들 자신의 이러한 결정을 행하는 시간과는 별개로, 자신이 순 이익/불이익 및 뮤팅 업데이트에 대한 자신의 계산을 행할 타이밍을 결정할 수 있다. 추가로, 셀은, 하나 또는 그 초과의 이웃들로부터 이익/불이익 메트릭들을 수신하자 마자 순 이익/불이익 및 뮤팅 업데이트에 대한 자신의 계산을 행할 필요는 없고, 이러한 동작들을 행할 자기 자신의 적절한 시간을 선택할 수 있다. 셀이 자신의 뮤팅 업데이트(또는 뮤팅 가설 선택)의 결정을 실행하는 시간에, 셀은, 그 시점까지 다른 셀들로부터 수신한 어떠한 정보든 이용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 셀이 자신의 업데이트된 뮤팅을 결정하는 경우, 셀은, 자신의 뮤팅을 변화시키려는 자신의 결정을 다른 셀들에게 통지하기 위해 뮤팅 표시 메시지를 다른 셀들에 전송할 수 있다.

[0084] [0108] 현재의 뮤팅 가설로 시작하고, 앞선 실시예들 중 일부에서와 같이, 현재의 뮤팅 가설을 다른 뮤팅 가설

h2로 수정하기 위한 뮤팅 요청을 발생하기 보다는, 일부 실시예들은, 주어진 셀이 얼마나 많은 자원들을 뮤팅해야 하는지를 결정하는 접근법을 취한다. 도 12b는, 실시예에 따른 시그널링 도면을 예시한다. 131에서, 셀 2는, 셀 1이 특정 양의 자원들을 뮤팅한다면 자신이 수신할 이익의 표시를 송신한다. 이러한 표시는 이익 메트릭 리스트(BML)의 형태로 송신될 수 있다. 이의 예시적인 형태는 다음과 같다: {(B1, N1), (B2, N2), (B3, N3),...}, 여기서 엘리먼트들은 통상적으로 특정 순서일 수 있다. 여기서, 리스트의 제 1 엘리먼트 (B1, N1)은, 셀 1이 자원들의 추가적인 프랙션 N1을 뮤팅한다면, 셀 2가 추가적인 자원 당 B1의 이익을 수신할 수 있음을 표시한다. 다음 엘리먼트 (B2, N2)는, 셀 1이 추가적인 양의 프랙션 N2를 뮤팅한다면, 셀 2가 추가적인 자원 당 B2의 추가적인 이익을 수신할 수 있음을 표시한다. 유사하게, 리스트의 각각의 연속적인 엘리먼트 (Bi, Ni)는, 셀 1이 자원들의 추가적인 프랙션 Ni를 뮤팅한다면, 셀 2가 추가적인 자원 당 Bi의 추가적인 이익을 수신할 수 있음을 표시한다. 통상적으로, 더 많은 뮤팅된 자원들이 제공됨에 따라 자원 당 이익은 감소할 수 있고, 감소의 표시가 리턴된다. 이익 메트릭 Bi는, 본원에 개략된 방법들 중 임의의 방법을 사용하여 계산될 수 있다. 리스트의 엘리먼트들의 수는 적절히 선택될 수 있다. 예를 들어, 표시된 자원들의 총 프랙션이 어떠한 원하는 타겟에 도달하도록, 또는 자원 당 이익이 적절한 양만큼 감소되는 포인트까지, 충분한 수의 엘리먼트들이 리스트에 표시될 수 있다. 도 12b에서, 셀 3은 또한, 141에 도시된 바와 같이, 자기 자신의 이익 메트릭 리스트를 이용하여, 셀 1이 뮤팅하는 경우 자신의 이익의 유사한 표시를 제공할 수 있다. 그 다음, 셀 1은, 151에 도시된 바와 같이, 셀 2 및 셀 3으로부터 수신된 이익 메트릭 리스트들을 고려하여, 적절한 양의 뮤팅을 결정할 수 있다. 161에서, 셀 1은, 뮤팅에 대한 자신의 결정을 표시하는 뮤팅 표시를 셀 2(및/또는 셀 3)에 송신할 수 있다.

[0085] [0109] 도 22는, 셀 1이 적절한 양의 뮤팅을 결정할 수 있는 방식의 실시예를 예시한다. 셀 1은, 셀들 2, 3, 및 유사하게 셀 1에 이익 메트릭 리스트들을 제공했을 수 있는 임의의 다른 셀들에게 총이익을 표현하는 합계 함수 ∑Bi를 구성할 수 있다. 대응하여, 셀 1은 일부 자원들을 뮤팅하는 것에 대한 불이익을 초래할 수 있다. 통상적으로, 셀 1에 의해 초래되는 뮤팅된 자원 당 불이익은, 셀 1에 의해 뮤팅되는 자원들의 프랙션의 비감소 함수일 것이다. 셀 1은, 자원들의 프랙션 N*를 뮤팅하는 것으로 선택할 것이고, 이 값까지는 총이익 ∑Bi가 셀 1에 의해 초래되는 불이익보다 크다.

[0086] [0110] 일부 실시예들에서, 이익 메트릭 리스트는, 식별자 또는 가중치와 같은 서비스 품질(QoS) 등급의 표시를 더 포함할 수 있다. 유사하게, 셀 1은, 뮤팅의 양을 결정할 때, QoS 등급 또는 가중치를 자기 자신의 불이익과 연관시킬 수 있다. 실시예에서, 셀 1은, 예컨대, 다른 셀들에 대한 이익이 자기 자신의 불이익보다 더 높은 QoS를 위한 것인지를 결정할 때, 이러한 표시를 사용할 수 있다. 그러한 경우, 셀 1은 뮤팅하는 것이 유리한 것으로 간주할 수 있는데, 이는, 더 높은 QoS에 대한 이익이 더 낮은 QoS에 대한 불이익보다 클 것이기 때문이다. 다른 실시예에서, 셀 1은, 단순한 차이보다는 가중치들을 이용하여 다른 셀들에 대한 총이익과 자기 자신의 불이익의 가중된 차이를 취하고, 뮤팅의 최적의 양 N*를, 포인트, 즉, 그 포인트까지는 가중된 차이가 포지티브인 포인트로 결정할 수 있다.

[0087] [0111] 일 실시예에서, 이익 및 불이익 메트릭들은 "달성가능한 PF(Proportionally Fair) 메트릭"에 기초하여 계산될 수 있다. 이러한 접근법은, (가능하게는 넌-GBR 내에서 상이한 QoS 등급들을 갖는) 넌-GBR 사용자들에게 뮤팅 적응이 타겟팅된 경우 적절할 수 있다. 여기서, 용어 GBR은, eNB가 사용자 또는 베어러 또는 플로우에 대해 특정 비트-레이트를 보장하는 서비스 품질 등급인 'Guaranteed Bit Rate'를 나타낸다. 반대로, 넌-GBR은, 사용자 디바이스가 수신할 수 있는 비트-레이트에 대해 어떠한 명시적 보장들도 없는 서비스 품질 등급을 지칭한다. 오히려, eNB는, 다양한 기준들, 예컨대, 사용자 디바이스들의 채널 상태 정보(CSI), 사용자 디바이스가 과거에 달성한 스루풋들, 사용자 또는 베어러 플로우에 대한 서비스 품질(QoS) 등급을 표현하는 스케줄링 가중치들, 및 전반적인 공정성 및 효율성에 대한 고려들에 기초하여, 사용자 디바이스들 사이에 자원 할당을 결정한다. PF(Proportionally Fair) 스케줄링 알고리즘은, 상이한 사용자들에게 할당되는 자원들의 분배가 비례 공정성으로 공지된 특정한 공정성 기준을 충족하는 것을 보장하도록 eNB에 의해 통상적으로 사용되는 하나의 이러한 알고리즘이다. PF 메트릭은, PF(Proportionally Fair) 스케줄링 알고리즘 또는 이들의 변화예를 사용하는 경우 eNB에 의해 컴퓨팅될 수 있는 메트릭이다. PF 메트릭은 "유틸리티 함수"의 그레디언트를 표현한다. 주어진 간섭 가설 h에서 사용되는 특정 양의 자원들이 Δρ만큼 증가되는 경우, 셀의 "유틸리티 함수 값"의 순 변화는 (유틸리티 함수의 그레디언트)*(Δρ)로 표현될 수 있다. 셀 c의 PF 메트릭이 상기 설명에서 함수 Uc()로 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 예컨대, 가중된 PF 메트릭이 사용될 수 있고, 여기서 가중치들은, 사용자들의 데이터 흐름들의 서비스 품질(QoS) 등급에 대응하는 QoS 가중치를 표현하기 위해 사용된다.

[0088] [0112] 이러한 실시예에 따라, 정해진 간섭 가설 c 하에서 셀 c의 유틸리티는 PF 메트릭(즉, 간섭 가설 h에 대

해 셀 c 내의 관련 사용자들 중에서 최대 가중된 PF 메트릭)에 기초하여 다음과 같이 $Uc(h) = maxu\ [wu\ Rc,h(u)/T(u)]$ 계산될 수 있다. 관련 사용자들은 특정 단일 사용자, 제안된 자원들에 대해 스케줄링될 자격이 있는 셀 내의 사용자들의 서브세트(또는 가능하게는 심지어 모든 사용자들), 및/또는 베이스라인 가설 h0에 관련하여 그 가설 h 하의 스펙트럼 효율이 임계치보다 더 큰 사용자들($Rc,h\ (u)\ /\ Rc,h0\ (u) >$ **임계치**)일 수 있다. wu는 사용자의 QoS 가중치, 예컨대, 고려중인 사용자의 베어러들의 QoS 가중치들의 합산을 나타낸다. 공정성 인자 β를 갖는 "일반화된 PF 메트릭"에 대해, $Uc(h)\ = maxu\ [wu\ Rc,h(u)/T\beta(u)]$이다. $Rc,h(u)$ 항은, 간섭 가설 h 하에서 셀 c에 의해 서빙될 때, 자원들의 세트에 대해 사용자에 의해 달성 가능한 스펙트럼 효율을 나타낸다. 예컨대, N 개의 PRB들이 고려되면, 이것은 간섭원의 온/오프의 특정 조합 하에서 N 개의 PRB들에 걸쳐 사용자에 의해 달성 가능한 TBS로서 계산될 수 있다.

[0089] [0113] $Uc(h)$(및 대응하여 $Rc,h(u)$)의 위의 계산은 특정 세트의 자원들에 대해 이루어지거나, 모든 자원들에 걸쳐 평균화될 수 있다. $Uc(h)$의 이러한 계산을 사용하면, 이익 또는 불이익 $Uc\ (h2) - Uc\ (h1)$이 계산될 수 있다. 앞서 언급된 바와 같이, 이득 또는 불이익은 뮤팅 가설과 같은 기준 가설 h0에 대해 표현될 수 있고, 여기서 조정 클러스터 내의 모든 관련 셀들은 온 상태에 있을 수 있다. 표기와 관련하여, 우리는, 특정 뮤팅 가설이 사용될 때, 달성되는(가중 및 일반화되는) PF 메트릭을 표기하기 위해 PF'를 사용하고, 기준 뮤팅 가설 h0 하에서 달성되는(가중 및 일반화되는) PF 메트릭을 표기하기 위해 PF를 사용할 수 있다. 이어서, 정해진 가설 h2를 사용하는 것의 이익은 기준 가설 h0에 대해 $PF'(h2) - PF(h0)$ 또는 간단히 $PF' - PF$로서 표현될 수 있다.

[0090] [0114] 유틸리티의 위의 계산에서 최대치를 사용하는 것 대신에, 특정 실시예들은 관련 사용자들의 최상부 K의 평균을 취할 수 있다. 또한, 위에 사용된 PF 메트릭-기반 유틸리티는 시간에 걸쳐 필터링 또는 평균화되거나, 바로 이전의 TTI로부터 취해질 수 있다.

[0091] [0115] 다른 실시예에서, 이익 및 불이익 메트릭들은 달성 가능한 스펙트럼 효율에 기초하여 계산될 수 있다. 이러한 접근법은 GBR 및 비-GBR 트래픽 둘 모두에서 사용될 수 있다. 이러한 실시예에 따라, 가설 h 하에서 셀 c의 "유틸리티"는 $Uc(h) = maxu\ [f(wu\ (Rc,h(u))]$로서 계산될 수 있고, 여기서 max는 정해진 간섭 가설에 대해 셀 c 내의 관련 사용자들을 넘고, 여기서 f()는 일부 단조 증가 함수이다. 통상적인 예에서, $f(x)=x$는 최대 스펙트럼 효율에 대응한다. 관련 사용자들은 특정 단일 사용자, 또는 제안된 자원들에 대해 스케줄링될 자격이 있는 셀 내의 사용자들의 서브세트(또는 가능하게는 심지어 모든 사용자들)일 수 있다. wu는 사용자의 QoS 가중치, 예컨대, 고려중인 사용자의 베어러들의 QoS 가중치들의 합산을 나타낸다. $Rc,h(u)$ 항은, 간섭 가설 h 하에서 셀 c에 의해 서빙될 때, 자원들의 세트에 대해 사용자에 의해 달성 가능한 스펙트럼 효율을 나타낸다. 예컨대, N 개의 PRB들이 고려되면, 이것은 간섭원의 온/오프의 특정 조합 하에서 N 개의 PRB들에 걸쳐 사용자에 의해 달성 가능한 TBS로서 계산될 수 있다.

[0092] [0116] 특정 실시예들에 따라, $Uc(h)$(및 대응하여 $Rc,h(u)$)의 위의 계산은 특정 세트의 자원들에 대해 이루어지거나, 모든 자원들에 걸쳐 평균화될 수 있다. $Uc(h)$의 이러한 계산을 사용하면, 이익 또는 불이익 $Uc\ (h2) - Uc\ (h1)$이 계산될 수 있다.

[0093] [0117] 유틸리티의 위의 계산에서 최대치를 사용하는 것 대신에, 특정 실시예들은 관련 사용자들의 최상부 K의 평균을 취할 수 있다. 또한, 위에 사용된 스펙트럼 효율-기반 유틸리티는 시간에 걸쳐 필터링 또는 평균화되거나, 바로 이전의 TTI로부터 취해질 수 있다.

[0094] [0118] 다른 실시예에 따라, 이익 및 불이익 메트릭들은 자원들에 대해 경합하는 사용자들(즉, 적격 사용자들)의 수 및 이용 가능한 자원들의 수에 기초하여 계산될 수 있다. 따라서, 정해진 가설 하에서 E 명의 적격 사용자들 및 A 개의 이용 가능한 자원들이 존재하면, $Uc(h)$는 E/A로서 계산될 수 있다. 가설이 h1로부터 h2로 변경될 때, 이것은 A1로부터 A2로의 이용 가능한 자원들의 변화를 발생시킬 것이다. 따라서, 유틸리티에서 순 변

화는 $Uc(h2) - Uc(h1) = E^*(1/A2 - 1/A1)$ 로서 표현될 수 있다.

[0095] [0119] 특정 실시예들에서, 적격 사용자들의 수 E 대신에, 적격 베어러들의 가중치들의 합산 W이 사용될 수 있다. 결과적으로, 순 이익 또는 불이익은 $W^*(1/A2 - 1/A1)$일 수 있다. 적격 사용자들(또는 적격 베어러들)은 버퍼에서 데이터를 갖는 사용자들(또는 베어러들), 또는 버퍼에서 데이터를 갖는 사용자들의 서브세트일 수 있다. 예컨대, 적격 사용자들은 특정 가설에 대응하는 특정 자원들에 대해 스케줄링될 가능성이 있는 사용자들의 세트일 수 있다.

[0096] [0120] 이용 가능한 자원들은, 예컨대, 비-GBR 트래픽에서 이용 가능한 시간-주파수 자원들(예컨대, PRB들) 또는 특정 가설 하에서 비-GBR 트래픽에서 이용 가능한 시간-주파수 자원들일 수 있다. 위의 수량들이 시간에 걸쳐 필터링 또는 평균화될 수 있거나, 예컨대, 바로 이전의 TTI에서 순시 값들이 취해질 수 있다는 것이 유의되어야 한다.

[0097] [0121] 또 다른 실시예에 따라, 앞서 논의된 실시예들에서 사용된 메트릭들의 조합이 또한 적용될 수 있다. 예컨대, 이익 및 불이익 메트릭들이 달성 가능한 PF 메트릭에 기초하여 계산되는 실시예에서와 같이, 셀 c의 유틸리티는 $Uc,PF(h) = maxu\ [wu\ Rc,h(u)/T(u)]$ 로서 정의될 수 있고, 적격 사용자들 및 이용 가능한 자원들의 수를 활용하는 실시예에서와 같이 $Uc,SumW(h) = E/A$ 로서 정의될 수 있다. 이어서, 조합된 메트릭은 $Uc(h) = \min(Uc,PF(h), E/A, Max_value)$ 로서 정의될 수 있고, 여기서 Max_value 은 메트릭을 일부 편리한 상위 경계로 제한하는데 사용된다. $Uc,PF(h)$ 에서 최대치의 계산을, 흐름들이 충분히 긴 듀레이션 동안에 계속 진행되는 사용자들로만 제한하는 것과 같은 추가의 변형들이 가능하다.

[0098] [0122] 일부 실시예들에 따라, 셀의 이익 및 불이익 메트릭들은, 셀 내의 모든 사용자들에 걸친 전체 자원 할당보다는, 일부 특정 사용자들의 조건에 기초할 수 있다. 예컨대, 이익 및 불이익 메트릭들이 달성 가능한 PF 메트릭에 기초하여 계산되는 실시예의 변형으로서, 정해진 간섭 가설 c 하에서 셀 c의 유틸리티는, 모든 사용자들에 걸친 최대치로서보다는 일부 특정 사용자에 대해 PF 메트릭에 기초하여 다음과 같이 $Uc(h) = wu\ Rc,h(u)/T(u)$ 계산될 수 있다. 다른 예로서, 이익 및 불이익 메트릭들이 달성 가능한 스펙트럼 효율에 기초하여 계산되는 실시예의 변형으로서, 정해진 간섭 가설 c 하에서 셀 c의 유틸리티는, 모든 사용자들에 걸친 최대치로서보다는 일부 특정 사용자 u에 대해, 자신의 달성 가능한 스펙트럼 효율에 기초하여 다음과 같이 $Uc(h) = f(wu\ (Rc,h(u))$ 계산될 수 있다. 이러한 계산에서 사용자 u는 다양한 기준들에 의해 식별될 수 있다. 예컨대, 사용자는 고려 사항: $Rc,h2(u) / Rc,h1(u) >$ **임계치** 하에서 가설에 관련하여 스펙트럼 효율(또는 SINR)에서 충분히 큰 게인을 가질 수 있고, 여기서 임계치는 스펙트럼 효율 또는 SINR 게인을 획득하기 위해 뮤팅될 필요가 있는 이웃들의 수에 의존할 수 있다. 대안적으로, 사용자는 일부 공칭 비트-레이트 또는 보장된 비트-레이트 등보다 더 적은 비트-레이트를 달성할 수 있다.

[0099] [0123] 다른 실시예에 따라, 셀의 이익 및 불이익 메트릭들은 셀 내의 사용자들의 GBR 또는 지연 타겟들을 만족시키는 능력에 기초할 수 있다. 예컨대, 이것은 사용자의 실제 스루풋과 원하는 GBR 타겟 스루풋 사이의 차이, 또는 사용자에 의해 경험되는 실제 지연과 지연 타겟 사이의 차이에 기초할 수 있다. 예컨대, 메트릭은 $wu^*[\max(0,(TGBR(u)-T(u))]\alpha$ 에 기초할 수 있고, 여기서 $T(u)$ 는 GBR 사용자 u의 실제 스루풋이고, TGBR은 사용자의 타겟 GBR 레이트이다. 대안적으로, 메트릭은 $wu^*[Dmax(u)-D(u))]\alpha$ 에 기초할 수 있고, 여기서 $Dmax(u)$ 는 사용자 u의 최대 허용 가능한 지연(즉, 지연 타겟)이고, D(u)는 사용자에 대한 패킷들의 현재 경험되는 지연이다. 또 다른 대안에서, 이익 및 불이익 메트릭들은, 예컨대, $(1-\rho)\alpha$ 에 기초하여 셀의 PRB 활용도에 관련하여 정의될 수 있고, 여기서 ρ 는 셀에서 사용되는 PRB들의 부분이고, α 는 파라미터(가능하게는 이러한 경우에 네거티브 값)이다. 특히, ρ 는 GBR 및 시그널링에서 사용되는 PRB들의 부분을 지칭할 수 있다.

