



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월16일
(11) 등록번호 10-2241076
(24) 등록일자 2021년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/02 (2018.01) H04B 7/04 (2017.01)
H04B 7/06 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/024 (2013.01)
H04B 7/0413 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7024384
(22) 출원일자(국제) 2014년07월29일
심사청구일자 2019년07월22일
(85) 번역문제출일자 2015년09월07일
(65) 공개번호 10-2016-0039145
(43) 공개일자 2016년04월08일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2014/006940
(87) 국제공개번호 WO 2015/016582
국제공개일자 2015년02월05일
(30) 우선권주장
61/859,762 2013년07월29일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
3GPP R1-112340
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
박중현
서울특별시 서초구 양재대로11길 19
김기준
서울특별시 서초구 양재대로11길 19
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김용인, 방해철

심사관 : 이미현

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 NIB CoMP 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 무선 통신 시스템에서 NIB CoMP를 수행 또는 지원하기 방법 및 이를 위한 장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 네트워크에서 CoMP(Coordinated Multi-Point) 전송을 수행하는 방법은, 하나 이상의 제 1 CoMP 가설 세트(hypothesis set)를 포함하는 제 1 타입 시그널링을 제 1 네트워크 노드로부터 제 2 네트워크 노드로 전송하는 단계; 및 하나 이상의 제 2 CoMP 가설 세트를 포함하는 제 2 타입 시그널링을, 상기 제 1 네트워크 노드에서 상기 제 2 네트워크 노드로부터 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 타입 시그널링 및 상기 제 2 타입 시그널링은 동일한 정보 요소 포맷으로 정의되고, 상기 정보 요소 포맷의 특정 비트에 기초하여, 상기 제 1 타입 시그널링 또는 상기 제 2 타입 시그널링이 식별될 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04B 7/0626 (2013.01)

H04B 7/0639 (2013.01)

(72) 발명자

서한별

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

박한준

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

김병훈

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

김형태

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

이현호

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

(56) 선행기술조사문헌

3GPP R1-110385

3GPP R1-140322

3GPP R1-140877

3GPP R1-141346

(30) 우선권주장

61/871,881 2013년08월30일 미국(US)

61/912,007 2013년12월04일 미국(US)

61/926,380 2014년01월12일 미국(US)

61/927,968 2014년01월15일 미국(US)

61/929,966 2014년01월21일 미국(US)

61/952,881 2014년03월14일 미국(US)

61/968,976 2014년03월21일 미국(US)

61/972,425 2014년03월31일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 네트워크에서 제1 네트워크 노드가 CoMP(Coordinated Multi-Point) 전송을 수행하는 방법에 있어서,
제2 네트워크 노드로부터 CoMP 정보를 수신하되, 상기 CoMP 정보는 적어도 하나의 CoMP 가설 세트(hypothesis set) 및 상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트 각각과 연관된 적어도 하나의 이익 메트릭을 포함하고, 및
상기 CoMP 정보에 기반하여 CoMP 전송을 수행하는 단계를 포함하고,
상기 적어도 하나의 이익 메트릭은 정량화된 값을 가지고,
상기 적어도 하나의 이익 메트릭은 기 정의된 제1 값 또는 특정 범위 내의 값들 중 하나인 제2 값을 가지고,
상기 적어도 하나의 이익 메트릭이 상기 특정 범위 내의 값들 중 하나인 제2 값이면, 상기 특정 범위 내의 값들은 상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트의 이익들이고,
상기 적어도 하나의 이익 메트릭이 상기 기 정의된 제1 값이면, 상기 제1 값은 상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트의 이익과 상이한 정보이고, 상기 기 정의된 제1 값은 상기 특정 범위 내에 포함되지 않는, CoMP 전송 수행 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 CoMP 정보는 상기 CoMP 전송이 시작되는 시작 프레임 번호 (starting frame number)를 더 포함하는, CoMP 전송 수행 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 제1 네트워크 노드 및 상기 제2 네트워크 노드 간의 인터페이스는 X2 인터페이스인, CoMP 전송 수행 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 제1 네트워크 노드는 수신한 상기 CoMP 정보를 무시할 수 있는, CoMP 전송 수행 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트 각각은 상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트 각각에 포함되는 CoMP 가설과 연관된 셀 식별자 (cell identification)를 포함하는, CoMP 전송 수행 방법.

청구항 6

무선 통신 네트워크에서 CoMP(Coordinated Multi-Point) 전송을 수행하는 제1 네트워크 노드에 있어서,
송수신기; 및
프로세서를 포함하고,
상기 프로세서는,
제2 네트워크 노드로부터 CoMP 정보를 수신하되, 상기 CoMP 정보는 적어도 하나의 CoMP 가설 세트(hypothesis set) 및 상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트 각각과 연관된 적어도 하나의 이익 메트릭을 포함하고, 및
상기 CoMP 정보에 기반하여 CoMP 전송을 수행하고,

상기 적어도 하나의 이익 메트릭은 정량화된 값을 가지고,

상기 적어도 하나의 이익 메트릭은 기 정의된 제1 값 또는 특정 범위 내의 값들 중 하나인 제2 값을 가지고,

상기 적어도 하나의 이익 메트릭이 상기 특정 범위 내의 값들 중 하나인 제2 값이면, 상기 특정 범위 내의 값들은 상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트의 이익들이고,

상기 적어도 하나의 이익 메트릭이 상기 기 정의된 제1 값이면, 상기 제1 값은 상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트의 이익과 상이한 정보이고, 상기 기 정의된 제1 값은 상기 특정 범위 내에 포함되지 않는, 제1 네트워크 노드.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 CoMP 정보는 상기 CoMP 전송이 시작되는 시작 프레임 번호 (starting frame number)를 더 포함하는, 제1 네트워크 노드.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제1 네트워크 노드 및 상기 제2 네트워크 노드 간의 인터페이스는 X2 인터페이스인, 제1 네트워크 노드.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 프로세서는, 수신한 상기 CoMP 정보를 무시할 수 있는, 제1 네트워크 노드.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트 각각은 상기 적어도 하나의 CoMP 가설 세트 각각에 포함되는 CoMP 가설과 연관된 셀 식별자 (cell identification)를 포함하는, 제1 네트워크 노드.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 무선 통신 시스템에서 NIB CoMP를 수행 또는 지원하기 위한 방법 및 장치에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output; MIMO) 기술은 한 개의 송신 안테나와 한 개의 수신 안테나를 사용했던 것에서 탈피하여 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시키는 기술이다. 단일 안테나를 사용하면 수신단은 데이터를 단일 안테나 경로(path)를 통해 수신하지만, 다중 안테나를 사용하면 수신단은 여러 경로를 통해 데이터를 수신한다. 따라서, 데이터 전송 속도와 전송량을 향상시킬 수

있고, 커버리지(coverage)를 증대시킬 수 있다.

[0003] MIMO 동작의 다중화 이득을 높이기 위해서 MIMO 수신단으로부터 채널상태정보(Channel Status Information; CSI)를 피드백 받아 MIMO 송신단에서 이용할 수 있다. 수신단에서는 송신단으로부터의 소정의 참조신호(Reference Signal; RS)를 이용하여 채널 측정을 수행함으로써 CSI를 결정할 수 있다.

[0004] 다중 셀 환경에서 개선된 MIMO 전송을 적용함으로써 셀 경계에 있는 사용자의 처리량을 개선하기 위한 협력 멀티 포인트(Coordinated Multi-Point: CoMP) 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. CoMP 시스템을 적용하면 다중 셀 환경에서 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference)을 줄일 수 있고 시스템 전체적인 성능을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, CoMP 기법에는, 여러 개의 인접 셀들을 하나의 그룹으로 묶어 가상 다중 안테나 시스템(virtual MIMO system)으로 간주하고 인접 셀들간에 공동 연산 처리를 하는 연합 프로세싱(joint processing; JP), 인접 셀 간의 빔 패턴을 조절하여 셀간 간섭 문제를 해결할 수 있는 협력 빔포밍(cooperative beamforming; C-BF) 등의 기법이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명에서는 CoMP에 참여하는 포인트들 간의 신호 송수신에 지연이 존재하는 경우에(예를 들어, NIB(non-ideal backhaul link) 네트워크에서) 정확하고 효율적으로 CoMP 동작을 수행 또는 지원할 수 있는 방안을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 네트워크에서 CoMP(Coordinated Multi-Point) 전송을 수행하는 방법은, 하나 이상의 제 1 CoMP 가설 세트(hypothesis set)를 포함하는 제 1 타입 시그널링을 제 1 네트워크 노드로부터 제 2 네트워크 노드로 전송하는 단계; 및 하나 이상의 제 2 CoMP 가설 세트를 포함하는 제 2 타입 시그널링을, 상기 제 1 네트워크 노드에서 상기 제 2 네트워크 노드로부터 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 타입 시그널링 및 상기 제 2 타입 시그널링은 동일한 정보 요소 포맷으로 정의되고, 상기 정보 요소 포맷의 특정 비트에 기초하여, 상기 제 1 타입 시그널링 또는 상기 제 2 타입 시그널링이 식별될 수 있다.