[0100] [0124] 다른 실시예에서, 정해진 가설(h) 하에서 정해진 셀의 이익 메트릭은 다음과 같이 계산될 수 있다. 이는 통상적으로 GBR 데이터 흐름들에서 타겟팅된다. 사용자(u)가 그의 GBR 타겟 스루풋(또는 지연과 같은 다른 측정들)을 충족할 수 있다는 것을 셀이 보장할 수 있는 경우, 셀은 V(u)의 페이오프 값을 축적할 수 있다. 값(V(u))은 상수일 수 있거나, 또는 흐름의 지연 타겟, 흐름의 QoS 클래스 또는 GBR 타겟 값과 같은 인자들에 의

존할 수 있다. 사용자(u)가 그의 타겟 GBR 레이트에 도달하는 것을 가능케 하는데 필요한 자원들의 프랙션은 N(u)라고 가정한다. 뮤팅 가설 하에서 경험한 간섭이 사용자에 의해 달성되는 스펙트럼 효율에 영향을 줄 것이기 때문에 N(u)은 통상적으로 뮤팅 가설에 의존할 것이다. 그 후, 사용자(u)가 그의 타겟 GBR 레이트를 충족하는 것을 가능케 하는 것으로 인한 셀에 대한 활용도는 V(u)/N(u)로서 표현될 수 있다. 따라서, 가설 h1로부터 h2로 변할 때, 셀에 의해 획득된 이익은 V(u;h2)/N(u;h2) - V(u;h1)/N(u;h1)로서 표현될 수 있다. 앞서 언급된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 이익은 기준 뮤팅 가설(h0), 예컨대, 모든 셀들이 온 상태에 있는 뮤팅 가설에 대하여 표현될 수 있다. 이 경우에, 이익은 V(u;h2)/N(u;h2) - V(u;h0)/N(u;h0)로서 표현될 것이다.

[0101] [0125] 특정한 실시예들에 따라, 뮤팅 적응 방법은 MFSN(mute first, schedule next) 방식과 함께 이용될 수 있다. MFSN 방식들의 일반적인 특성들은 특정한 TTI에서 특정 사용자들의 스케줄링에 구속되지 않는 뮤팅 패턴들 및 그들의 변화들을 포함한다. 따라서, 뮤팅이 먼저 결정되고 그 후 스케줄링은 뮤팅의 지식을 이용하여 발생한다. 각각의 셀은 미리 정의된 시간-주파수 자원 영역의 뮤팅으로 시작한다. 이웃들 간의 뮤팅된 시간-주파수 자원들의 패턴들은 그의 이웃들에 대한 각각의 셀의 뮤팅의 최대 이익을 허용하도록 하는 방식으로 스태거링되고/배열된다. 뮤팅을 수정하도록 하는 결정들은 주기적으로 또는 혼잡/오버로드의 개시, 또는 QoS의 충족에 대한 불능 등과 같은 몇몇 이벤트 트리거 시에 내려진다. 각각의 적응 시기에서 각각의 셀의 뮤팅 영역의 "성장" 또는 "수축"은 이전의 뮤팅 영역과의 연속성을 최대화하도록 미리-정의된 패턴을 따를 수 있다.

[0102] [0126] MFSN 방식들의 일반적인 이익들은 부-대역 단위로 각각의 UE에 의한 CQI 추정이 그의 강한 간섭자들의 뮤팅 패턴에 자동으로 영향을 줄 것이라는 점을 포함하며 - 각각의 UE의 부대역 CQI는 낮은-간섭 부대역들 상에서 양호한 CQI를 표시할 것이다. 따라서, 채널-인식 스케줄러는 각각의 UE에 대한 최상의 간섭 부대역들을 암시적으로 참작하는 스케줄링 결정들을 내릴 것이다.

[0103] [0127] MFSN 방식들과 함께 이용될 때 이 실시예에 따라, 각각의 뮤팅 적응 결정 지점에서, 하나 또는 그 초과의 셀들은 각각의 셀에 대한 이익 및 불이익을 고려하여 그의 뮤팅 패턴을 수정(성장 또는 축소)하도록 선택될 것이다. 부가 또는 차감된 뮤팅 자원들은 통상적으로 미리 정의된 시간-주파수 순서를 따를 것이다. 정해진 후보 셀의 뮤팅의 확장(또는 수축)에 대응하는 가설들(h1 및 h2)은 미리 정의된 시간-주파수 순서로 부가된(또는 차감된) 뮤팅된 자원들로부터 추론될 수 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 이익 및 불이익 메트릭들의 계산은 부가될(또는 차감될) 특정 자원들에 기초하고 또는 단지 뮤팅된 자원들의 수에 기초하고, 부가된 자원들을 이용할 가능성이 더 높은 UE들의 특정 서브세트들에 기초하거나 또는 모든 UE들에 걸친 합/평균 기초하고 그리고/또는 이용 가능한 PRB 당 가중치들의 합 또는 PF 메트릭에 기초할 수 있다.

[0104] [0128] 위의 실시예가 주파수 도메인에서 뮤팅의 예시화를 설명하지만, 시간 도메인에서 또는 시간 및 주파수 도메인의 조합에서 그것을 예시하는 것이 또한 가능하다. 시간 도메인에서, 측정 제약들이 이용될 수 있으며, 여기서 UE들은 서브프레임들의 상이한 서브세트들에 대한 별개의 측정들을 보고하도록 허용된다. 따라서, UE는 서브프레임들의 하나의 서브세트 내에서 주파수 도메인의 하나의 형태의 뮤팅 예시화 및 서브프레임들의 다른 서브세트 내에서 주파수 도메인의 상이한 뮤팅 예시화를 가질 수 있다. 그 결과, 서브프레임들의 각각의 서브세트 내에 존재하는 가설들의 세트는 상이할 수 있다. UE들에 대한 측정 제약 서브세트들을 적절히 구성함으로써, 서브프레임들의 각각의 서브세트 내에서 뮤팅 가설들의 각각의 세트에 대응하는 측정들이 획득될 수 있다. 이는 뮤팅을 적응시킬 시기를 고려할 수 있다. 예를 들어, 뮤팅의 변화는 서브프레임들의 하나의 서브세트 내에서만 이루어질 수 있다. 이는 이것은 각각의 서브프레임마다 그것을 행해야 하는 것 또는 서브-대역들의 입도로 그것을 행해야 하는 것 등 보단, 뮤팅의 더 정밀한 입도들을 달성하는데 도움을 준다.

[0105] [0129] 다른 실시예에 따라, 예시화는 SFMN(schedule first, mute next) 방식으로 수행될 수 있다. SFMN 방식들의 일반적인 특성들은, 뮤팅 패턴들 및 그의 변화들이 통상적으로 특정한 TTI에서 특정 사용자들의 스케줄링에 기초한다는 것을 포함한다. 따라서, 스케줄링이 먼저 (뮤팅이 전혀 없다는 가정에 기초하여 또는 현재 뮤팅에 기초하여) 결정되고, 새로운 뮤팅(완전히 새로운 뮤팅, 또는 기존의 뮤팅의 성장 또는 수축)이 스케줄링의 지식을 이용하여 결정된다. 각각의 셀은 가능하게는, 기존의 뮤팅에 기초하여 사용자들로의 주파수(그리고 시간일 수 있음) 자원들의 할당을 결정할 수 있다. 특정한 사용자들이 특정한 기준들에 만족하는 경우, 뮤팅의 수정(또는 새로운 뮤팅에 대한 요청)이 이들 사용자들에게 유리하도록 인보크된다.

[0106] [0130] 뮤팅 적응이 SFMN과 함께 이용되는 이 실시예에 따라, 한명 또는 그 초과의 사용자들이 뮤팅의 수혜자들이 되도록 선택되면, 특정한 셀들(예를 들어, 이들 사용자들 중 K 가장 강한 이웃들)의 뮤팅은 위에서 설명된 바와 같이 각각의 셀 및 사용자에 대한 이익 및 불이익을 고려하여 수정될 수 있다. 계산을 위해 가설(h1 및 h2)은 다음과 같이 결정될 수 있다: 스케줄(사용자들에게로의 자원들의 할당)이 뮤팅이 없다고 가정하여 결정된

경우, 초기 간섭 가설은 h1=모든 셀들 온일 것인 반면에, 타겟 가설(h2)은 오프가 되는 선택된 사용자들의 특정한 K 이웃 셀들에 대응할 것이고; 또는, 스케줄이 일부 기존의 뮤팅 패턴을 가정하여 결정된 경우, 초기 가설은 h1=현재 뮤팅일 것이고, 타겟(h2)은 오프가 되는 선택된 사용자들의 특정한 부가적인 이웃 셀들의 특정한 부가적인 자원들에 대응할 것이다.

[0107] [0131] 이 실시예에서, 새로운 결정된 뮤팅은 그 후 일부 시간 지속기간 동안 지속될 수 있다. 사용자들 중 일부(통상적으로 어느 뮤팅 적응이 트리거되었는지에 기초한 사용자들)의 스케줄링인 그 시간 지속기간 동안 또한 고정된 채로 유지될 수 있다. 제안된 뮤팅 적응이 수락되었는지 여부에 기초하여, 선택된 사용자들의 변조 및 코딩 방식들이 수정된 뮤팅에 따라 또한 적응될 수 있다. 또한, 초기 셀(또는 타겟 뮤팅된 셀)의 자원 할당이 또한 수정될 수 있다. 다른 셀들이 수정된 뮤팅으로부터 유리해질 수 있고, 이들은 수정된 뮤팅의 지식에 기초하여 그들의 자원 할당 또는 변조 및 코딩 방식으로 선택을 조정할 수 있다.

[0108] [0132] 다른 실시예는 조정된 스케줄링을 갖는 뮤팅의 예시화를 포함한다. 이 실시예에서, 각각의 TTI에서, 각각의 셀은 그 TTI에서 스케줄링을 위한 그의 PRB 이용을 추정한다. 통상적으로, 이는 전체 채널 인식 스케줄링을 수행하기 이전에 수행될 수 있어서, 이러한 결정은 TTI에서 초기에 내려질 수 있다. RPB들 중 100% 미만을 이용할 것이라고 셀이 추정하는 경우, 셀은 그것이 특정한 수의 PRB들을 뮤팅할 것이라고 다른 셀들에 알린다. 셀에 대한 뮤팅된 PRB들의 위치는 각각의 셀에 대한 바람직한 패턴에 따라 선택될 수 있으며, 이는 셀들에 걸친 뮤팅의 적절한 정렬 또는 스태거링을 허용할 수 있다. 어느 PRB들이 이웃 셀들에 의해 뮤팅될지에 관한 이러한 알림에 기초하여, 각각의 셀(특히, 100%의 PRB들을 요구할 셀들)은 그 후 뮤팅된 PRB들의 지식을 이용하여 스케줄링을 수행할 수 있다. 따라서, 이는 뮤팅이 스케줄링 이전에 먼저 결정되지만, 뮤팅의 양은 얼마나 많은 자원들이 필요로 될것인지에 관한 사전-추정에 기초하여 스스로 계산되는 MFSN의 변형들로서 고려될 수 있다. 위의 방식의 추가의 변형은, 이용/뮤팅의 양을 결정하고 각각의 TTI에서 이웃들에게 알리는 대신, 그것이 각각의 N개의 TTI 마다와 같이 임의의 더 느린 시간 스케일로 행해진다는 것이다.

[0109] [0133] 특정 실시예들에 따르면, 뮤팅을 변경하기 위한 트리거는 또한, UE들의 속도, UE들의 속도의 분배, 또는 고속 또는 중속 또는 저속에 대응하는 UE들의 수 등과 같은 다른 인자들을 사용할 수 있다. 고속 또는 심지어 중속 UE들의 경우, 채널 페이드들이 매우 신속하게 변할 수 있기 때문에, 채널 인식 스케줄링에 따라 주파수 도메인 페이딩을 적절하게 활용하는 것이 종종 곤란하다. 이러한 UE들의 경우, UE의 채널 피드백 및 외측 루프 링크 적응과 같은 제어 루프들이 뮤팅된 자원들 내의 달성가능한 스펙트럼 효율을 더 잘 반영할 수 있기 때문에, 간섭이 뮤팅되는 자원들을 이용하는 것이 유익할 수 있다. 이와 같이, 본 실시예는 뮤팅의 변경을 위한 기준의 계산 시 다양한 속도들에서 UE들의 수를 고려할 수 있다. 예를 들어, 셀 내의 고속 UE들의 수(또는 고속 UE들 대 저속 UE들의 비)가 많아지고 있다면, 셀은 뮤팅된 자원들 내에 있는 그러한 UE들을 우선적으로 스케줄링하기 원할 것이다. 따라서, 셀은 간섭자들이 뮤팅되는 자원들에 대한 필요성이 더 커질 것이다. 그에 따라, 고속 UE들의 수가 적어지면, 셀은, 이러한 UE들의 스케줄링을 위한 간섭-뮤티드 자원들에 대한 필요성이 더 적어질 것이다. 그에 따라, 뮤팅을 감소시키는 간섭자에 대한 셀의 불이익이 작아질 것이다.

[0110] [0134] 실시예들은, 뮤팅 적응 요청이 트리거링될 수 있는 몇 가지 조건들을 고려한다. 예를 들어, 뮤팅 적응은 구성가능한 기간에 따라 주기적으로 트리거링될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 뮤팅 적응은, 특정 이벤트의 발생 시 트리거링될 수 있는데, 예를 들어, 하나 또는 그보다 많은 셀들에서 혼잡이 검출되는 경우이다. 예를 들어, 뮤팅 적응을 트리거링할 수 있는 일부 이벤트들은: PRB 사용량이 임계치를 초과하는 것, UE들의 특정 수가 공칭 비트 레이트와 일치하는 것, (자격을 갖춘(eligible) UE들 또는 베어러들의 가중치들의 합) 대 이용가능한 PRB들의 수의 비가 임계치를 초과하여 높아지는 것, 셀의 "합성 이용가능 용량"이 임계치 미만으로 낮아지는 것, 및/또는 일부 QOS 클래스에서 (또는 모든 UE들에 걸쳐) 총 백로그된 버퍼드 데이터(total backlogged buffered data)가 임계치를 초과하는 것을 포함한다.

[0111] [0135] 다른 실시예에 따르면, 뮤팅 적응은, 일부 조건의 개시가 검출되는 경우 트리거링될 수 있고, 그런 다음, 원래 트리거링된 조건이 더 이상 존재하지 않을 때까지 재차 주기적으로 체크한다. 뮤팅 적응이 셀에 의해, 또는 다른 셀로부터의 명시적인 요청에 의해 자체적으로 트리거링될 수 있다. 자체적으로 트리거링하는 것은, 셀이 다른 셀들로부터 메트릭 보고들을 주기적으로 수신하는 시기를 참조할 수 있지만, 셀 자신은 일부 뮤팅의 변경이 요구되는 시기를 메트릭들에 기초하여 결정한다.

[0112] [0136] 일부 실시예들은 또한, 뮤팅의 변경량을 고려한다. 일 실시예에 따르면, 뮤팅의 양은 고정(구성가능한)량(예를 들어, 1PRB 또는 1RBG)만큼 변경될 수 있다. 대안으로, 뮤팅의 양은, (예를 들어, 변경된 뮤팅의 양에 대응하는 가설에 기초하여 평가된) 유틸리티의 순이익이 더이상 충분히 크지 않을 때까지 변경될 수 있다.

다른 실시예들에서, "목표 뮤팅량"이 결정될 수 있고 증분적 단계들에서 적응된 뮤팅은 목표 뮤팅량을 향한다.

[0113] [0137] "목표 뮤팅량"을 결정하는 일 방법은, UE들의 총수의 일부분으로서, 뮤팅으로부터 충분히 큰 이득을 갖는 사용자들의 부분을 결정하는 것이다. 이 예에 따르면, C'(u)는 주어진 셀이 뮤팅되는 경우의 UE u의 스펙트럼 효율을 나타내고, C(u)는, 그 주어진 셀이 뮤팅되지 않을 경우의 스펙트럼 효율을 나타낸다. 그런 다음, C'(u)/C(u)>T가 되도록, N=UE들의#가 결정될 수 있으며, T는 적절한 임계치이다. 임계치 T는 정적일 수 있거나, 또는 이익/불이익 메트릭들과 관련될 수 있다. 그런 다음, 그 셀 내의 현재 뮤팅량이 N/Nall 미만(즉, N을 사용자들의 총 수의 일 부분으로 표현함)인 경우, 뮤팅이 증가될 수 있거나; 또는, 그 셀 내의 현재 뮤팅량이 N/Nall을 초과하는 경우, 뮤팅이 감소될 수 있다.

[0114] [0138] 특정 실시예들은 또한, 변경된 뮤팅량이 지속되는 지속기간을 고려한다. 하나의 옵션은, 변경된 뮤팅이 다음 주기적 적응 기회까지 지속될 수 있다는 것이다. 대안으로, 뮤팅 적응이 셀 내의 혼잡과 같은 몇몇 조건의 발생 시 트리거링되는 경우, 그 변경된 뮤팅은, 그 조건이 더 이상 존재하지 않을 때까지 또는 일부 훨씬 더 엄격한 조건이 검출될 때까지 지속될 수 있다. 지속기간은, 예를 들어, 몇몇 특정 UE들(또는 셀 내의 전체 백로그)에 대한 버퍼드 데이터의 양에 기초할 수 있다. 또한, 지속기간은, 뮤팅 적응 결정 절차를 실행하기 위해 필요한 왕복 시간 또는 지연성에 기초할 수 있다 – 절차의 지연성이 수 개의 TTI인 경우, 적응된 뮤팅은 절차의 지연성보다 충분히 더 큰 시간 지속기간 동안 지속되도록 셋업될 수 있다.

[0115] [00139] 특정 실시예들이 마찬가지로 다수의 이웃들의 뮤팅에 적용될 수 있다. 예를 들어, 일부 사용자들은 2개의 다른 간섭 셀들과 함께 사용자들의 서빙 셀의 에지에 있을 수 있다. 이러한 사용자들은, 간섭자들 둘 모두가 뮤팅된 경우에만 뮤팅으로부터 상당한 이득을 달성가능하게 될 수 있다. 이러한 경우, 뮤팅에 따른 간섭 가설은 다수의 간섭자들이 동시에 오프되는 것에 대응할 것이다. 순 이익과 불이익의 계산이, 뮤팅된 적절한 셀들을 고려하여, 상술된 바와 같이 적용될 것이다.

[0116] [0140] 일 실시예는, 가장 강한 간섭자 뮤팅만의 경우를 고려한다(즉, 2 또는 그보다 많은 간섭자들이 동시에 뮤팅되는 이점들을 취하는 경우를 배제함). 이 실시예에서, 셀 A에 대해, 주어진 간섭자 B가 추가 자원를 뮤팅하는 것으로 인한 이익이 UA(h2)-UA(h1)으로 기록될 수 있다. 따라서, UA(h2)-UA(h1)=PF'(A;B)-PF(A), PF'(A)는, 간섭자 B가 뮤팅되는 경우 달성가능한 가중 PF 메트릭이고 PF(A;B)는, 간섭자 B가 뮤팅되지 않는 경우 달성가능한 가중 PF 메트릭이다. 대안으로서, PF'(A;B)(또는 PF(A;B)) 대신, B가 뮤팅되는 경우(또는 뮤팅되지 않는 경우) A에서 달성가능할 경우 스펙트럼 효율이 사용될 수 있다. 역으로, 셀 B의 관점에서, 이것이 추가 자원를 사용하는 경우 이것은 이익 PF(B)를 얻을 것인 반면, 이것이 추가 자원를 뮤팅하는 경우 그의 이익은 0이다. 이 예에서, 각각의 셀 A가 그의 이웃 B에게 수량 PF'(A;B)-PF(A;B)를 보고한다. 각각의 셀 B에서, 뮤팅의 적응을 위한 결정 규칙은: ΣA[PF'(A;B)-PF(A;B)]>PF(B)*(1+ε)인 경우, 셀 B는 양 △만큼 그의 뮤팅을 증가시켜야 하고; ΣA[PF'(A;B)-PF(A;B)]<PF(B)*(1+ε)인 경우, 셀 B는 양 △만큼 그의 뮤팅을 감소시켜야 한다. 그렇지 않으면, 뮤팅의 변경이 없다.