[0008] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선 통신 네트워크에서 CoMP(Coordinated Multi-Point) 전송을 수행하는 네트워크 노드 장치는, 송수신기; 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 하나 이상의 제 1 CoMP 가설 세트(hypothesis set)를 포함하는 제 1 타입 시그널링을 제 1 네트워크 노드로부터 제 2 네트워크 노드로 상기 송수신기를 이용하여 전송하고; 하나 이상의 제 2 CoMP 가설 세트를 포함하는 제 2 타입 시그널링을, 상기 제 1 네트워크 노드에서 상기 제 2 네트워크 노드로부터 상기 송수신기를 이용하여 수신하도록 설정될 수 있다. 상기 제 1 타입 시그널링 및 상기 제 2 타입 시그널링은 동일한 정보 요소 포맷으로 정의되고, 상기 정보 요소 포맷의 특정 비트에 기초하여, 상기 제 1 타입 시그널링 또는 상기 제 2 타입 시그널링이 식별될 수 있다.

[0009] 상기 본 발명에 따른 실시예들에 있어서 이하의 사항이 적용될 수 있다.

[0010] 상기 정보 요소 포맷에는 이력 메트릭 정보 비트가 정의되고, 상기 제 1 타입 시그널링에서 상기 이력 메트릭 정보 비트는 이력 메트릭을 나타내는 값으로 설정되고, 상기 제 2 타입 시그널링에서 상기 이력 메트릭 정보는 유보되거나 또는 생략되거나 또는 특별한 값으로 설정될 수 있다.

[0011] 상기 하나 이상의 제 1 또는 제 2 CoMP 가설 세트의 각각은 하나의 이력 메트릭에 연관되고, 상기 이력 메트릭은 연관된 CoMP 가설 세트를 가정한 경우의 CoMP 전송 스케줄링에 대해서 기대되는 이력을 정량화한(quantized) 값을 가질 수 있다.

[0012] 상기 하나 이상의 제 1 또는 제 2 CoMP 가설 세트의 각각은, 상기 CoMP 네트워크 노드들의 각각의 ID, 및 상기 CoMP 네트워크 노드들의 각각의 전송 가정에 대한 정보를 포함할 수 있다.

- [0013] 상기 CoMP 네트워크 노드들의 각각의 전송 가정은, 뮤팅(muting) 여부, 전송 전력 레벨, 또는 프리코딩 정보 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제 1 타입 시그널링 또는 제 2 타입 시그널링 중의 하나 이상은, 상기 CoMP 전송에 관련된 시간 구간 또는 주파수 대역 중의 하나 이상을 지시하는 정보를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 시간 구간을 지시하는 정보는 상기 CoMP 전송이 시작되는 프레임 번호에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 주파수 대역을 지시하는 정보는 상기 CoMP 전송이 수행되는 서브대역에 대한 정보를 포함하며, 하나의 서브대역은 복수개의 자원블록(RB)을 포함하고, 하나의 서브대역의 크기는 시스템 대역폭이 증가함에 따라 증가하는 값을 가질 수 있다.
- [0017] 상기 제 1 타입 시그널링 또는 제 2 타입 시그널링 중의 하나 이상은, UE(user equipment) 세트에 대한 CSI 정보의 하나 이상의 세트, 상기 UE 세트에 대한 하나 이상의 측정 보고, 상기 UE 세트에 대한 SRS 수신 전력, 상기 UE 세트에 대한 UPT(User Perceived Throughput), 또는 상기 CoMP 네트워크 노드들 중의 하나 이상에 대해서, 주파수, 시간, 전력 또는 공간 도메인 중의 하나 이상의 도메인 상에서 정의되는 전송 전력 정보 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 제 1 네트워크 노드는 중심형 조정 구조(centralized coordination architecture)의 멤버 네트워크 노드이고, 상기 제 2 네트워크 노드는 상기 중심형 조정 구조의 CCN(central control node)일 수 있다.
- [0019] 상기 CoMP 네트워크 노드들 간의 링크는 비-이상적인 백홀 링크(NIB)일 수 있다.
- [0020] 상기 CoMP 네트워크 노드들 간의 인터페이스는 X2 인터페이스일 수 있다.
- [0021] 본 발명에 대하여 전술한 일반적인 설명과 후술하는 상세한 설명은 예시적인 것이며, 청구항 기재 발명에 대한 추가적인 설명을 위한 것이다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따르면 CoMP에 참여하는 포인트들 간의 신호 송수신에 지연이 존재하는 경우에(예를 들어, NIB 네트워크에서) 정확하고 효율적으로 CoMP 동작을 수행 또는 지원할 수 있는 방안이 제공될 수 있다.
- [0023] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 본 명세서에 첨부되는 도면은 본 발명에 대한 이해를 제공하기 위한 것으로서 본 발명의 다양한 실시형태들을 나타내고 명세서의 기재와 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것이다.
- 도 1은 무선 프레임의 구조에 대하여 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.
- 도 6은 하나의 자원블록 쌍 상에서의 CRS 및 DRS의 예시적인 패턴을 나타내는 도면이다.
- 도 7은 LTE-A 시스템에서 정의되는 DMRS 패턴의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 LTE-A 시스템에서 정의되는 CSI-RS 패턴의 예시들을 나타내는 도면이다.
- 도 9는 CSI-RS가 주기적으로 전송되는 방식의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 하향링크 CoMP 동작의 예시를 나타내는 도면이다.
- 도 11은 CoMP가 적용되지 않는 상황에 대해서 설명하기 위한 도면이다.