[0117] [0141] 특정 실시예들은, 셀 A가 특정 간섭자 B가 뮤팅되는 것과 관련하여 PF'(A;B)를 추정할 수 있는 방법에 대한 옵션들을 제공한다. 제 1 옵션은, 셀 B가 이미 0이 아닌 양을 뮤팅하고 있다면, 셀 A는 셀 B가 뮤팅하고 있는 단지 PRB들만에 걸쳐 별개의 PF 필터를 유지하고, 그러한 PRB들 내에서 스케줄링된 UE들의 PF(최대 또는 평균의 필터)를 추정할 수 있다.

[0118] [0142] 셀 B가 어떠한 것도 뮤팅하고 있지 않을 경우에도 작용하는 제 2 옵션은, PF'(A;B)=PF(A;B)*maxu(C'(u)/C(u))를 추정하는 것이며, C'(u)는, 셀 B가 뮤팅되는 경우 사용자 u에 의해 달성된 스펙트럼 효율이고, C(u)는 셀 B가 뮤팅되는 경우 사용자 u에 의해 달성된 스펙트럼 효율이다. 최대(max)에 대한 대안은 PF'(A;B)=PF(A;B)*[avgu:C'(u)/C(u)]>TC'(u)/C(u)]이다. 세트{u:C'(u)/C(u)>T}가 비어있는 상태라면, PF'(A;B)=PF(A;B)이며, 즉, PF에 이득이 없다. 셀 B가 이미 일부 자원들을 뮤팅하고 있다면, C'(u)/C(u)=1이고, 즉, PF'(A;B)=PF(A)만을 사용한다.

[0119] [0143] 셀 B가 어떠한 것도 뮤팅하고 있지 않을 경우에도 또한 작용하는 제 3 옵션은 PF(A;B)=Σu w(u), 0이 아닌 데이터를 갖는 베어러들의 가중치들의 합을 추정한 후, 상기 제 2 옵션과 동일한 계산으로 PF'(A;B)를 추정하는 것이다.

[0120] [0144] 다른 실시예는, 메트릭들이 어떻게 계산 및 사용되는지에 대한 변경을 제공할 수 있다. 이러한 실시예에서, 각각의 셀은, 자신의 이웃과 셀-PF (또는 일부 부하 메트릭)을 교환한다. 셀-PF_A 및 셀-PF_B가 2개의 셀들 A 및 B의 셀-PF 메트릭들이라고 가정한다. 그 후, 이러한 예에서, 더 큰 셀-PF를 갖는 셀만이 더 작은 셀

-PF를 갖는 셀에게 뮤팅하도록 요청할 자격이 있다. 부가적으로, 임계치가 핑-퐁들을 회피하기 위해 부가될 수 있고, 즉 arg-max{cell-PF_A, cell-PF_B}>arg-min{cell-PF_A, cell-PF_B}+threshold 이며, 그 후, 셀 arg-max{cell-PF_A, cell-PF_B}는 다른 셀을 뮤팅할 자격이 있다. 각각의 셀에서, 이러한 실시예는 또한, C'/C > T를 갖는 UE들의 일부를 볼 수 있으며, 여기서, T는 임계치일 수 있고, C'는, 셀 B가 뮤팅되는 경우의 셀 A 내의 UE의 전송 블록 사이즈(TBS) 또는 동등한 스펙트럼 효율일 수 있는 반면, C는, 셀 B가 뮤팅되지 않는 경우의 대응하는 TBS 또는 스펙트럼 효율이다. 셀이 가장 작은 PF를 갖는 경우에서:

[0121] - 주어진 셀은, 자신의 모든 이웃들 중에서 가장 작은 PF를 갖는다고 판명되면, 부가적인 뮤팅을 행할 수 있다. 이것은 셀 B라고 가정한다.

[0122] - 자신의 모든 이웃들 중에서, 셀 B는, C'/C> T를 갖는 UE들의 제 2의 가장 작은 비율을 갖는 셀을 볼 것이며, 여기서, C'는 뮤팅되는 셀 B 상에서 컨디셔닝되는 UE의 TBS이다.

[0123] - 셀 B의 현재의 뮤팅 비율이 상기 불렛 내의 수보다 작으면, 셀 B는, 잠재적으로는 그 수까지 모든 방식으로 자신의 뮤팅을 증가/감소시킨다. 또는 증분 단계들이 그 방향에서 취해질 수 있다.

[0124] [0145] 셀이 자신의 이웃들 중 적어도 2개보다 더 작은 PF를 갖는 경우:

[0125] [0146] 자신의 이웃들 중 적어도 2개보다 더 작은 PF를 갖는 셀은, 그 자체보다 큰 셀-PF를 갖는 UE들 중에서, C'/C>1.5를 갖는 셀과 그 셀 내의 뮤팅되지 않은 PRB들의 수의 곱의 제 2의 가장 작은 값을 갖는 셀을 취한다. 그 후, 뮤팅되게 되는 셀은, 그 수의 PRB들을 뮤팅시키거나, 증분 단계들에서 그 포인트를 향해 뮤팅의 양을 증가 또는 감소시킨다.

[0126] [0147] 본 발명의 추가적인 실시예들은, 주파수-선택 스케줄링(FSS) 이득을 어떻게 활용할지를 해결할 수 있다. 이것은, 상이한 서브-대역들 상에서 사용자에 의해 달성가능한 스펙트럼 효율이 상이하다는 것으로 인해, 사용자 디바이스들의 라디오 채널이 주파수 선택적인 페이딩을 경험하는 경우 특히 유용하다. 예컨대, 특정한 실시예들은, 어느 서브-대역들 또는 PRB들이 주파수-선택적인 이득을 최대화시키도록 뮤팅되어야 하는지를 결정하며, 뮤팅 이득과 함께 주파수-선택적인 페이딩을 고려할 수 있다.

[0127] [0148] 이러한 실시예에 따르면, 잠재적인 이익이 각각의 셀 i에서 계산될 수 있다. 예컨대, 각각의 이웃 j에 대해 그리고 각각의 RBG r에 대해, 셀 i는, 셀 j가 RBG r에서 뮤팅될 것이었다면, 자신의 잠재적인 이익 B(i,j,r)을 계산한다. 이전에 언급된 바와 같이, 이러한 이익은, 기준 뮤팅 가설에 대해 표현될 수 있다. 결과로서, 실시예들은 주파수-선택적인 뮤팅 이익을 제공할 수 있으며, RBG r 상에서의 사용자들의 채널 조건들 뿐만 아니라 셀 j로부터의 사용자들의 상대적인 간섭을 고려한다.

[0128] [0149] 이러한 실시예에서, 이익이 계산되는 셀들 j의 세트는 셀들의 일부 적절한 세트 S(i)이다. 이익 계산은, 스케줄러가 주파수-선택적인 스케줄링(FSS)을 어떻게 수행하는지에 기초할 수 있으며, 따라서, 뮤팅 이익 계산은, FSS 스케줄러가 RBG들을 UE들에 어떻게 할당할지와 결합하여 계산되며, 뮤팅 뿐만 아니라 주파수 선택적인 이득들 둘 모두를 이용하는 것을 허용한다. 그 후, 셀 i는, 계산된 이익 B(i,j,r), 즉 BML-FSS("FSS-aware Benefit Metric List")를 셀 j∈S(i)에 전송할 수 있다.

[0129] [0150] 부가적으로, 불이익 및 순 이익 결정이 각각의 셀 j에서 행해질 수 있다. 예컨대, 셀 j는 RBG r 당 이익 메트릭 리스트 B(i,j,r)를 수신한다. 이익 정보를 주어진 셀 j에 전송하는 셀들의 세트는, 셀 j의 셀들의 세트 S(j)와 동일할 수 있거나 동일하지 않을 수 있는 셀들 R(j)의 일부 적절한 세트일 수 있다. 셀 j는 RBG r, 즉 P(j,r)을 뮤팅시키기 위한 그 자신의 불이익을 결정할 수 있다. 셀 j는 또한, 셀 j가 RBG r 상에서 뮤팅하면, 시스템에 대한 순 이익을 결정할 수 있다. 예컨대, N(j,r) = ∑iR(j) B(i,j,r) - P(j,r)이다. 일 실시예에 따르면, 순 이익이 네거티브이면, 셀 j는 RBG r 상에서 뮤팅하지 않는다. 그러나, 순 이익이 포지티브이면, 셀 j는 RBG r 상에서 뮤팅할 수 있다.

[0130] [0151] 이러한 실시예에 따르면, 뮤팅의 결정은 다음에 따라 수행될 수 있다. 셀 j가 RBG r 상에서 뮤팅하면, R(j) 내의 다른 셀들 중 어느 것도 RBG r 상에서 뮤팅하지 않아야 한다(그렇지 않으면, 뮤팅 이익이 손실될 것이다). 유사하게, j S(i)가 뮤팅하면, 셀 i는 뮤팅하지 않아야 한다. 또한, 주어진 RBG 상에서 뮤팅하는 셀, 즉 i^*는, S(i) 내의 (또는 R(i) 중에서) 모든 셀들 중에서 최대의 순 이익 N(i^*,r)을 가져야 한다. 다양한 방법들이 이것을 달성하기 위해 제안되며, 이는 셀들 중에서의 상이한 형태들의 메시지 교환을 수반할 수 있다.

[0131] [0152] 일 실시예에 따르면, 임의의 셀 i에 대해, S(i)는, 그의 뮤팅이 셀 i에 이익이 될 수 있는 셀들의 적절한 세트일 수 있다. 통상적으로, 이들은 셀 i의 이웃한 셀들, 또는 셀들(그들의 송신들은 셀 i와 강하게 간섭

함)일 것이다. 유사하게, 임의의 셀 j에 대해, R(j)는, 셀 j의 뮤팅으로부터 이익을 얻을 셀들의 적절한 세트일 수 있다. 이러한 실시예에서, 셀 j는, 자신의 순 이익을 결정할 시에 R(j) 내의 셀들의 이익을 고려해야 한다.

[0132] [0153] 일 실시예에서, 대칭적인 관계와 같이 j∈S(i)이면, i∈R(j)이지만, 이것은 다른 실시예들에서는 유지될 필요가 없다. 일반적으로, 주어진 셀 i에 대해, S(i) 및 R(i)는 다양한 실시예들에서 상이할 수 있다. 주파수 선택적인 페이딩이 중요한 셀들에서, 세트 S(i) 및 R(i)는 일반적으로, 각각의 주파수 서브-대역 또는 RBG에 대해 상이할 수 있지만, 통상적으로 그들은 모든 RBG들에 대해 동일할 수 있다.

[0133] [0154] 이러한 실시예에 따른 1차 뮤팅 제한들은, 셀 j가 뮤팅하면, 이상적으로는 임의의 셀 i∈R(j)가 또한 동일한 자원들에서 뮤팅되지 않아야 한다는 것을 포함할 수 있다. 그렇지 않으면, 셀 i에 대한 셀 j의 뮤팅의 이익이 손실될 수 있다. 유사하게, 이러한 예에서, j∈S(i)가 뮤팅하면, 셀 i는 뮤팅하지 않아야 한다. 그러나, j∈S(i)는 i∈R(j)을 암시하므로, 상기 2개는 동등하다.

[0134] [0155] 이러한 예에서, 로컬적으로 최적의 뮤팅은, 셀 i가 뮤팅하면, 이상적으로는 셀 i가 자신의 "로컬 이웃"에서 최대의 순 이익을 가져야 한다는 것을 의미할 수 있다. 1차 뮤팅 제한들로 인해, i가 뮤팅하도록 선택되면, S(i) 내의 다른 어떠한 셀도 뮤팅하지 않아야 하며(동등하게는, i∈R(j)가 뮤팅해야 하도록 하는 어떠한 셀 j도 존재하지 않음); 그렇지 않으면, i보다는 일부 다른 셀을 뮤팅시키는 것이 더 양호할 수 있다. 즉, i는, i가 S(i) 내의 모든 셀들의 최대 순 이익을 가지면, 뮤팅해야 한다.

[0135] [0156] 일 실시예에서, S(i)(및 R(i))는, 간섭기들, 즉 셀 i 내의 일부 UE에 대한 가장 강한 간섭기인 셀들의 "제 1 링"으로서 취해질 수 있다. 다른 실시예에서, S(i) 및 R(i)는, 셀 i 내의 일부 UE에 대한 가장 강한 간섭기 또는 둘째로 가장 강한 간섭기 중 어느 하나인 셀들로서 취해질 수 있다. 부가적으로, 특정한 실시예들은 또한 2차 뮤팅 제한을 포함할 수 있으며; 셀 i의 관점으로부터, S(i) 내의 다수의 셀들은 동일한 자원 상에서 뮤팅하지 않아야 한다. 그렇지 않으면, 셀 i가 뮤팅하는 그 셀들 중 하나로부터만 이득을 얻을 것보다는, 셀 i는 모든 뮤팅으로부터 이득을 얻을 수 없을 것이다. 일 실시예에서, S(i)는, 셀 i 내의 일부 UE의 가장 강한 간섭기인 셀들 뿐만 아니라 그 셀들 내의 일부 UE의 가장 강한 간섭기들인 셀들로 구성될 수 있다.

[0136] [0157] 도 13은 일 실시예에 따른, 방법의 예시적인 흐름도를 예시한다. 이러한 방법은 (1300)에서, 셀에서 RBG를 뮤팅하는 자신의 순 이익을 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 그 후, (1310)에서, 방법은, 각각의 셀에 의해, 자신의 RBG-당 순 이익을 자신의 이웃 내의 셀들에 전송하는 단계를 포함할 수 있다. 이것은, NBML-FSS(FSS-aware Net Benefit Metrics List)로 고려될 수 있다. (1320)에서, 방법은, 어느 셀이 셀들의 적절한 조정 클러스터에서 최대 순 이익을 갖는지에 기초하여, 셀이 어느 RBG를 뮤팅해야 하는지를 그 셀에서 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이러한 예에서, 셀은, 순 이익이 포지티브가 아니면, 뮤팅되지 않을 것이다. 일 실시예에서, 방법은 (1330)에서, TTI에서 셀에서, 각각의 TTI에서 어떤 이웃들이 어떤 자원들을 뮤팅하고 있는지에 대한 지식을 사용하여 TD/FD 스케줄링을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 대안적으로, 결정 단계(1300)는, 각각의 셀의 서브세트 또는 단일 셀에 대해 수행될 수 있고, 각각의 RGB의 서브세트에 대해 또는 단일 RGB에 대해 행해질 수 있으며, 단계(1310)의 전송 단계는, 각각의 셀들의 서브세트 또는 단일 셀로 행해질 수 있다(동일한 것이 단계들(1320 및 1330)에 적용됨). 대안적으로, 단계(1330)는 각각의 TTI의 서브세트 또는 단일 TTI에서 행해질 수 있다.

[0137] [0158] 도 14는 실시예에 따른 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다. 설명의 목적들을 위해, 우리는 일반적으로, 제공되는 셀 i의 조정 세트 S(i) 및 R(i)의 셀들을 셀 i의 이웃 셀들로서 지칭한다. 이것이 반드시, 셀들이 물리적으로 인접하고 있거나, 또는 핸드오프들 또는 다른 프로시저들을 실행하기 위해 셀들 사이에 이웃 관계들이 있음을 의미하지 않음이 이해되어야 한다. 이 실시예에서는, 1400에서, 셀 1, 셀 2, 및 셀 3은 S(1), S(2), 및 S(3)내의 각각의 이웃 셀('nbr'로서 축약됨)에 대한 각각의 RBG에 대하여, 그 셀이 그 RBG를 뮤팅한 경우에 이익들을 각각 결정하고, 그리고 각각의 nbr에 대한 이익 메트릭 리스트(BML-FSS), 즉 (B1, B2, ..., BN)을 계산하며, 여기서 N = numRBGs이다. 1410에서, 각각의 셀 i는 자신의 S(i)의 각각의 다른 셀에 이익 메트릭 리스트(BML-FSS)를 통신한다. 이후, 1420에서, 각각의 셀은 R(i)의 nbr들의 이익들 및 자신의 불이익에 기초하여 각각의 RBG에 대한 순 이익을 결정한다. 1430에서, 각각의 셀은 자신의 조정 클러스터의 각각의 다른 셀에 순 이익 메트릭 리스트(NBML-FSS)를 통신할 수 있다. 1440에서, 각각의 셀은 각각의 RBG에 대하여 누구의 순 이익들이 최대인지에 기초하여 각각의 RBG에 대하여 누가 뮤팅할지를 결정한다. 이 예에서, 셀은 순 이익이 포지티브가 아니면 뮤팅되지 않아야 한다. 1450에서, 각각의 셀은, 각각의 RBG에 대하여 어느 셀이 뮤팅되는지에 대한 지식으로 스케줄링할 수 있다. 이에 따라, 이 실시예에서, 단순히, 제공되는 셀이 제공되는 RBG에 대

하여 뮤팅할 것인지의 여부를 결정하는 것이 아니라, 제공되는 셀은 어느 셀이 어느 RBG에 대하여 뮤팅할 것인지를 결정할 수 있다.

[0138] [0159] 다른 실시예는 이익들의 비-GBR 계산을 포함할 수 있다. 이 실시예에서는, 각각의 셀 i에서, 셀 i가, 셀 j가 RBG r에 대하여 잠재적으로 뮤팅하는 것으로 인한 자신의 이익 Bi,j(r)을 계산할 때, FSS-인식 이익은 Bi,j(r) = ΔPFi,j(r) = PFi,j(r) - PFi(r)로서 계산될 수 있으며, 여기서 PFi,j(r) = 셀 j가 RBG r에 대하여 뮤팅한 경우에 RBG r에 대하여 셀 i에 의해 달성가능한 최대 PF(조정 클러스터의 어떠한 다른 셀도 RBG r에 대하여 뮤팅하지 않았음을 가정함)이고, 그리고 PFi(r) = 조정 클러스터의 어떠한 셀도 RBG r에 대하여 뮤팅하지 않았을 경우에 RBG r에 대하여 셀 i에 의해 달성가능한 최대 PF이다. 핵심 특징은, 이익 계산에 사용되는 이러한 "최대 PF"가 FSS(frequency-selective scheduling)에 대하여 스케줄러에 의해 사용되는 것과 동일한 결정 규칙에 기초할 수 있다는 점이다. 따라서, 뮤팅 이익 계산은 FSS 스케줄러가 RBG들을 UE들에 할당할 방법과 응집도가 있다. 이는, 뮤팅 이득들뿐만 아니라 FSS 이득들을 얻는 능력을 최대화시킨다. 셀 i는, 셀 j의 뮤팅의 경우, RBG 당 이익들의 리스트, 즉 (Bi,j(1), Bi,j(2), ..., Bi,j(N))를 갖고, 이는 FSS에 대한 이익 메트릭 리스트(BML-FSS)이다. 셀 i는 이 BML-FSS를 자신의 S(i)의 각각의 셀 j에 전송한다.

[0139] [0160] 추가로, 이 실시예에 따라, 각각의 셀 j에서, BML-FSS는 자신의 R(j)의 각각의 셀 i로부터 수신되고, 그리고 각각의 셀 j는 자신의 이웃들에 대한 총 이익, 즉 ∑i≠j Bi,j(r)을 계산한다. 각각의 RBG r에 대하여, 셀 j는 자신의 불이익, 즉 Pj(r) = RBG r에 대하여 셀 j에 의해 달성가능한 최대 PF(뮤팅 없음을 가정함)를 계산한다. 이후, 셀 j는 자신의 순 이익 메트릭 ΔBj(r) = ∑I≠j Bi,j(r) - Pj(r) - RBG 당 값 1을 계산할 수 있고, 이는 순 이익 메트릭 리스트(NBML-FSS)이다.