도 12는 SSPM 기법을 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 주파수/시간 자원 맵에 대해서 CoMP 가설과 함께 시그널링되는 이익 메트릭을 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 주파수/시간 자원에 대해서 시그널링되는 개선된 RNTI 맵(또는 개선된 ABS 맵)을 설명하기 위한 도면이다.

도 15는 주파수/시간 자원 맵에 대해서 CoMP 가설과 함께 시그널링되는 이익 메트릭을 설명하기 위한 도면이다.

도 16은 CB 기법을 설명하기 위한 도면이다.

도 17은 본 발명에 따른 시그널링 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 18은 본 발명에 따른 네트워크 노드 장치의 바람직한 실시예의 구성을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.
- [0026] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신에 관한 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.
- [0027] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access Point), 원격 무선 헤드(Remote Radio Head; RRD), 전송 포인트(TP), 수신 포인트(RP) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 Relay Node(RN), Relay Station(RS) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [0028] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0029] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.
- [0030] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [0031] 이하의 기술은 CDMA(Code Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation

Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향 링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다. WiMAX는 IEEE 802.16e 규격(WirelessMAN-OFDMA Reference System) 및 발전된 IEEE 802.16m 규격(WirelessMAN-OFDMA Advanced system)에 의하여 설명될 수 있다. 명확성을 위하여 이하에서는 3GPP LTE 및 3GPP LTE-A 시스템을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0032] 도 1은 무선 프레임의 구조에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

[0033] 셀룰라 OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.

[0034] 도 1(a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하향링크 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 하고, 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. 3GPP LTE 시스템에서는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 칭하여질 수도 있다. 자원 블록(Resource Block; RB)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수개의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함할 수 있다.

[0035] 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장된 CP(extended CP)와 정규 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 정규 CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장된 CP에 의해 구성된 경우에는 하나의 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 정규 CP인 경우보다 적다. 확장된 CP의 경우에, 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있다. 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장된 CP가 사용될 수 있다.

[0036] 정규 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 처음 2개 또는 3개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.

[0037] 도 1(b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 하프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(Guard Period; GP), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)로 구성되며, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. DwPTS, GP 및 UpPTS로 구성되는 서브프레임은, 특별 서브프레임(special subframe)이라고 칭할 수 있다. DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다. 한편, 무선 프레임의 타입에 관계없이 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다.

[0038] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[0039] 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.

[0040] 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 7개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB)은 주파수 영역에서 12개의 부반송파를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 정규 CP(Cyclic Prefix)의 경우에는 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼을 포함하지만, 확장된 CP(extended-CP)의 경우에는 하나의 슬롯이 6 OFDM 심볼을 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각각의 요소는 자원 요소(resource element)라 한다. 하나의 자원블록은 12×7 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록들의 N_{DL}^{DL} 의 개수는 하향링크 전송 대역폭에 따른다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

[0041] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

- [0042] 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼들은 물리하향링크공유채널(Physical Downlink Shared Channel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다.
- [0043] 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리제어포맷지시자채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리HARQ지시자채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내의 제어 채널 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 대한 정보를 포함한다. PHICH는 상향링크 전송의 응답으로서 HARQ ACK/NACK 신호를 포함한다. PDCCH를 통하여 전송되는 제어 정보를 하향링크제어정보(Downlink Control Information; DCI)라 한다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보를 포함하거나 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송 전력 제어 명령을 포함한다. PDCCH는 하향링크공유채널(DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향링크공유채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의접속응답(Random Access Response)과 같은 상위계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있고, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다.
- [0044] PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어채널요소(Control Channel Element; CCE)의 조합(aggregation)으로 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다. CCE는 복수개의 자원 요소 그룹에 대응한다. PDCCH의 포맷과 이용가능한 비트 수는 CCE의 개수와 CCE에 의해 제공되는 코딩 레이트 간의 상관관계에 따라서 결정된다.
- [0045] 기지국은 단말에게 전송되는 DCI에 따라서 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환잉여검사(Cyclic Redundancy Check; CRC)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라 하는 식별자로 마스킹된다. PDCCH가 특정 단말에 대한 것이라면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 임의 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인 임의접속응답을 나타내기 위해, 임의접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.
- [0046] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [0047] 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 포함하는 물리상향링크제어채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH)이 할당된다. 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리상향링크공유채널(Physical uplink shared channel; PUSCH)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)에 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.
- [0048] 다중안테나(MIMO) 시스템의 모델링
- [0049] 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.
- [0050] 도 5(a)에 도시된 바와 같이 송신 안테나의 수를 N_T 개로, 수신 안테나의 수를 N_R 개로 늘리면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 따라서, 전송 레이트를 향상시키고 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량이 증가함에 따라, 전송 레이트는 이론적으로 단일 안테나 이용시의 최대 전송 레이트(R_0)에 레이트 증가율(R_1)이 곱해진 만큼 증가할 수 있다.

수학식 1

$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

[0051]

[0052]

예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다. 다중안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증명된 이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있다. 또한, 몇몇 기술들은 이미 3세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

[0053]

현재까지의 다중안테나 관련 연구 동향을 살펴보면 다양한 채널 환경 및 다중접속 환경에서의 다중안테나 통신 용량 계산 등과 관련된 정보 이론 측면 연구, 다중안테나 시스템의 무선 채널 측정 및 모형 도출 연구, 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발히 연구가 진행되고 있다.

[0054]

다중안테나 시스템에서의 통신 방법을 수학적 모델링을 이용하여 보다 구체적으로 설명한다. 상기 시스템에는 N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나가 존재한다고 가정한다.

[0055]

송신 신호를 살펴보면, N_T 개의 송신 안테나가 있는 경우 전송 가능한 최대 정보는 N_T 개이다. 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

$$\mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

[0056]

[0057]

각각의 전송 정보 $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$ 는 전송 전력이 다를 수 있다. 각각의 전송 전력을 $P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$ 라고 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

$$\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

[0058]

[0059]

또한, $\hat{\mathbf{s}}$ 는 전송 전력의 대각행렬 $\mathbf{P}$ 를 이용해 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 4

$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

[0060]

[0061] 전송전력이 조정된 정보 벡터 $\hat{\mathbf{s}}$ 에 가중치 행렬 $\mathbf{W}$ 가 적용되어 실제 전송되는 N_T 개의 송신신호 $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$ 가 구성되는 경우를 고려해 보자. 가중치 행렬 $\mathbf{W}$ 는 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 한다. $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$ 는 벡터 $\mathbf{x}$ 를 이용하여 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 5

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{p}$$

[0062]

[0063] 여기에서, w_{ij} 는 i 번째 송신 안테나와 j 번째 정보간의 가중치를 의미한다. $\mathbf{W}$ 는 프리코딩 행렬이라고도 불린다.

[0064] 수신신호는 N_R 개의 수신 안테나가 있는 경우 각 안테나의 수신신호 $\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \dots, \mathbf{y}_{N_R}$ 은 벡터로 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

$$\mathbf{y} = [y_1, y_2, \dots, y_{N_R}]^T$$

[0065]

[0066] 다중안테나 무선 통신 시스템에서 채널을 모델링하는 경우, 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분될 수 있다. 송신 안테나 j 로부터 수신 안테나 i 를 거치는 채널을 h_{ij} 로 표시하기로 한다. h_{ij} 에서, 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신 안테나의 인덱스가 나중에 유의한다.