[0140] [0161] 이후, 어느 셀이 어느 RBG를 뮤팅하는지가 결정된다. 각각의 셀 j는 자신의 R(j)의 모든 이웃들에 (모든 RBG들에 대한) 자신의 순 이익 메트릭을 통신한다. 각각의 셀 i에서, 순 이익은 (모든 RBG들에 대하여) 자신의 S(i)의 모든 셀들 j로부터 수신된다. 셀 i는 각각의 RBG에 대하여 누가 최대인지, 즉 M*(r) = arg maxj ΔBj(r)를 결정한다. RBG r에 대한 최대 이익이 포지티브인 경우, 셀 M*(r)은 그 RBG에 대하여 뮤팅할 것이고; 그렇지 않으면, 그 RBG에 대하여 어떠한 뮤팅도 없을 것이다. 이후, 셀 i는 각각의 RBG에 대하여 누가 뮤팅하고 있는지에 대한 지식으로 채널 인식 스케줄링(FSS)을 수행하도록 진행한다. 셀 i 자체가 뮤터일 경우에, 셀 i는 그 RBG에 대하여 아무도 스케줄링하지 않는다.

[0141] [0162] 대안적 실시예에서, RBG r에 대한 각각의 셀 j의 순 이익, 즉 N(j,r)의 계산은 위에서 논의된 실시예와 유사한데, 어느 셀이 어느 RBG에 대하여 뮤팅하는지를 결정하는 방법에서 일부 차이들이 있다. 이 대안적 실시예에서, 어느 셀이 각각의 TTI에서 각각의 RBG에 대하여 "최대 순 이익"을 갖는지는 직접적으로 결정되지 않는다. 그보다는, 이 실시예에서, 각각의 셀은 언젠가 각각의 RBG에 대하여 자신의 순 이익을 계산하고, 그리고 어떤 RBG에 대한 자신의 순 이익이 어떠한 셀이라도 그 RBG를 현재 뮤팅중인 그 셀을 초과하는 경우에, 셀은 뮤팅을 청구한다(그리고 다른 셀은 뮤팅을 중지한다).

[0142] [0163] 예컨대, 각각의 셀 i에서, 셀 i의 이익 Bi,j(r)는 임의의 비동기 에포크에서(반드시 데드라인-바운드는 아님) 임의의 이웃 j와 비교하여 계산된다. 셀 i가, 셀 j가 잠재적으로 RBG r에 대하여 뮤팅하는 것으로 인한 자신의 이익 Bi,j(r), 즉 Bi,j(r) = ΔPFi,j(r) = PFi,j(r) - PFi(r)을 계산할 때, 여기서 PFi,j(r) = 셀 j가 RBG r에 대하여 뮤팅한 경우에(어떠한 다른 이웃도 RBG r에 대하여 뮤팅하지 않았음을 가정함) RBG r에 대하여 셀 i에 의해 달성가능한 최대 PF이고, 그리고 PFi(r) = 어떠한 이웃도 RBG r에 대하여 뮤팅하지 않았을 경우에 RBG r에 대하여 셀 i에 의해 달성가능한 최대 PF이다. 셀 i는, 셀 j의 뮤팅의 경우, RBG 당 이익들의 리스트, 즉 (Bi,j(1), Bi,j(2), ..., Bi,j(N))를 갖고, 이는 FSS에 대한 이익 메트릭 리스트(BML-FSS)이다. 이후, 셀 i는 BML-FSS 리스트를 셀 j에 전송할 수 있다(데드라인 바운드는 없음).

[0143] [0164] 각각의 셀 j에서, BML-FSS는 셀 j의 R(j)의 각각의 이웃 i로부터 다양한 시간들에(그 이유는, 이들은 비동기이므로) 수신된다. 어떤 비동기 시간에, 셀 j는 셀들 각각으로부터 수신되는 최신 BML-FSS에 기초하여 자신의 R(j)의 셀들에 대한 총 이익을 계산할 수 있다(즉, ∑i≠j Bi,j(r)). 각각의 RBG r에 대하여, 셀 j는 자신의 불이익, 즉 Pj(r) = RBG r에 대하여 셀 j에 의해 달성가능한 최대 PF(어떠한 뮤팅도 없음을 가정함)를 계산할 수 있다. 이후, 셀 j는 자신의 순 이익 메트릭 ΔBj(r) = ∑i≠j Bi,j(r) - Pj(r) - RBG 당 값 1을 계산할 수 있고, 이는 순 이익 메트릭 리스트(NBML-FSS)이다.

[0144] [0165] 셀 j가 이미 뮤팅한 것이 아닌 각각의 RBG r에 대하여, 셀 j는 자신의 순 이익을, 자신의 S(j)의 어떠한 셀이라도 RBG r을 현재 뮤팅중인 그 셀의 (이전에 알려진) 순 이익과 비교할 수 있다. RBG r에 대한 셀 j의 순 이익 > RBG r을 뮤팅하는 셀의 최종 알려진 순 이익일 경우에, 셀 j는 RBG r을 "청구될 뮤팅 권리들"로서

마킹할 수 있다. 이후, 셀 j는, 각각의 RBG r에 대하여, 셀 j가 그 RBG에 대한 뮤팅 권리들을 주장하고 있는지의 여부(1-비트), 그리고 셀 j이 뮤팅(새롭게 청구되는 뮤팅, 또는 이미 존재하는 뮤팅)할 것에 대해, 그 RBG에 대한 셀 j의 새로운 순 이익을 표시하는 메시지를 자신의 S(j)의 모든 셀들에 전송할 수 있다.

[0145] [0166] 이후, 각각의 셀 i에서는, 각각의 TTI에서, 셀 i는 누가 각각의 RBG에 대하여 뮤팅하고 있는지에 대한 지식으로 채널 인식 스케줄링(FSS)을 수행하도록 진행할 수 있다. 셀 i 자체가 뮤터일 경우에, 셀 i는 그 RBG에 대하여 아무도 스케줄링하지 않는다. 임의의 제공되는 셀(예컨대, 셀 1)에 의해 착수되는 통신 및 결정들이 다른 셀들(예컨대, 셀 2 및 셀 3)에 의한 대응하는 통신 및 결정과 엄격하게 동시에 발생할 필요가 없음이 이해되어야 한다. 예컨대, 셀 2 및 셀 3이 그들의 정보를 셀 1에 통신할 때에 대한 어떠한 제한도 없이, 셀 1은 자신이 셀 2 및 셀 3으로부터 수신한 최신 정보를 사용하여 이들 액션들을 착수할 수 있다.

[0146] [0167] 도 15는 실시예에 따른 시그널링 다이어그램의 예를 예시한다. 이 예에서는, 1500에서, 셀 2는 RBG들에 대해 뮤팅하는 것과 순 이익을 셀 1 및 셀 3에 알린다. 1510에서는, 처음에, 셀 2가 일부 RBG들에 대하여 뮤팅하고 있다고 가정된다. 1520에서는, 각각의 RBG에 대하여 그리고 자신의 S(2)내의 각각의 nbr에 대하여, 셀 2는, 그 셀이 그 RBG를 뮤팅한 경우에 이익들을 결정하고, 그리고 각각의 nbr i에 대한 이익 메트릭 리스트(BML-FSS), 즉 (B21(1), B21(2), ..., B21(N))를 형성하며, 여기서 N = numRBGs이다. 이후, 1540에서, 셀 2는 자신의 BML-FSS를 셀 1에 보고할 수 있다. 유사하게, 1530에서, 각각의 RBG에 대하여 그리고 자신의 S(3)내의 각각의 nbr에 대하여, 셀 3은, 그 셀이 그 RBG를 뮤팅한 경우에 이익들을 결정하고, 그리고 각각의 nbr i에 대한 자신의 이익 메트릭 리스트(BML-FSS), 즉 (B31(1), B31(2), …, B31(N))을 형성하며, 여기서 N = numRBGs이다. 1545에서, 셀 3은 자신의 BML-FSS를 셀 1에 보고할 수 있다.

[0147] [0168] 계속해서 도 15의 예를 참조하면, 1550에서, 셀 1은 자신의 R(1)내의 셀들의 이익들 및 자신의 불이익에 기초하여 각각의 RBG에 대한 순 이익을 결정할 수 있다. 이후, 1560에서, 셀 1이 뮤팅하고 있지 않는 각각의 RBG에 대하여, 셀 1은, 순 이익이 그 RBG를 현재 뮤팅중인 셀의 순 이익을 초과하는지(그리고, 순 이익이 포지티브인지)를 결정할 수 있다. 1570에서, 셀 1은 RBG들에 대하여 뮤팅하는 것과 순 이익을 셀 2 및 셀 3에 알릴 수 있다. 이후, 1580에서, 셀 1, 셀 2, 및 셀 3 각각이 누가 각각의 RBG에 대하여 뮤팅하고 있는지에 대한 지식으로 스케줄링할 수 있다.

[0148] [0169] 또 다른 실시예에 따라, RBG r에 대한 각각의 셀 j의 순 이익, 즉 N(j,r)의 계산은 위에서 논의된 실시예와 유사한데, 어느 셀이 어느 RBG에 대하여 뮤팅하는지를 결정하는 방법에서 일부 차이들이 있다. 이 실시예에서, 각각의 셀 j는 임계치 D(j)(또는 D(j,r))를 갖는다. RBG에 대한 순 이익 N(j,r)이 임계치 D(j,r)를 초과하는 경우에, 셀은 RBG r에 대하여 뮤팅할 수 있다. 임계치 D(j,r)는 오퍼레이터 구성될 수 있거나, 또는 동적으로 발견될 수 있다. 동적 발견의 하나의 형태는 하기를 포함한다. 각각의 셀은 현재 D(j,r)를 갖고, 그리고 셀이 자신의 순 이익이 D(j,r)를 초과하는 것을 찾는 경우에, 이 셀은 RBG r을 뮤팅할 수 있고 그리고 자신의 순 이익을 알리는 메시지를 다른 셀들에 전송할 수 있다. 이후, 다른 셀들은 그 셀의 순 이익을, 그들이 뮤팅하는 것을 원하는 경우에 그들이 초과해야 하는 D(j,r)로서 취급할 수 있다. 따라서, 임계치는 어느 셀이든 현재 뮤팅중인 셀에 동적으로 페깅될 수 있다. 따라서, 이 실시예는, (순 이익이 임계치를 초과하는 한) 셀이 심지어 자신이 반드시 자신의 로컬 이웃의 셀들 중에서 최대 순 이익을 갖지 않는 경우에도 뮤팅하도록 허용한다.

[0149] [0170] 위에서 논의된 실시예들 중 적어도 일부는 정보의 "전체 교환"이 수행되어야 함을 함축한다. 그러나, 특정 실시예들은 그렇게 제한되지 않고, 본원에 설명되는 방법들 역시 부분적 정보로 작용할 수 있다. 예를 들어, 이익 메트릭 리스트(BML-FSS)가 주어진 이웃에 전송되는 경우, 모든 RBG들 r이 포함될 필요는 없다 - 이익 계산이 업데이트된 것들만이 전송될 필요가 있다. 셀 j가 자신의 네트 이익을 결정하는 경우, 그것은 자신의 R(j) 세트 내의 모든 셀들로부터 전체 BML-FSS를 가질 필요가 없다. 예를 들어, 그것이 단지 셀들의 일부 서브세트로부터 정보를 수신하였으면, 그것은 그러한 셀들로부터의 업데이트된 정보 및 다른 셀들로부터의 마지막 공지된 정보를 사용할 수 있다. 일단 정보가 충분히 오래되었으면, 그것은 진부한 것으로서 폐기될 수 있다. 유사하게, 네트 이익의 결정 및 뮤팅 판정은 모든 RBG들에 대해 동시에 수행될 필요는 없는데, 그것은 계산 부하를 차지하기 위해 한 번에 수 개의 RBG들에 대해 수행될 수 있다.

[0150] [0171] 상기 내용을 고려하여, 실시예들은 스케줄러가 주파수-선택적 스케줄링 이득들을 최대화하는 방법과 동기화하여 뮤팅 판정을 선택함으로써 뮤팅의 잠재적 이익을 최대화할 수 있다. 다시 말해서, 특정 실시예들에 따라, 뮤팅 이익 계산은 FSS 스케줄러가 UE들에 RBG들을 할당하는 방법과 응집하며, 뮤팅뿐만 아니라 주파수 선택적 이득들 둘 모두에 대한 캐피털라이징을 허용한다.

[0151] [0172] 위에서 논의된 실시예들 중 일부에서, 조인트 최적화가 수행되는 셀들의 세트(클러스터, 조정 클러스터 또는 협력 영역으로 다양하게 알려져 있음)가 미리 결정된 세트{셀 1, 셀 2, … 셀 N}임이 가정되었을 수 있다. 이것은 당해 기술 분야에서의 공통적 가정이다. 네트워크 내의 셀들에서의 전체 세트는 세트{셀 1, 셀 2, … 셀 N}와 같은 클러스터들로 파티셔닝되는 것으로 보여질 수 있다. 임의의 주어진 셀은 셀들의 많아야 하나의 클러스터의 부분이고, 어떠한 2개의 클러스터들도 중첩되지 않는다. 이러한 클러스터 정의는 비-중첩 클러스터로 지칭될 수 있다.

[0152] [0173] 임의의 주어진 셀 k에 대한 이러한 클러스터 정의에 있어서, 뮤팅 가설의 선택의 조인트 최적화는 클러스터 내의 일부 다른 셀이 뮤팅되는 경우 각각의 셀에 대한 이익(또는 불이익)을 고려하여 수행된다. 즉, 셀 k가 셀 k와 동일한 클러스터의 부분이 아닌 일부 강한 간섭자들을 가지면, 이러한 간섭자들을 뮤팅하는 것으로부터의 가능한 이익은 최적의 뮤팅 판정을 결정하는 경우 고려되지 않을 수 있다. 실제로, 셀 k의 관점에서, 클러스터 외부에 있는 강한 간섭자가 뮤팅되는 경우 그것의 UE들의 채널 상태 정보 보고(CSI)들은 뮤팅 판정의 최적화 또는 이익을 결정할 목적으로 심지어 이용가능하지 않을 수 있다. 여기서, CSI는 전형적으로, 셀에 그 셀과 관련된 UE에 의해 경험되는 현재 라디오 채널 품질이 무엇인지를 통지하기 위해 UE에 의해 전송된 보고일 수 있다. UE에 의해 보고되는 CSI는 또한, 특정 다른 셀들과 관련된 UE에 의해 경험되는 라디오 채널 품질에 대한 정보를 포함할 수 있다. 따라서, 셀들의 비-중첩 세트들로서 클러스터들을 정의하는 종래의 방식의 주요한 단점은 몇몇 셀들에 대해, 그들의 강한 간섭자들 모두가 조인트 최적화를 수행하는 경우 고려되지 않을 수 있다는 점이다.

[0153] [0174] 이것은 도 16에 예시되며, 여기서, 네트워크 내의 셀들의 세트는 3개의 인접한 3-섹터 사이트들로 구성되는 9개의 셀들의 비-중첩 클러스터들로 파티셔닝된다. 하나의 이러한 클러스터는 도 16에 예시된다. 도 16에서의 예로부터 도시될 수 있는 바와 같이, 클러스터의 "경계" 셀들은 단지, 동일한 클러스터의 부분인 그들의 강한 간섭자들의 서브세트에 의한 뮤팅 최적화에 참여한다. 그러나, 그것은 상당한 수의 강한 간섭자들을 배제한다.

[0154] [0175] 셀들의 비-중첩 클러스터들보다는, 클러스터를 정의하는 더 유연한 방식은 주어진 셀의 관점에서 협력 셀들의 세트를 고려하는 것, 즉, 주어진 셀이 조정하여야 하는 셀들의 세트를 고려하는 것일 것이다. 따라서, 우리는 셀들의 클러스터를 각각의 주어진 셀과 연관시킬 수 있다.

[0155] [0176] 도 17은 이러한 개념의 예시를 도시한다. 다양한 셀들이 도 17에 도시된다. 실선에 의해 연결되는 것으로 도시된 셀들은 서로 조정할 수 있는 반면, 연결되는 것으로 도시되지 않은 셀들은 조정하지 않는다. 실선 원에 의해 마킹된 영역은 셀 1이 조정할 셀들의 세트(즉, 셀 1과 연관된 클러스터)를 포함하지만, 점선 원에 의해 마킹된 영역은 셀 2가 조정할 셀들의 세트(즉, 셀 2와 연관된 클러스터)를 포함한다. 셀 1이 특정 동작에 착수하여야 하는지 여부가 결정될 때, 셀 1과 연관된 클러스터 내의 셀들 사이에 조정이 존재할 것이다. 조정을 목적으로, 셀 1은 셀 1과 연관된 클러스터 내의 셀들과 메시지들을 교환할 수 있다. 대응적으로, 셀 2가 특정 동작에 착수하여야 하는지 여부가 결정될 때, 셀 2와 연관된 클러스터 내의 셀들 사이에 조정이 존재할 것이고, 셀 2는 셀 2와 연관된 클러스터 내의 셀들과 메시지들을 교환할 수 있다. 도면 DEF에서, 셀 2는 셀 1과 연관된 클러스터의 부분이지만, 셀 1은 셀 2와 연관된 클러스터의 부분이다. 그러나, 셀 2와 연관된 클러스터의 부분이 아닌 셀 1과 연관된 클러스터 내의 하나 또는 그 초과의 셀들, 예를 들어, 셀 3이 존재한다. 유사하게, 셀 1과 연관된 클러스터의 부분이 아닌 셀 2와 연관된 클러스터 내의 하나 또는 그 초과의 셀들, 예를 들어, 셀 8이 존재한다. 앞서 기술된 바와 같이, 우리는 기지국, eNodeB(eNB), 송신기 또는 네트워크 엘리먼트와 같은 다양한 용어들과 상호교환가능하게 "셀"이라는 용어를 이용한다.

[0156] [0177] (상기 셀 1 또는 셀 2에 의해) 착수될 동작은 주어진 자원들의 세트와 관련될 수 있다. 셀들 사이에 교환되는 조정 메시지들은 또한, 주어진 자원들의 세트와 관련될 수 있다. 그 다음, 셀 1과 연관된 클러스터는 주어진 자원들의 세트와 관련된 동작의 조정을 목적으로 할 수 있고, 셀 2와 연관된 클러스터 또한 그러하다. 따라서, 동작이 하나 또는 그 초과의 셀들에 의해 착수될 수 있는 임의의 주어진 자원들의 세트 상에서, 셀들과 연관된 클러스터들은 위에서 예시된 특성들을 가질 것이다. 다시 말해서, 우리가 주어진 자원들의 세트와 관련된, 하나 또는 그 초과의 셀들에 의한 동작들의 조정을 고려한다면, 주어진 자원들의 세트와 관련된 동작들을 착수하기 위해 조정하는 셀들의 클러스터들은 비-중첩 상태가 아니다.

[0157] [0178] 도 17에 예시된 특성들을 갖는 클러스터 구성은 리퀴드 클러스터로 지칭될 수 있다. 당업자는 특정 동작에 착수하기 위한 조정을 목적으로 리퀴드 클러스터와 연관된 셀 또는 다른 네트워크 엘리먼트에 대한 다음의 특성들을 식별할 수 있다. 이러한 네트워크 엘리먼트는 네트워크 엘리먼트에 의해 동작을 취하는 것과 관련된

제 1 네트워크 엘리먼트 세트로부터 조정 메시지를 수신하도록 구성될 수 있다. 네트워크 엘리먼트에 의한 동작은 제 1 자원 세트에 관련될 수 있다. 제 1 네트워크 엘리먼트 세트는 제 2 네트워크 엘리먼트를 포함한다. 제 2 네트워크 엘리먼트는 제 2 네트워크 엘리먼트에 의해 동작을 취하는 것과 관련된 제 2 네트워크 엘리먼트 세트로부터 조정 메시지를 수신하도록 구성될 수 있다. 제 2 네트워크 엘리먼트에 의한 동작은 또한, 제 1 자원 세트와 관련될 수 있다. 제 2 네트워크 엘리먼트 세트는 네트워크 엘리먼트를 포함한다. 게다가, 다음 중 적어도 하나는 참이다 - 제 1 네트워크 엘리먼트 세트는 제 2 네트워크 엘리먼트 세트에 포함되지 않는 적어도 하나의 네트워크 엘리먼트를 포함하거나, 또는 제 2 네트워크 엘리먼트 세트는 제 1 네트워크 엘리먼트 세트에 포함되지 않는 적어도 하나의 네트워크 엘리먼트를 포함한다.

[0158] [0179] 이들 특징들로 인해, 임의의 하나의 셀 또는 네트워크 엘리먼트와 연관된 리퀴드 클러스터는 일반적으로, 다른 셀 또는 네트워크 엘리먼트와 연관된 리퀴드 클러스터와 상이할 수 있고, 2개의 셀들의 리퀴드 클러스터들은 중첩될 수 있다. 셀은 다수의 다른 셀들과 연관된 리퀴드 클러스터들의 일부일 수 있다. 위에서 지칭된 네트워크 엘리먼트에 의한 액션은 다양하게, 송신을 뮤팅하는 것, 온-지속기간을 변경하는 것, 송신 전력을 감소시키는 것, 송신을 빔포밍하는 것, 특정한 송신들의 랭크 또는 송신 모드를 제한하는 것 등 중 하나를 포함할 수 있다. 액션은, 사용자 디바이스의 클러스터 내의 셀들 중에서 사용자 디바이스에 대한 적절한 송신 포인트를 결정하는 것, 또는 하나 또는 그 초과의 사용자 디바이스들에 대한 캐리어 집합, 또는 부하-밸런싱, 또는 강화된 셀-간 간섭 조정에서 사용되는 올모스트-블랭크 서브프레임 패턴과 같은 간섭 조정 패턴의 적응 등 중 하나를 더 포함할 수 있다. 네트워크 엘리먼트에 의해 수신된 조정 메시지는 본원에서 설명되는 다양한 실시예들에서의 메시지들 중 임의의 하나, 또는 위에서 설명된 액션들 중 하나에 대한 조정과 관련된 어떤 다른 메시지일 수 있다. 추가로, 다수의 리퀴드 클러스터들이 주어진 네트워크 엘리먼트와 연관될 수 있다. 예컨대, 또한, 주어진 네트워크 엘리먼트가 주어진 네트워크 엘리먼트와 연관된 제 1 리퀴드 클러스터 내의 셀들로부터 제 1 조정 메시지를 수신하는 한편, 주어진 네트워크 엘리먼트가 네트워크 엘리먼트와 연관된 제 2 리퀴드 클러스터 내의 셀들로부터 제 2 조정 메시지를 수신할 수 있는, 액션들의 조정을 생각할 수 있다. 또한, 위에서 설명된 바와 같은 리퀴드 클러스터와 연관된 네트워크 엘리먼트가 또한, 조정 메시지를 수신하기 보다는 (또는 이에 부가하여) 조정 메시지를 송신할 수 있다는 것이 유의되어야 한다. 또한, 조정 메시지들을 수신하는 목적들을 위해 주어진 셀과 연관된 리퀴드 클러스터와 상이할 수 있는, 조정 메시지들을 송신하는 목적들을 위해 주어진 셀과 연관된 리퀴드 클러스터를 생각할 수 있다. 게다가, 조정 시퀀스에서의 상이한 단계들에서, 셀은 셀과 연관된 상이한 리퀴드 클러스터들과 상호작용할 수 있다. 부가하여, 위에서 설명된 바와 실질적으로 유사한 특징들을 갖는, 단일 셀과 연관되기보다는 셀들의 그룹들과 연관된 리퀴드 클러스터들을 생각할 수 있다. 따라서, 예컨대, 네트워크 엘리먼트들의 쌍과 연관된 리퀴드 클러스터를 생각할 수 있다. 그러한 클러스터 구성에서, 네트워크 엘리먼트들의 쌍에서의 네트워크 엘리먼트들 중 하나 또는 둘 다는, 네트워크 엘리먼트들의 쌍 중 하나 또는 둘 다에 의해 액션을 취하는 것과 관련하여, 네트워크 엘리먼트들의 제 1 세트로부터 조정 메시지를 수신하도록 구성될 수 있다. 네트워크 엘리먼트들의 쌍 중 하나 또는 둘 다에 의한 액션은 자원들의 제 1 세트와 관련될 수 있다. 네트워크 엘리먼트들의 제 1 세트는 네트워크 엘리먼트들의 제 2 쌍 중 하나인 제 2 네트워크 엘리먼트를 포함한다. 제 2 네트워크 엘리먼트는, 네트워크 엘리먼트들의 제 2 쌍 중 하나 또는 둘 다에 의해 액션을 취하는 것과 관련하여, 네트워크 엘리먼트들의 제 2 세트로부터 조정 메시지를 수신하도록 구성될 수 있다. 네트워크 엘리먼트들의 제 2 쌍 중 하나 또는 둘 다에 의한 액션은 또한, 자원들의 제 1 세트와 관련될 수 있다. 네트워크 엘리먼트들의 제 2 세트는 네트워크 엘리먼트들의 쌍 중 하나 또는 둘 다를 포함한다. 게다가, 네트워크 엘리먼트들의 제 1 세트가 네트워크 엘리먼트들의 제 2 세트에 포함되지 않는 적어도 하나의 네트워크 엘리먼트를 포함하는 것, 또는 네트워크 엘리먼트들의 제 2 세트가 네트워크 엘리먼트들의 제 1 세트에 포함되지 않는 적어도 하나의 네트워크 엘리먼트를 포함하는 것 중 적어도 하나는 참이다.

[0159] [0180] 예컨대, 주어진 셀에 대해, 주어진 셀과 연관된 리퀴드 클러스터는 주어진 셀에서의 일부 UE의 강한 간섭자들인 모든 이웃하는 셀들의 세트를 포함할 수 있다. 강한 간섭자들은 가장 강한 간섭자 또는 어떤 적절한 값 N에 대한 상위 N개의 간섭자들 중 하나 등으로서 식별될 수 있다. 주어진 셀과 연관된 리퀴드 클러스터는 또한, 동일한 송신 주파수 또는 상이한 송신 주파수에서 주어진 셀과 커버리지가 중첩되는 이웃 셀들(예컨대, 이종 네트워크 전개들의 경우에, 피코-셀들 또는 매크로-셀들을 포함함)을 포함할 수 있다.

[0160] [0181] 도 18은 일 실시예에 따른 리퀴드 클러스터의 예를 예시한다. 셀들이 정육각형 래티스로 있으면서, 임의의 주어진 셀의 강한 간섭자들은 전형적으로, 주어진 셀을 둘러싸는 6개의 셀들일 것이다. 도 18의 예에서, 셀(1800)에 대한 리퀴드 클러스터는 원(1801) 내의 셀들(즉, 육각형 셀 그리드에서의 셀(1800) 및 그 셀(1800)의 6개의 둘러싸는 이웃들)의 세트로서 정의될 수 있고, 그 리퀴드 클러스터는 셀(1805)을 포함한다. 여기에서, 이러한 리퀴드 클러스터 구성은 7-셀 리퀴드 클러스터라고 지칭될 수 있다. 대응하여, 셀(1805)에

대한 리퀴드 클러스터는 원(1810)에서의 셀들(즉, 셀(1805)을 둘러싸는 6개의 이웃들)의 세트로서 정의될 수 있고, 그 리퀴드 클러스터는 셀(1800)을 포함한다. 따라서, 각각의 셀은 조인트 최적화의 목적들을 위해 그 셀이 조정하는 셀들의 그 자신의 리퀴드 클러스터를 가질 수 있다. 하나의 셀의 리퀴드 클러스터는 다른 셀의 리퀴드 클러스터와 중첩될 수 있고, 임의의 주어진 셀은 다수의 다른 셀들의 리퀴드 클러스터들의 일부일 수 있다.

[0161] [0182] 리퀴드 클러스터들의 사용은, 비-중첩 클러스터 경우에서와 같이 단지 간섭자들의 서브세트보다는, 셀의 강한 간섭자들 중 임의의 것을 뮤팅하는 것으로 인해, 셀에 대한 이익을 포함시킴으로써, 뮤팅 결정을 최적화하는 능력으로 인해, 현저한 이익들을 발생시킨다.

[0162] [0183] 도 19는 리퀴드 클러스터들과 연관된 셀들이 뮤팅 가설 결정의 목적들을 위해 조정되는 실시예의 예시를 도시한다. 셀들 2 및 3은 셀 1과 연관된 리퀴드 클러스터에 있고, 각각, 셀 1의 리퀴드 클러스터에 있지 않은 셀들을 포함하는 그 자신의 연관된 리퀴드 클러스터를 가질 수 있다. 1900에서, 셀 1은 각각의 잠재적인 뮤팅 가설에 대한 이익 메트릭을 결정한다. 여기에서, 셀 1에 의해 고려되는 관련된 잠재적인 뮤팅 가설들은 셀 1과 연관된 리퀴드 클러스터 내의 다른 셀들에 의한 뮤팅에 대응할 것이다. 셀 1에 의한 이익 메트릭의 결정은 본원에서 언급된 실시예들 중 임의의 것에 따를 수 있다. 1910에서, 셀 1은 특정한 셀이 뮤팅할 것인 가설 하에 있는 경우에, 자신의 이익 메트릭을, 자신의 리퀴드 클러스터 내의 각각의 셀에 통신한다. 1920에서, 셀 1은 뮤팅으로 인해 셀 1에 의해 초래될 초래되는 불이익 및 다른 셀들로부터 수신된 이익 메트릭들에 기초하여, 자신의 순 이익을 결정한다. 1930에서, 셀 1은 자신의 리퀴드 클러스터 내의 다른 셀들에 자신의 순 이익을 통신한다. 1940에서, 셀 1은, 예컨대, 셀 1이 자신의 리퀴드 클러스터 내의 셀들 중에서 최대의 순 이익을 갖는지를 결정함으로써, 그 자신의 순 이익 및 자신의 리퀴드 클러스터 내의 다른 셀들의 순 이익에 기초하여, 뮤팅할지를 결정한다. 대안적으로, 셀 1은, 단순히, 그 자신의 순 이익이 충분히 높은지, 또는 그 자신의 순 이익이 포지티브인지에 기초하여, 뮤팅할지를 결정할 수 있다. 1950에서, 셀 1은 자신의 리퀴드 클러스터 내의 다른 셀들에 자신의 뮤팅 결정을 통신한다. 그 후에, 1960에서, 셀 1은 자신의 리퀴드 클러스터 내의 어떤 다른 셀이 뮤팅할 것인지에 대한 지식에 기초하여, 자신의 사용자들 사이에서 자원들을 할당할 수 있다. 셀 1에 의해 착수되는 단계들과 함께, 유사한 단계들이 또한, 셀들 2 및 3과 같은 다른 셀들에 의해 착수될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예컨대, 1900에서의 셀 1의 액션과 유사하게, 셀 2 및 셀 3이 또한, 각각의 잠재적인 뮤팅 가설에 대한 이들의 이익 메트릭들을 결정할 수 있고, 여기에서, 주어진 셀에 의해 고려되는 잠재적인 가설들은 그 셀과 연관된 리퀴드 클러스터 내의 셀들에 의한 뮤팅에 대응할 것이다. 1910에서의 셀 1의 액션들과 유사하게, 셀 2 및 셀 3이 또한, 이들의 각각의 리퀴드 클러스터들 내의 각각의 다른 셀에 이들의 이익 메트릭들을 통신할 수 있고, 여기에서 다시, 주어진 셀에 전송되는 이익 메트릭은 그 주어진 셀이 뮤팅될 것 등의 가설에 대해 컴퓨팅된다. 이러한 단계들이 주파수 선택적인 방식으로 셀 1 및 다른 셀들에 의해 착수될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예컨대, 주파수 선택적인 방식으로 이익 및 불이익 메트릭들을 컴퓨팅함으로써, 전형적으로, UE들로부터 수신되는 주파수 선택적인 채널 상태 정보를 사용하여, 각각의 주파수 부-대역에 대해, 개별적인 이익 및 불이익 메트릭들이 결정될 수 있다. 전형적으로, 이러한 경우에, 셀 1에 의한 뮤팅의 결정은 각각의 주파수 부-대역에 대해 개별적으로 이루어질 수 있다.

[0163] [0184] 도 20은 실시예에 따른 장치(10)의 예를 예시한다. 일 실시예에서, 장치(10)는 네트워크 엘리먼트일 수 있다. 예컨대, 장치(10)는 비-집중형 또는 집중형 네트워크 엘리먼트일 수 있다. 또한, 당업자는 장치(10)가 도 20에 도시되지 않은 컴포넌트들 또는 특징들을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것임이 유의되어야 한다. 본 발명의 예시를 위해 필요한 그러한 컴포넌트들 또는 특징들만이 도 20에 도시된다.

[0164] [0185] 도 20에 예시된 바와 같이, 장치(10)는 정보를 프로세싱하고 그리고 명령들 또는 동작들을 실행하기 위한 프로세서(22)를 포함한다. 프로세서(22)는 임의의 타입의 범용 또는 특수 목적 프로세서일 수 있다. 단일의 프로세서(22)가 도 20에 도시되지만, 다른 실시예들에 따라서는 다수의 프로세서들이 활용될 수 있다. 실제로, 프로세서(22)는 예들로서, 범용 컴퓨터들, 특수 목적 컴퓨터들, 마이크로프로세서들, DSP(digital signal processor)들, FPGA(field-programmable gate array)들, ASIC(application-specific integrated circuit)들, 및 멀티-코어 프로세서 아키텍처에 기초하는 프로세서들 중 하나 또는 그 초과를 포함할 수 있다.

[0165] [0186] 장치(10)는, 프로세서(22)에 의해 실행될 수 있는 명령들 또는 정보를 저장하기 위한, 프로세서(22)에 커플링될 수 있는 메모리(14)를 더 포함한다. 메모리(14)는 하나 또는 그 초과의 메모리들일 수 있고, 로컬 애플리케이션 환경에 적절한 임의의 타입일 수 있고, 그리고 반도체-기반 메모리 디바이스, 자기 메모리 디바이스 및 시스템, 광학 메모리 디바이스 및 시스템, 고정형 메모리 및 착탈식 메모리와 같은 임의의 적절한 휘발성 또는 비휘발성 데이터 저장 기술을 이용하여 구현될 수 있다. 예컨대, 메모리(14)는 RAM(random access memory), ROM(read only memory), 정적 저장소, 이를테면, 자기 또는 광학 디스크, 또는 임의의 다른 타입의 비-일시적

기계 또는 컴퓨터 판독가능 매체들의 임의의 조합으로 이루어질 수 있다. 메모리(14)에 저장되는 명령들은, 프로세서(22)에 의해 실행될 때 장치(10)로 하여금 본원에서 설명되는 태스크들을 수행하는 것을 가능하게 하는 프로그램 명령들 또는 컴퓨터 프로그램 코드를 포함할 수 있다.

[0166] [0187] 장치(10)는 또한, 장치(10)에 신호들 및/또는 데이터를 송신하고 그리고 장치(10)로부터 신호들 및/또는 데이터를 수신하기 위한 하나 또는 그 초과의 안테나들(25)을 포함할 수 있다. 장치(10)는 정보를 송신 및 수신하도록 구성된 트랜시버(28)를 더 포함할 수 있다. 예컨대, 트랜시버(28)는, 안테나(들)(25)에 의한 송신을 위해 캐리어 파형으로 정보를 변조하고 그리고 장치(10)의 다른 엘리먼트들에 의한 추가의 프로세싱을 위해 안테나(들)(25)를 통해 수신되는 정보를 복조하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 트랜시버(28)는 신호들 또는 데이터를 직접적으로 송신 및 수신하는 것이 가능할 수 있다.

[0167] [0188] 프로세서(22)는, 제한 없이, 안테나 이득/위상 파라미터들의 프리코딩, 통신 메시지를 형성하는 개별 비트들의 인코딩 및 디코딩, 정보의 포맷팅을 포함한 장치(10)의 동작과 연관된 기능들, 및 통신 자원들의 관리와 관련된 프로세스들을 포함한 장치(10)의 전체적인 제어를 수행할 수 있다.

[0168] [0189] 실시예에서, 메모리(14)는, 프로세서(22)에 의해 실행될 때 기능을 제공하는 소프트웨어 모듈들을 저장한다. 모듈들은 예컨대, 장치(10)를 위해 운영 체제 기능을 제공하는 운영 체제를 포함할 수 있다. 메모리는 또한, 장치(10)를 위해 추가의 기능을 제공하기 위해 애플리케이션 또는 프로그램과 같은 하나 또는 그 초과의 기능 모듈들을 저장할 수 있다. 장치(10)의 컴포넌트들은 하드웨어로 구현되거나 또는 하드웨어와 소프트웨어의 임의의 적절한 조합으로서 구현될 수 있다.

[0169] [0190] 일 실시예에서, 장치(10)는 비-집중형 또는 집중형 네트워크 엘리먼트, 이를테면, 기지국 또는 액세스 포인트일 수 있다. 일 실시예에서, 장치(10)는, 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 네트워크 엘리먼트의 셀에 대해 계산된 영향력 정보를 송신하고 그리고/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청을 송신하도록 메모리(14) 및 프로세서(22)에 의해 제어될 수 있다. 액션은 송신을 뮤팅하는 것, 온-지속기간을 변경하는 것, 송신 전력을 변경하는 것, 송신을 빔포밍(beamforming)하는 것, 및/또는 송신 모드 또는 송신의 랭크를 변경하는 것을 포함할 수 있다. 영향력은 이익/불이익 정보를 포함할 수 있다. 이익/불이익 정보는 액션에 대한 자원들의 양, 액션에 대한 특정 주파수 자원들의 표시, 액션에 대한 특정 주파수 부-대역 자원의 표시, 액션에 대한 특정 시간의 표시, 및/또는 액션에 대한 지속기간의 표시를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 이익/불이익 정보는 특정 사용자 디바이스에 기초하여 계산될 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 장치(10)는 계산된 영향력 정보에 기초하여 순 이익을 계산하고 그리고 순 이익을 제 2 네트워크 엘리먼트에 송신하도록 메모리(14) 및 프로세서(22)에 의해 제어될 수 있다.

[0170] [0191] 다른 실시예에서, 장치(10)는, 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보를 수신하고, 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청을 제 2 네트워크 엘리먼트로부터 수신하고, 그리고/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 커맨드를 중앙 네트워크 엘리먼트로부터 수신하도록 메모리(14) 및 프로세서(22)에 의해 제어되는 네트워크 엘리먼트일 수 있다. 장치(10)는 추가로, 수신된 영향력 정보, 커맨드, 또는 요청 중 하나에 적어도 기초하여 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하도록 메모리(14) 및 프로세서(22)에 의해 제어될 수 있다.

[0171] [0192] 이러한 실시예에 따르면, 장치(10)는, 액션을 취하기 위한 불이익/이익을 계산하고, 수신된 영향력 정보 및 계산된 불이익/이익 정보에 기초하여 순 이익을 계산하고, 그리고/또는 계산된 순 이익에 기초하여 액션에 착수해야 하는지를 결정하도록 메모리(14) 및 프로세서(22)에 의해 제어되는 네트워크 엘리먼트일 수 있다. 장치(10)는, 액션이 착수될 특정 자원들을 결정함으로써 액션에 착수해야 하는지를 결정하도록 메모리(14) 및 프로세서(22)에 의해 제어될 수 있다. 추가하여, 실시예에서, 액션에 착수해야 하는지를 결정하는 것은, 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트로부터의 순 이익 정보를 수신하는 것, 및 계산된 순 이익과 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트로부터 수신된 순 이익 정보의 비교에 기초하여 액션에 착수할 것을 결정하는 것을 더 포함할 수 있다. 장치(10)는 추가로, 액션에 착수한다는 결정의 통지를 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트에 통신하도록 메모리(14) 및 프로세서(22)에 의해 제어될 수 있다.

[0172] [0193] 다른 실시예에서, 장치(10)는 코어 네트워크 엘리먼트와 같은 집중형 네트워크 엘리먼트일 수 있다. 이러한 실시예에 따르면, 장치(10)는, 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보를 제 1 네트워크 엘

리먼트로부터 수신하고 그리고/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청을 수신하도록 메모리(14) 및 프로세서(22)에 의해 제어될 수 있다. 장치(10)는 추가로, 수신된 영향력 정보 및/또는 요청에 기초하여 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 커맨드를 송신하도록 메모리(14) 및 프로세서(22)에 의해 제어될 수 있다. 영향력 정보는 이익 정보, 불이익 정보, 또는 순 이익 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0173] [0194] 다른 실시예는 네트워크 엘리먼트일 수 있는 장치(40)에 관한 것으로, 장치는, 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 계산된 영향력 정보를 송신하고 그리고/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청을 송신하기 위한 송신 수단(50)을 포함할 수 있다. 액션은, 송신을 뮤팅하는 것, 온-지속기간을 변경하는 것, 송신 전력을 변경하는 것, 및/또는 송신을 빔포밍하는 것을 포함할 수 있다. 영향력은 이익/불이익 정보를 포함할 수 있다. 이익/불이익 정보는, 액션에 대한 자원들의 양, 액션에 대한 특정 주파수 자원들의 표시, 액션에 대한 특정 주파수 부-대역 자원의 표시, 액션에 대한 특정 시간의 표시, 및/또는 액션에 대한 지속기간의 표시를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 이익/불이익 정보는 특정 사용자 디바이스에 기초하여 계산될 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 장치(40)는 또한, 계산된 영향력 정보에 기초하여 순 이익을 계산하기 위한 계산 수단(51)을 포함할 수 있으며, 송신 수단(50)은 제 2 네트워크 엘리먼트에 순 이익을 송신할 수 있다.

[0174] [0195] 다른 실시예에서, 장치(40)는, 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 및/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보를 수신하고, 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 제 2 네트워크 엘리먼트로부터의 요청을 수신하고, 그리고/또는 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 중앙 네트워크 엘리먼트로부터의 커맨드를 수신하기 위한 수신 수단(52)을 포함할 수 있는 네트워크 엘리먼트일 수 있다. 장치(40)는, 수신된 영향력 정보, 커맨드, 또는 요청 중 적어도 하나에 기초하여 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 액션 작용 수단(53)을 더 포함할 수 있다.

[0175] [0196] 이러한 실시예에 따르면, 계산 수단(51)은, 액션을 취하기 위한 불이익/이익을 계산하고, 수신된 영향력 정보 및 계산된 불이익/이익 정보에 기초하여 순 이익을 계산하고, 그리고/또는 계산된 순 이익에 기초하여 액션에 착수해야 하는지를 결정할 수 있다. 장치(40)는 또한, 액션이 착수될 특정 자원들을 결정함으로써, 액션에 착수해야 하는지를 결정하기 위한 결정 수단(54)을 포함할 수 있다. 부가하여, 일 실시예에서, 액션에 착수해야 하는지를 결정할 수 있는 결정 수단(54)은, 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트로부터 순 이익 정보를 수신하는 것, 및 계산된 순 이익과 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트로부터 수신되는 순 이익 정보의 비교에 기초하여 액션을 착수할 것을 결정하는 것을 더 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 송신 수단(50)은, 액션을 착수하는 것의 결정의 통지를 적어도 하나의 다른 네트워크 엘리먼트에 통신할 수 있다.

[0176] [0197] 다른 실시예에서, 장치(40)는, 예컨대 코어 네트워크 엘리먼트와 같은 중앙집중형 네트워크 엘리먼트일 수 있다. 이러한 실시예에 따르면, 수신 수단(52)은, 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때 또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취할 때, 제 1 네트워크 엘리먼트의 셀에 대한 영향력 정보를 제 1 네트워크 엘리먼트로부터 수신하고, 그리고/또는 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 요청을 수신할 수 있다. 송신 수단(50)은 그 후, 예컨대, 수신된 영향력 정보 및/또는 요청에 기초하여 제 2 네트워크 엘리먼트의 셀과 관련된 액션을 취하기 위한 커맨드를 송신할 수 있다. 영향력 정보는, 이익 정보, 불이익 정보, 또는 순 이익 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0177] [0198] 다양한 실시예들에서, 이익/불이익 정보 및/또는 순 이익 정보는 서비스 품질 특징들의 표시를 포함할 수 있고, 그리고/또는 빔포밍 계수들 또는 빔포밍 중량들 또는 빔포밍 방향 표시자들 등의 표시들을 포함할 수 있다.

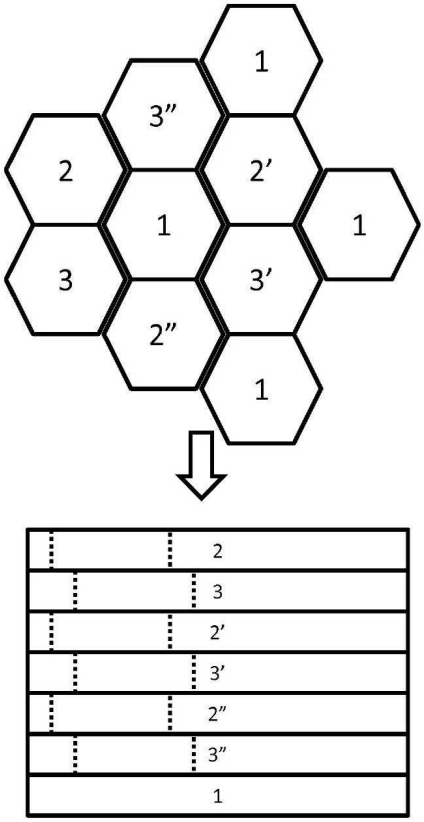
[0178] [0199] 일부 실시예들에서, 본원에서 설명된 방법들 중 임의의 방법의 기능성은 메모리 또는 다른 컴퓨터 판독가능 또는 유형 매체들에 저장되고 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 및/또는 컴퓨터 프로그램 코드에 의해 구현될 수 있다. 다른 실시예들에서, 기능성은, 예컨대 주문형 집적 회로(ASIC; application specific integrated circuit), 프로그래밍가능 게이트 어레이(PGA; programmable gate array), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이(FPGA; field programmable gate array), 또는 하드웨어와 소프트웨어의 임의의 다른 조합의 사용을 통해 하드웨어에 의해 수행될 수 있다.

[0179] [0200] 당업자는, 위에 논의된 바와 같은 본 발명이 개시된 것들과 상이한 순서의 단계들로 그리고/또는 상이한

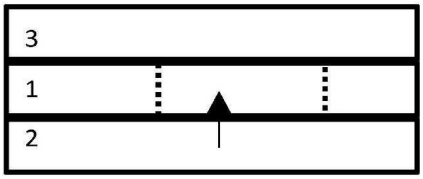
구성들의 하드웨어 엘리먼트들로 실시될 수 있다는 것을 용이하게 이해할 것이다. 따라서, 본 발명이 이들 바람직한 실시예들에 기초하여 설명되었지만, 본 발명의 사상 및 범위를 유지하면서 특정한 수정들, 변형들, 및 대안적인 구성들이 명백할 것임이 당업자들에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 경계들 및 한계들을 결정하기 위해 첨부된 청구항들에 대한 참조가 이루어져야 한다.

도면

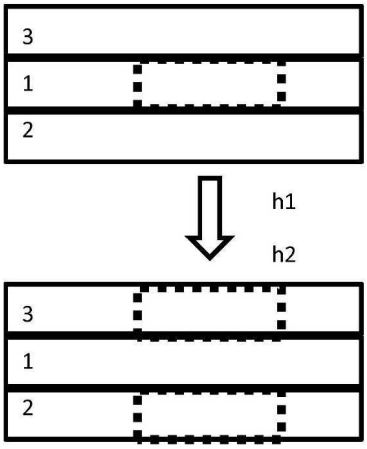
도면1



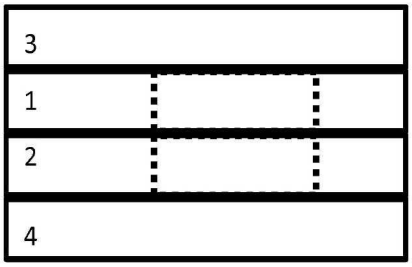
도면2



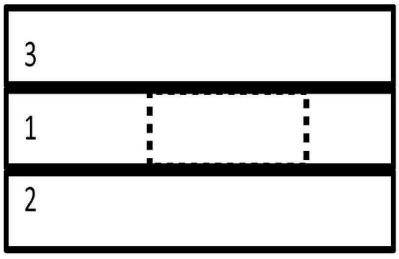
도면3



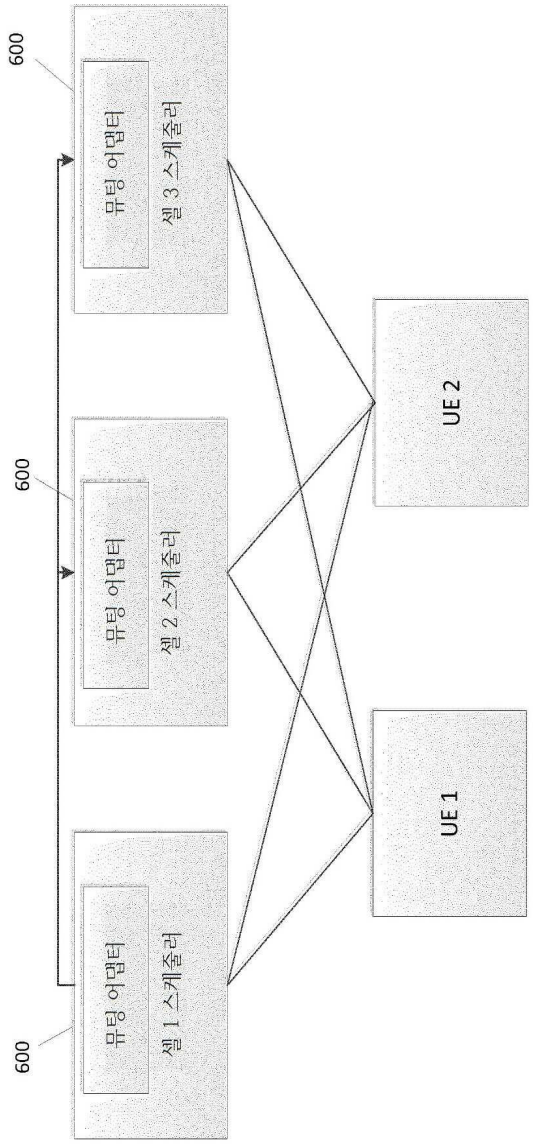
도면4



도면5



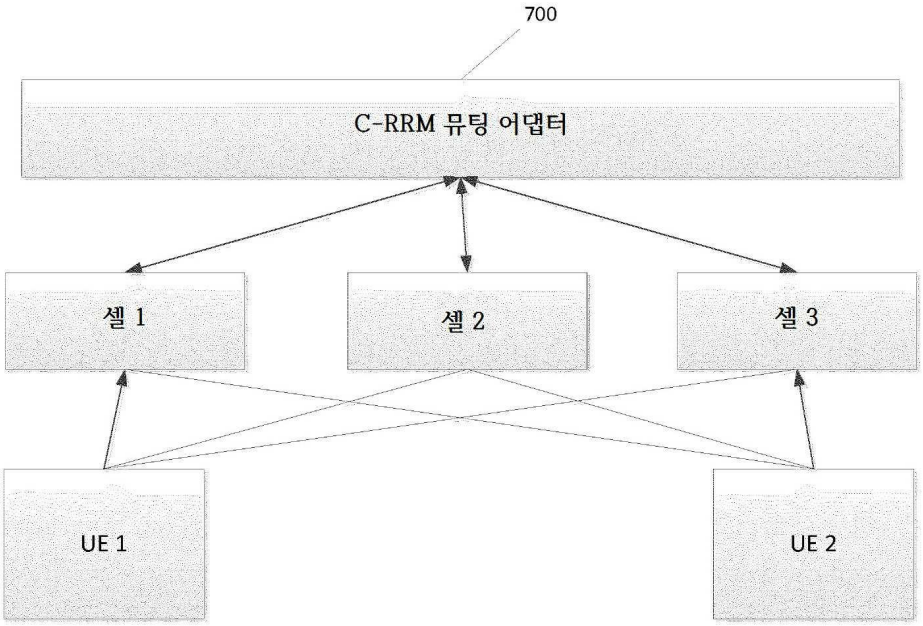
도면6a



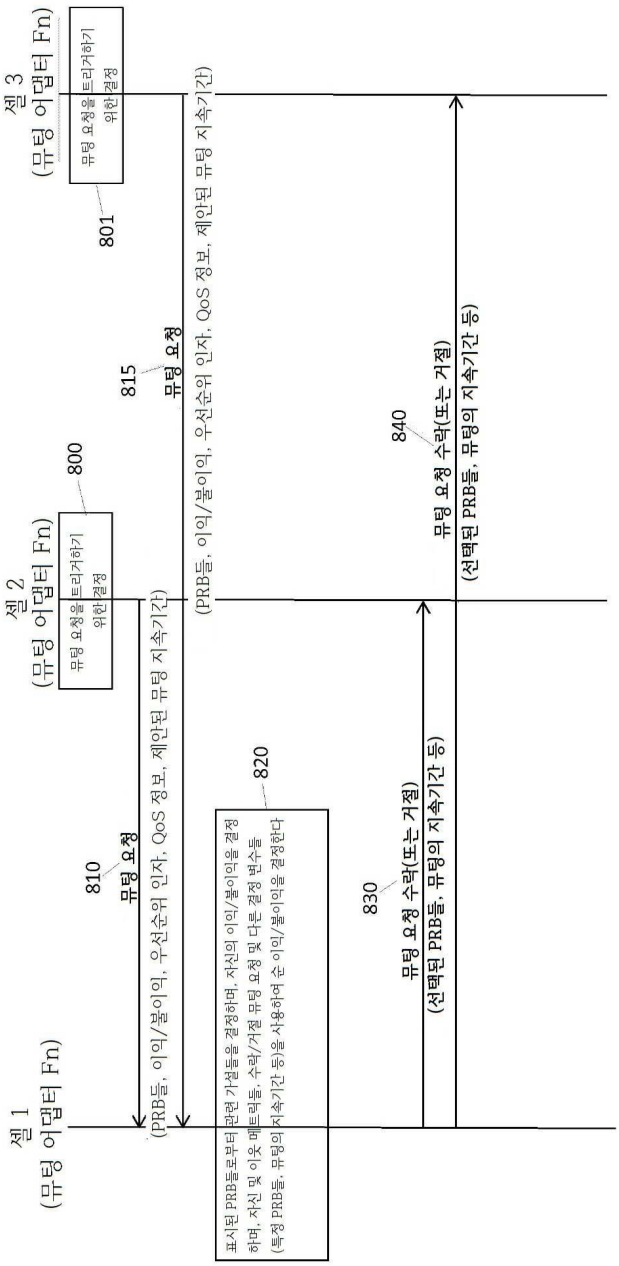
도면6b

IE/ 그룹 이름	프레즌스	IE 타입 및 참조	의미 설명
(예 1) PRB당 우선순위 및 이익 메트릭	M	비트 스트링 (6..110, ...) 열거된 스트링 (0, 1, 2, 3, ...)	비트맵 및 열거에서의 각각의 포지션은 nPRB 값을 나타낸다(즉, 열거된 스트링에서의 제 1 비트 또는 제 1 값은 PRB0 이고 계속해서 같은식으로 반복됨). 비트 값은 우선순위(nPRB)를 나타낸다(TS 36.213에서 정의됨). 값 0은 "PRB가 낮은 우선순위임"을 표시한다. 값 1은 "PRB가 높은 우선순위임"을 표시한다. 열거된 스트링에서, 값 0, 1, 2, 3,...은 이익 메트릭의 값 = 0, 1, 2, 3,...임을 표시한다.
(예 2) PRB당 우선순위	M	비트 스트링 (6..110, ...)	비트맵에서의 각각의 포지션은 nPRB 값을 나타낸다(즉, 제 1 비트는 PRB 0 이고 계속해서 같은식으로 반복됨), 따라서 비트값은 우선순위(nPRB)를 나타낸다(TS 36.213에서 정의됨). 값 0은 "PRB가 낮은 우선순위임"을 표시한다. 값 1은 "PRB가 높은 우선순위임"을 표시한다.

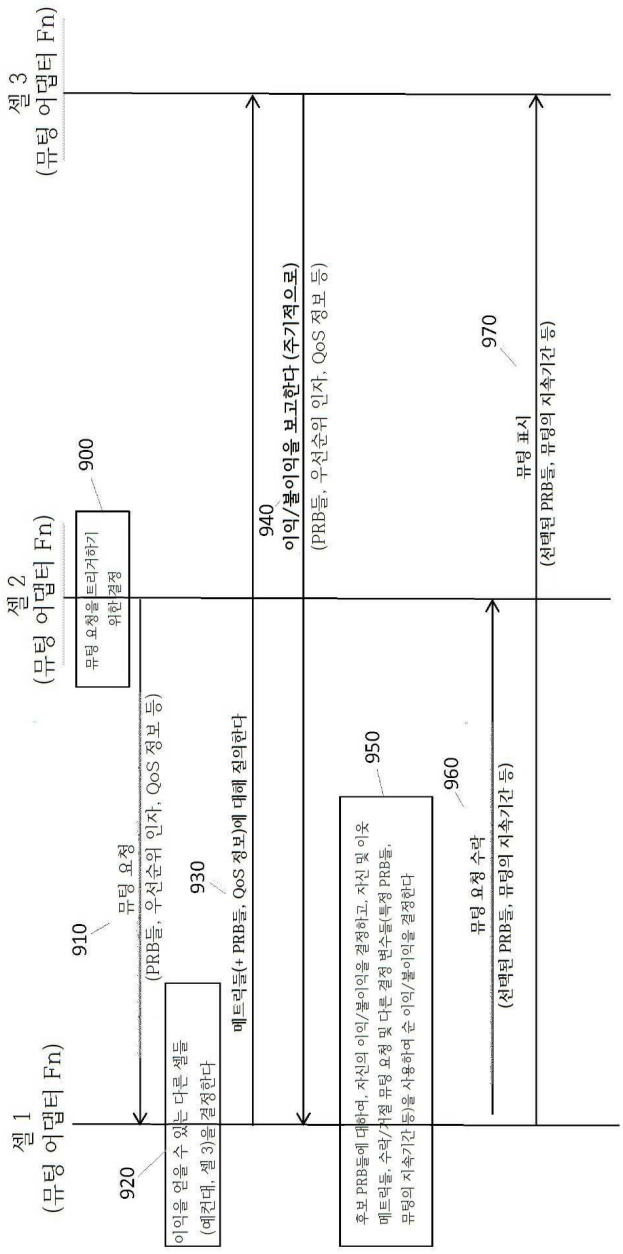
도면7



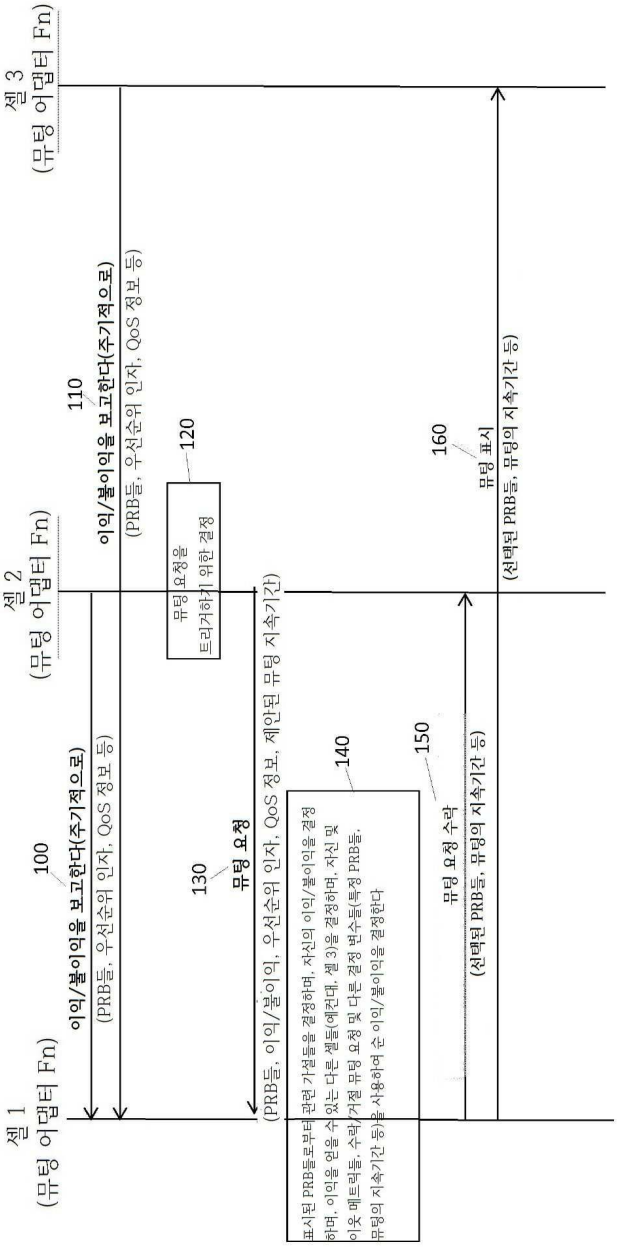
도면8


셀 1
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 2
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 3
(뮤팅 어댑터 Fn)
뮤팅 요청을 트리거하기 위한 결정
800
801
810
뮤팅 요청
(PRB들, 이익/불이익, 우선순위 인자, QoS 정보, 제안된 뮤팅 지속기간)
815
뮤팅 요청
(PRB들, 이익/불이익, 우선순위 인자, QoS 정보, 제안된 뮤팅 지속기간)
820
표시된 PRB들로부터 관련 가설들을 결정하며, 자신의 이익/불이익을 결정하며, 자신 및 이웃 메트릭들, 수락/거절 뮤팅 요청 및 다른 결정 변수들(특정 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)을 사용하여 순 이익/불이익을 결정한다
830
뮤팅 요청 수락(또는 거절)
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)
840
뮤팅 요청 수락(또는 거절)
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)

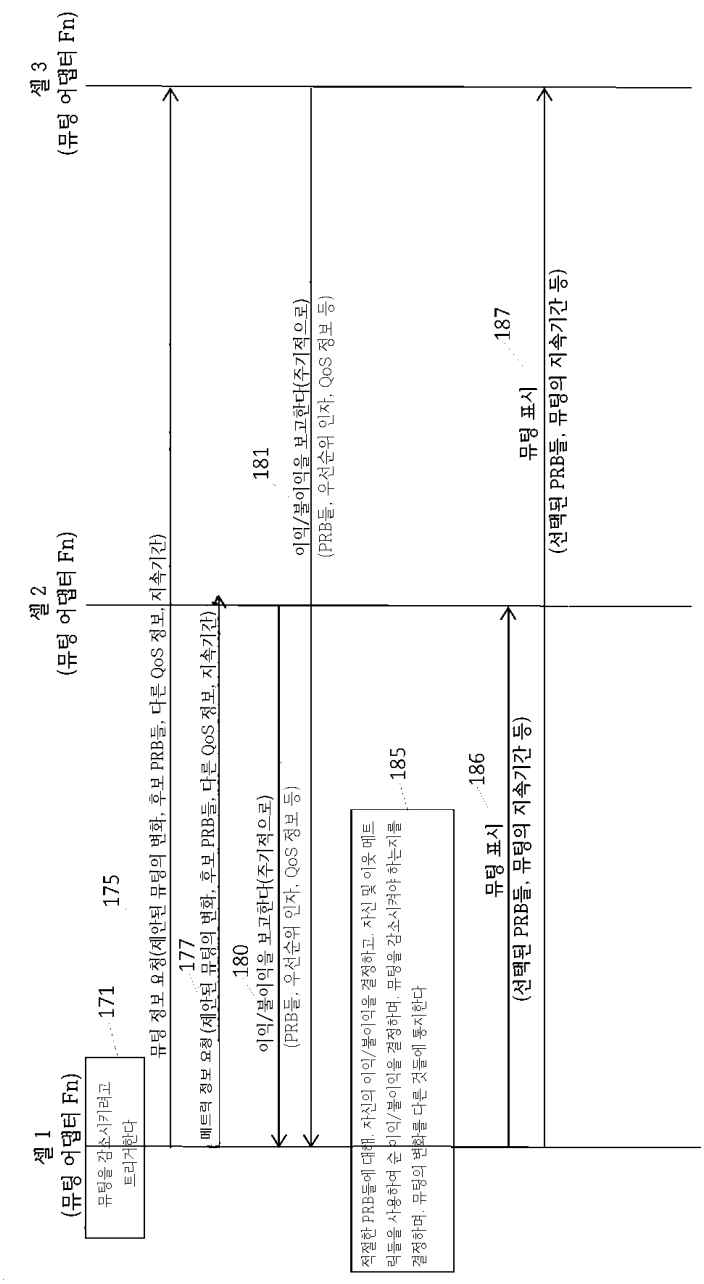
도면9


셀 1
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 2
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 3
(뮤팅 어댑터 Fn)
900
뮤팅 요청을 트리거하기 위한 결정
910
뮤팅 요청
(PRB들, 우선순위 인자, QoS 정보 등)
920
이익을 얻을 수 있는 다른 셀들 (예컨대, 셀 3)을 결정한다
930
메트릭들(+ PRB들, QoS 정보)에 대해 질의한다
940
이익/불이익을 보고한다 (주기적으로)
(PRB들, 우선순위 인자, QoS 정보 등)
950
후보 PRB들에 대하여, 자신의 이익/불이익을 결정하고, 자신 및 이웃 메트릭들, 수락/거절 뮤팅 요청 및 다른 결정 변수들(특정 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)을 사용하여 순 이익/불이익을 결정한다
960
뮤팅 요청 수락
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)
970
뮤팅 표시
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)

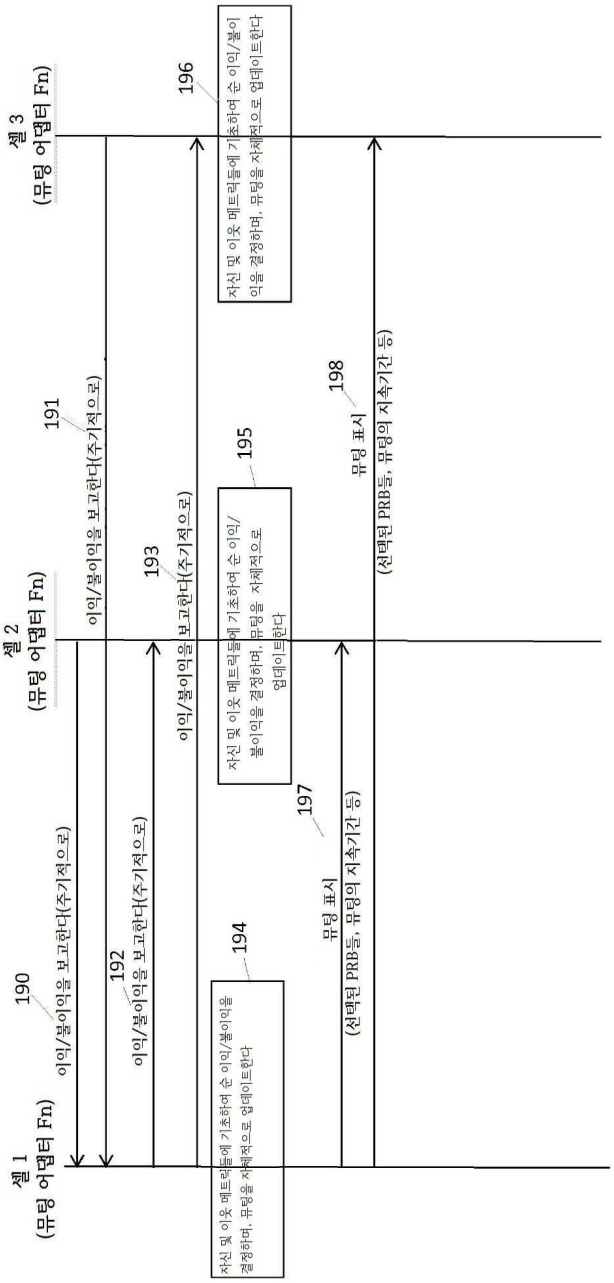
도면10


셀 1
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 2
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 3
(뮤팅 어댑터 Fn)
100
이익/불이익을 보고한다(주기적으로)
(PRB들, 우선순위 인자, QoS 정보 등)
110
이익/불이익을 보고한다(주기적으로)
(PRB들, 우선순위 인자, QoS 정보 등)
120
뮤팅 요청을 트리거하기 위한 결정
130
뮤팅 요청
(PRB들, 이익/불이익, 우선순위 인자, QoS 정보, 제안된 뮤팅 지속기간)
140
표시된 PRB들로부터 관련 가설들을 결정하며, 자신의 이익/불이익을 결정하며, 이익을 얻을 수 있는 다른 셀들(예컨대, 셀 3)을 결정하며, 자신 및 이웃 메트릭들, 수락/거절 뮤팅 요청 및 다른 결정 변수들(특정 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)을 사용하여 순 이익/불이익을 결정한다
150
뮤팅 요청 수락
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)
160
뮤팅 표시
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)

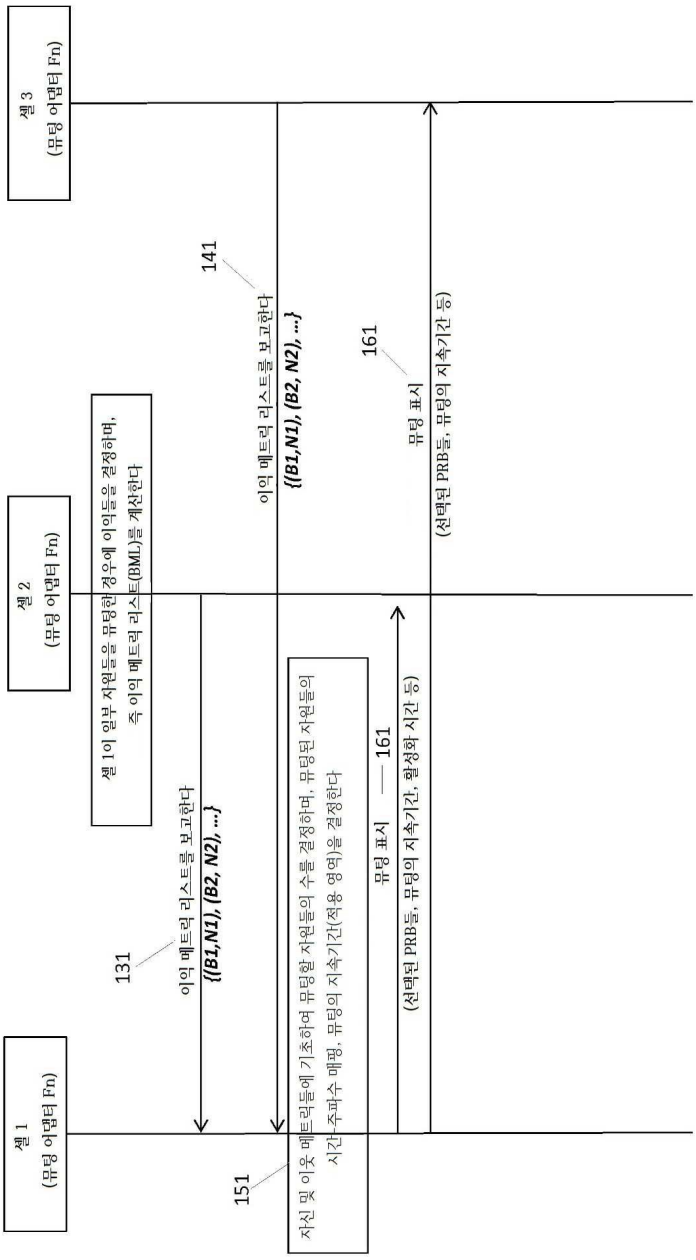
도면11


셀 1
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 2
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 3
(뮤팅 어댑터 Fn)
171
뮤팅을 감소시키려고 트리거한다
175
뮤팅 정보 요청(제안된 뮤팅의 변화, 후보 PRB들, 다른 QoS 정보, 지속기간)
177
메트릭 정보 요청(제안된 뮤팅의 변화, 후보 PRB들, 다른 QoS 정보, 지속기간)
180
이익/불이익을 보고한다(주기적으로)
(PRB들, 우선순위 인자, QoS 정보 등)
181
이익/불이익을 보고한다(주기적으로)
(PRB들, 우선순위 인자, QoS 정보 등)
185
적절한 PRB들에 대해, 자신의 이익/불이익을 결정하고 자신 및 이웃 메트릭들을 사용하여 순 이익/불이익을 결정하며, 뮤팅을 감소시켜야 하는지를 결정하며, 뮤팅의 변화를 다른 것들에 통지한다
186
뮤팅 표시
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)
187
뮤팅 표시
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)

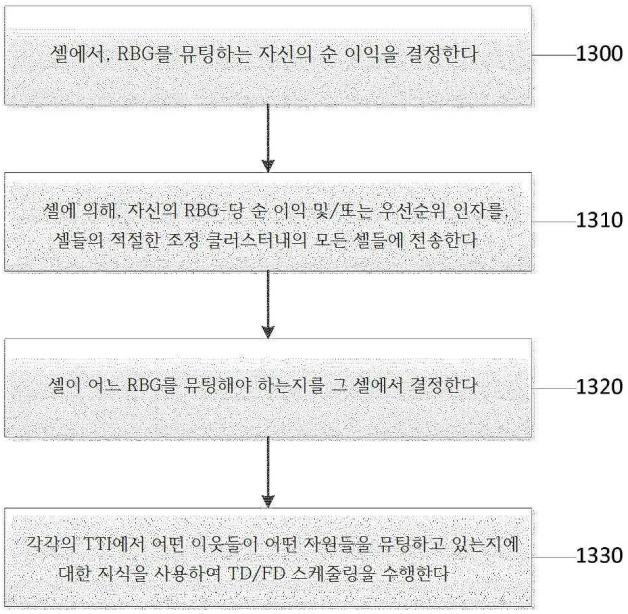
도면12a


셀 1
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 2
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 3
(뮤팅 어댑터 Fn)
190
이익/불이익을 보고한다(주기적으로)
191
이익/불이익을 보고한다(주기적으로)
192
이익/불이익을 보고한다(주기적으로)
193
이익/불이익을 보고한다(주기적으로)
194
자신 및 이웃 메트릭들에 기초하여 순 이익/불이익을 결정하며, 뮤팅을 자체적으로 업데이트한다
195
자신 및 이웃 메트릭들에 기초하여 순 이익/불이익을 결정하며, 뮤팅을 자체적으로 업데이트한다
196
자신 및 이웃 메트릭들에 기초하여 순 이익/불이익을 결정하며, 뮤팅을 자체적으로 업데이트한다
197
뮤팅 표시
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)
198
뮤팅 표시
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)

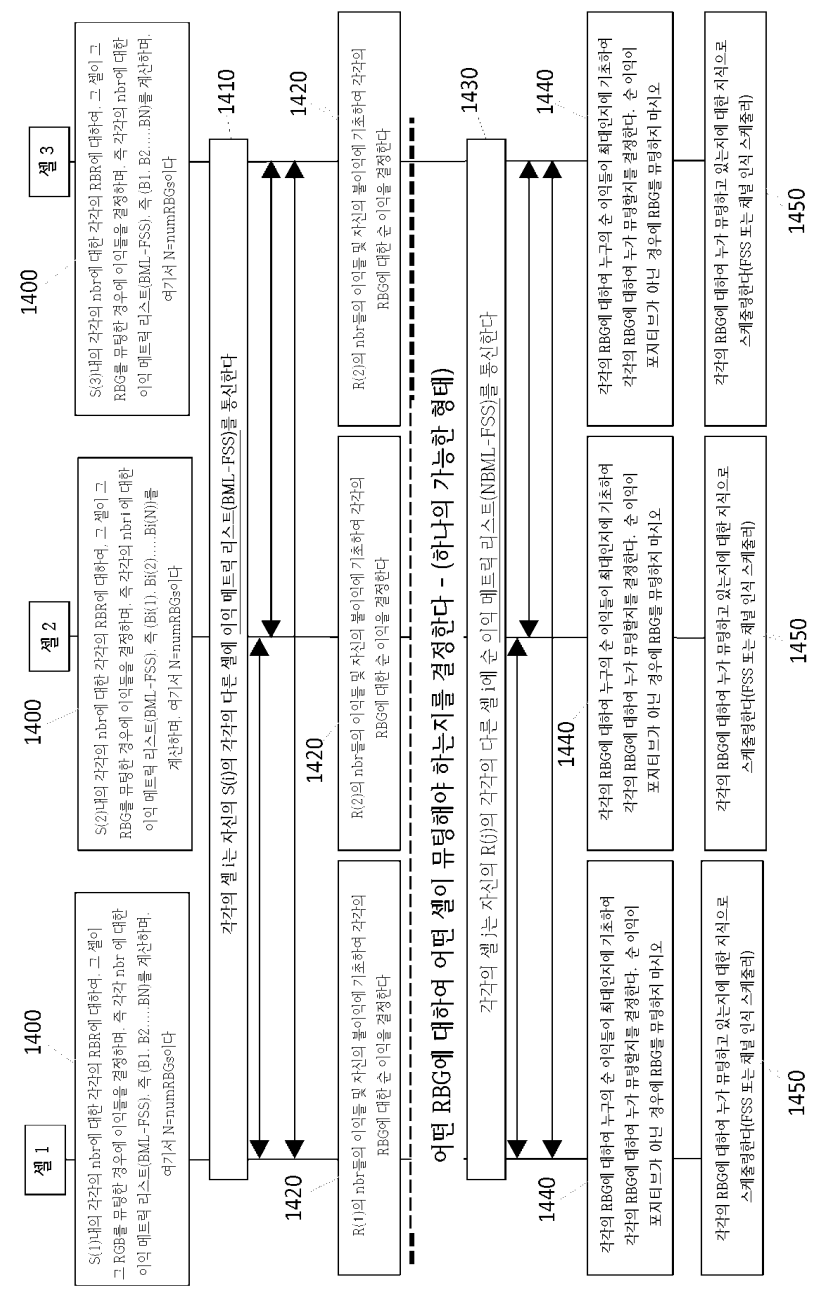
도면12b


셀 1
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 2
(뮤팅 어댑터 Fn)
셀 3
(뮤팅 어댑터 Fn)
131
이익 메트릭 리스트를 보고한다
{(B1,N1), (B2, N2), ...}
셀 1이 일부 자원들을 뮤팅한 경우에 이익들을 결정하며,
즉 이익 메트릭 리스트(BML)를 계산한다
141
이익 메트릭 리스트를 보고한다
{(B1,N1), (B2, N2), ...}
151
자신 및 이웃 메트릭들에 기초하여 뮤팅할 자원들의 수를 결정하며, 뮤팅된 자원들의
시간 주파수 매핑, 뮤팅의 지속기간(적용 영역)을 결정한다
161
뮤팅 표시
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간, 활성화 시간 등)
161
뮤팅 표시
(선택된 PRB들, 뮤팅의 지속기간 등)

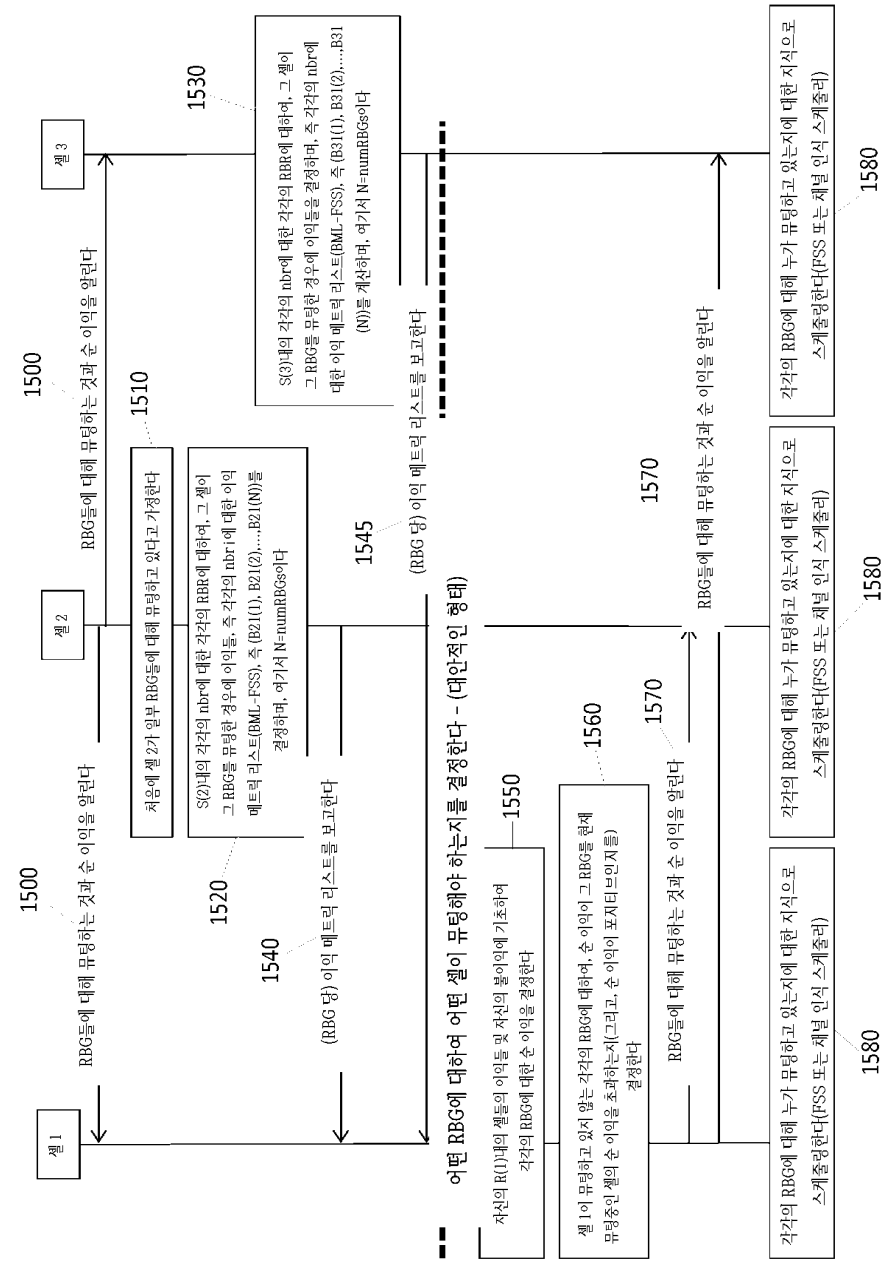
도면13


셀에서, RBG를 뮤팅하는 자신의 순 이익을 결정한다
1300
셀에 의해, 자신의 RBG-당 순 이익 및/또는 우선순위 인자를, 셀들의 적절한 조정 클러스터내의 모든 셀들에 전송한다
1310
셀이 어느 RBG를 뮤팅해야 하는지를 그 셀에서 결정한다
1320
각각의 TTI에서 어떤 이웃들이 어떤 자원들을 뮤팅하고 있는지에 대한 지식을 사용하여 TD/FD 스케줄링을 수행한다
1330

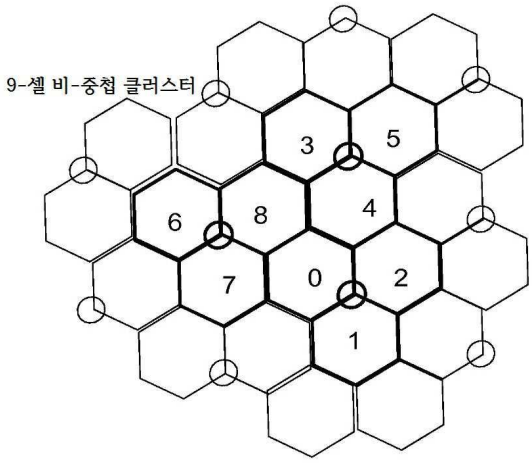
도면14


셀 1
셀 2
셀 3
1400
1400
1400
S(1)내의 각각의 nbr에 대한 각각의 RBR에 대하여, 그 셀이 그 RGB를 뮤팅한 경우에 이익들을 결정하며, 즉 각각 nbr 에 대한 이익 메트릭 리스트(BML-FSS), 즉 (B1, B2,....BN)를 계산하며, 여기서 N=numRBGs이다
S(2)내의 각각의 nbr에 대한 각각의 RBR에 대하여, 그 셀이 그 RBG를 뮤팅한 경우에 이익들을 결정하며, 즉 각각의 nbr1에 대한 이익 메트릭 리스트(BML-FSS), 즉 (Bi(1), Bi(2),....Bi(N))를 계산하며, 여기서 N=numRBGs이다
S(3)내의 각각의 nbr에 대한 각각의 RBR에 대하여, 그 셀이 그 RBG를 뮤팅한 경우에 이익들을 결정하며, 즉 각각의 nbr에 대한 이익 메트릭 리스트(BML-FSS), 즉 (B1, B2,....BN)를 계산하며, 여기서 N=numRBGs이다
각각의 셀 i는 자신의 S(i)의 각각의 다른 셀에 이익 메트릭 리스트(BML-FSS)를 통신한다
1410
1420
1420
R(1)의 nbr들의 이익들 및 자신의 불이익에 기초하여 각각의 RBG에 대한 순 이익을 결정한다
R(2)의 nbr들의 이익들 및 자신의 불이익에 기초하여 각각의 RBG에 대한 순 이익을 결정한다
R(2)의 nbr들의 이익들 및 자신의 불이익에 기초하여 각각의 RBG에 대한 순 이익을 결정한다
어떤 RBG에 대하여 어떤 셀이 뮤팅해야 하는지를 결정한다 - (하나의 가능한 형태)
각각의 셀 j는 자신의 R(j)의 각각의 다른 셀 i에 순 이익 메트릭 리스트(NBML-FSS)를 통신한다
1430
1440
1440
1440
각각의 RBG에 대하여 누구의 순 이익들이 최대인지에 기초하여 각각의 RBG에 대하여 누가 뮤팅할지를 결정한다. 순 이익이 포지티브가 아닌 경우에 RBG를 뮤팅하지 마시오
각각의 RBG에 대하여 누구의 순 이익들이 최대인지에 기초하여 각각의 RBG에 대하여 누가 뮤팅할지를 결정한다. 순 이익이 포지티브가 아닌 경우에 RBG를 뮤팅하지 마시오
각각의 RBG에 대하여 누구의 순 이익들이 최대인지에 기초하여 각각의 RBG에 대하여 누가 뮤팅할지를 결정한다. 순 이익이 포지티브가 아닌 경우에 RBG를 뮤팅하지 마시오
각각의 RBG에 대하여 누가 뮤팅하고 있는지에 대한 지식으로 스케줄링한다(FSS 또는 채널 인식 스케줄러)
각각의 RBG에 대하여 누가 뮤팅하고 있는지에 대한 지식으로 스케줄링한다(FSS 또는 채널 인식 스케줄러)
각각의 RBG에 대하여 누가 뮤팅하고 있는지에 대한 지식으로 스케줄링한다(FSS 또는 채널 인식 스케줄러)
1450
1450
1450

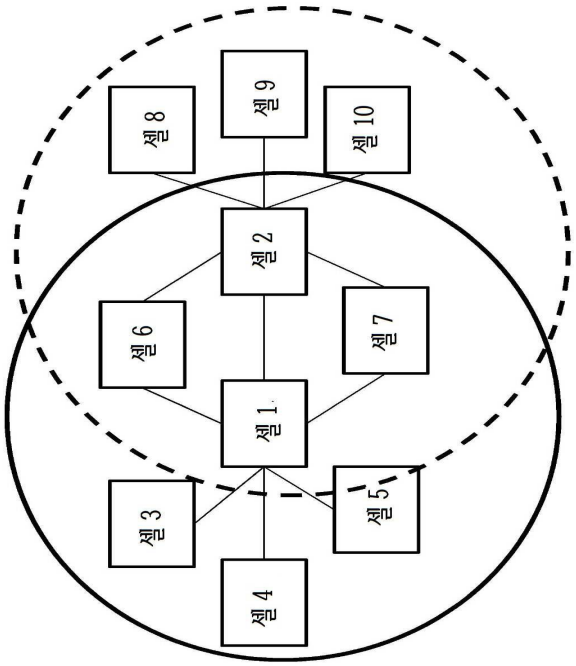
도면15


셀 1
셀 2
셀 3
RBG들에 대해 뮤팅하는 것과 순 이익을 알린다
1500
처음에 셀 2가 일부 RBG들에 대해 뮤팅하고 있다고 가정한다
1510
S(2)내의 각각의 nbr에 대한 각각의 RBR에 대하여, 그 셀이 그 RBG들 뮤팅한 경우에 이익들, 즉 각각의 nbr i에 대한 이익 메트릭 리스트(BML-FSS), 즉 (B21(1), B21(2),...B21(N))를 결정하며, 여기서 N=numRBGs이다
1520
(RBG 당) 이익 메트릭 리스트를 보고한다
1540
S(3)내의 각각의 nbr에 대한 각각의 RBR에 대하여, 그 셀이 그 RBG를 뮤팅한 경우에 이익들을 결정하며, 즉 각각의 nbr에 대한 이익 메트릭 리스트(BML-FSS), 즉 (B31(1), B31(2),...B31 (N))를 계산하며, 여기서 N=numRBGs이다
1530
(RBG 당) 이익 메트릭 리스트를 보고한다
1545
어떤 RBG에 대하여 어떤 셀이 뮤팅해야 하는지를 결정한다 - (대안적인 형태)
자신의 R(1)내의 셀들의 이익들 및 자신의 불이익에 기초하여 각각의 RBG에 대한 순 이익을 결정한다
1550
셀 1이 뮤팅하고 있지 않는 각각의 RBG에 대하여, 순 이익이 그 RBG를 현재 뮤팅중인 셀의 순 이익을 초과하는지(그리고, 순 이익이 포지티브인지를) 결정한다
1560
RBG들에 대해 뮤팅하는 것과 순 이익을 알린다
1570
각각의 RBG에 대해 누가 뮤팅하고 있는지에 대한 지식으로 스케줄링한다(FSS 또는 채널 인식 스케줄러)
1580
RBG들에 대해 뮤팅하는 것과 순 이익을 알린다
1570
각각의 RBG에 대해 누가 뮤팅하고 있는지에 대한 지식으로 스케줄링한다(FSS 또는 채널 인식 스케줄러)
1580
각각의 RBG에 대해 누가 뮤팅하고 있는지에 대한 지식으로 스케줄링한다(FSS 또는 채널 인식 스케줄러)
1580

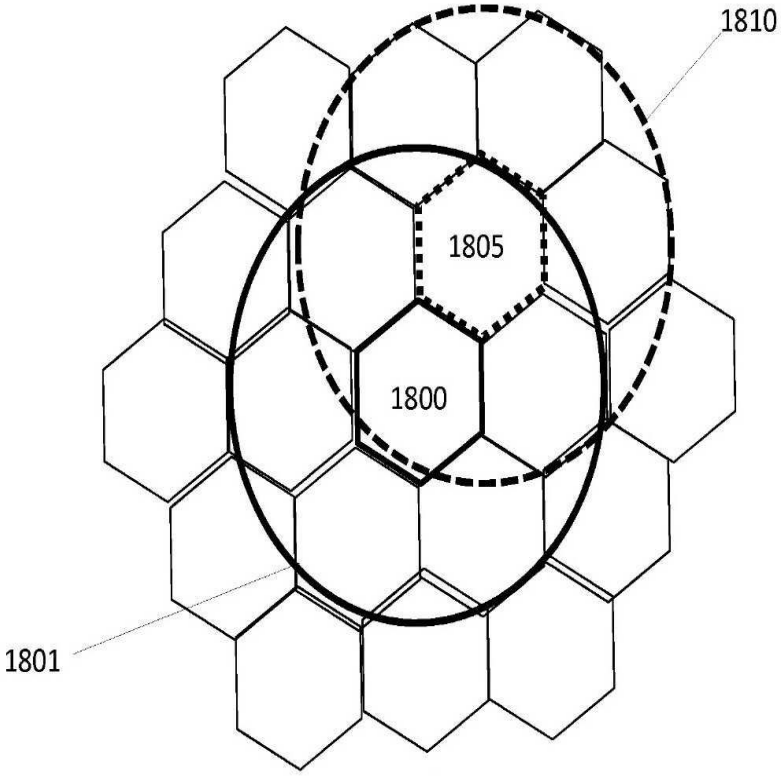
도면16



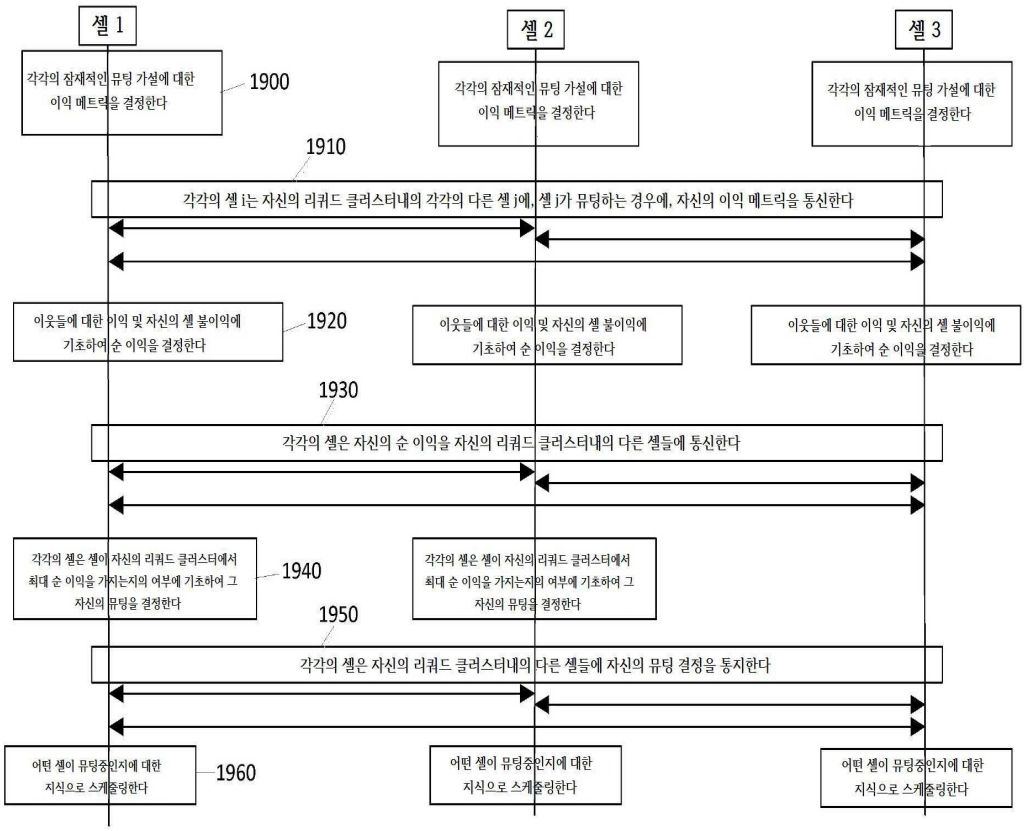
도면17



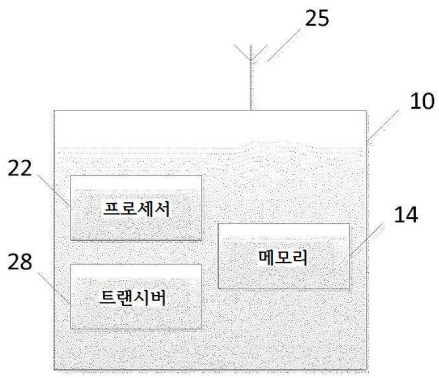
도면18



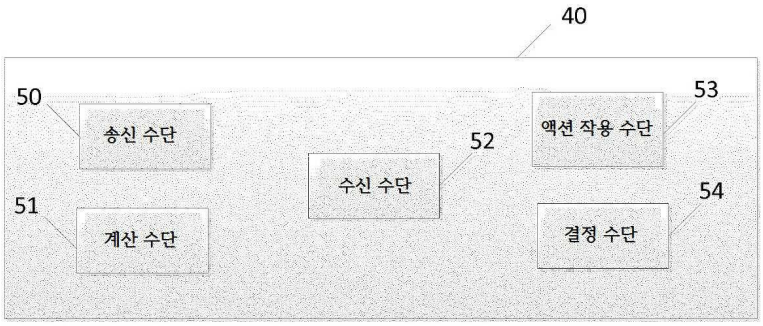
도면19


셀 1
셀 2
셀 3
각각의 잠재적인 뮤팅 가설에 대한 이익 메트릭을 결정한다
1900
각각의 잠재적인 뮤팅 가설에 대한 이익 메트릭을 결정한다
각각의 잠재적인 뮤팅 가설에 대한 이익 메트릭을 결정한다
1910
각각의 셀 i는 자신의 리쿼드 클러스터내의 각각의 다른 셀 j에, 셀 j가 뮤팅하는 경우에, 자신의 이익 메트릭을 통신한다
이웃들에 대한 이익 및 자신의 셀 불이익에 기초하여 순 이익을 결정한다
1920
이웃들에 대한 이익 및 자신의 셀 불이익에 기초하여 순 이익을 결정한다
이웃들에 대한 이익 및 자신의 셀 불이익에 기초하여 순 이익을 결정한다
1930
각각의 셀은 자신의 순 이익을 자신의 리쿼드 클러스터내의 다른 셀들에 통신한다
각각의 셀은 셀이 자신의 리쿼드 클러스터에서 최대 순 이익을 가지는지의 여부에 기초하여 그 자신의 뮤팅을 결정한다
1940
각각의 셀은 셀이 자신의 리쿼드 클러스터에서 최대 순 이익을 가지는지의 여부에 기초하여 그 자신의 뮤팅을 결정한다
1950
각각의 셀은 자신의 리쿼드 클러스터내의 다른 셀들에 자신의 뮤팅 결정을 통지한다
어떤 셀이 뮤팅중인지에 대한 지식으로 스케줄링한다
1960
어떤 셀이 뮤팅중인지에 대한 지식으로 스케줄링한다
어떤 셀이 뮤팅중인지에 대한 지식으로 스케줄링한다

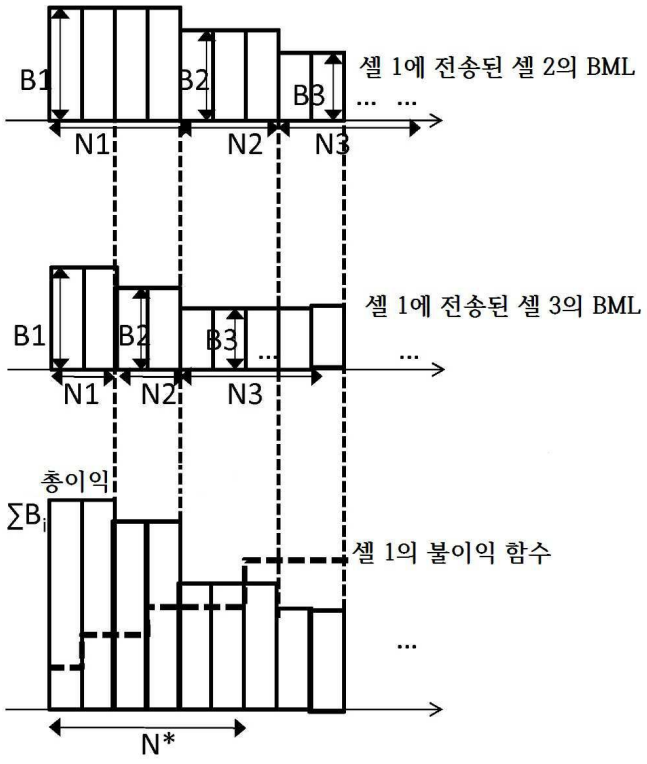
도면20


25
10
22
프로세서
14
메모리
28
트랜시버

도면21


40
50
송신 수단
51
계산 수단
52
수신 수단
53
액션 작용 수단
54
결정 수단

도면22


B1
B2
B3
N1
N2
N3
셀 1에 전송된 셀 2의 BML
셀 1에 전송된 셀 3의 BML
총이익
∑Bi
셀 1의 불이익 함수
N*