[0067] 한편, 도 5(b)은 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i 로의 채널을 도시한 도면이다. 상기 채널을 묶어서 벡터 및 행렬 형태로 표시할 수 있다. 도 5(b)에서, 총 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신 안테나 i 로 도착하는 채널은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

[0068]

[0069] 따라서, N_T 개의 송신 안테나로부터 N_R 개의 수신 안테나로 도착하는 모든 채널은 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 8

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

실제 채널에는 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 를 거친 후에 백색잡음(AWGN; Additive White Gaussian Noise)이 더해진다. N_R 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색잡음 $\mathbf{n}_1, \mathbf{n}_2, \cdots, \mathbf{n}_{N_R}$ 은 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 9

$$\mathbf{n} = [\mathbf{n}_1, \mathbf{n}_2, \cdots, \mathbf{n}_{N_R}]^T$$

상술한 수식 모델링을 통해 수신신호는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 10

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

한편, 채널 상태를 나타내는 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 의 행과 열의 수는 송수신 안테나의 수에 의해 결정된다. 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 에서 행의 수는 수신 안테나의 수 N_R 와 같고, 열의 수는 송신 안테나의 수 N_T 와 같다. 즉, 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 는 행렬이 $N_R \times N_T$ 된다.

행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수 보다 클 수 없다. 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 의 랭크(rank($\mathbf{H}$))는 다음과 같이 제한된다.

수학식 11

$$\text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

랭크의 다른 정의는 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 유사하게, 랭크의 또 다른 정의는 특이치 분해(singular value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 특이치들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서

서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

- [0079] 본 문서의 설명에 있어서, MIMO 전송에 대한 '랭크(Rank)' 는 특정 시점 및 특정 주파수 자원에서 독립적으로 신호를 전송할 수 있는 경로의 수를 나타내며, '레이어(layer)의 개수' 는 각 경로를 통해 전송되는 신호 스트림의 개수를 나타낸다. 일반적으로 송신단은 신호 전송에 이용되는 랭크 수에 대응하는 개수의 레이어를 전송하기 때문에 특별한 언급이 없는 한 랭크는 레이어 개수와 동일한 의미를 가진다.
- [0080] 참조 신호 (Reference Signal; RS)
- [0081] 무선 통신 시스템에서 패킷을 전송할 때, 전송되는 패킷은 무선 채널을 통해서 전송되기 때문에 전송과정에서 신호의 왜곡이 발생할 수 있다. 왜곡된 신호를 수신측에서 올바르게 수신하기 위해서는 채널 정보를 이용하여 수신 신호에서 왜곡을 보정하여야 한다. 채널 정보를 알아내기 위해서, 송신측과 수신측에서 모두 알고 있는 신호를 전송하여, 상기 신호가 채널을 통해 수신될 때의 왜곡 정도를 가지고 채널 정보를 알아내는 방법을 주로 사용한다. 상기 신호를 파일럿 신호 (Pilot Signal) 또는 참조 신호 (Reference Signal)라고 한다.
- [0082] 다중안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 경우에는 각 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 채널 상황을 알아야 올바른 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 각 송신 안테나 별로 별도의 참조 신호가 존재하여야 한다.
- [0083] 이동 통신 시스템에서 참조신호(RS)는 그 목적에 따라 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 하나는 채널 정보 획득을 위해 사용되는 RS이고, 다른 하나는 데이터 복조를 위해 사용되는 RS이다. 전자는 단말이 하향 링크 채널 정보를 획득하도록 하기 위한 RS이므로 광대역으로 전송되어야 하고, 특정 서브프레임에서 하향링크 데이터를 수신하지 않는 단말이라도 해당 RS를 수신하고 측정할 수 있어야 한다. 이러한 RS는 핸드 오버 등을 위한 측정 등을 위해서도 사용된다. 후자는 기지국이 하향링크를 보낼 때 해당 자원에 함께 보내는 RS로서, 단말은 해당 RS를 수신함으로써 채널 추정을 할 수 있고, 따라서 데이터를 복조할 수 있게 된다. 이러한 RS는 데이터가 전송되는 영역에 전송되어야 한다.
- [0084] 기존의 3GPP LTE(예를 들어, 3GPP LTE 릴리즈-8) 시스템에서는 유니캐스트(unicast) 서비스를 위해서 2 가지 종류의 하향링크 RS 를 정의한다. 그 중 하나는 공용 참조신호(Common RS; CRS)이고, 다른 하나는 전용 참조신호(Dedicated RS; DRS) 이다. CRS 는 채널 상태에 대한 정보 획득 및 핸드오버 등을 위한 측정 등을 위해서 사용되고, 셀-특정(cell-specific) RS 라고 칭할 수도 있다. DRS 는 데이터 복조를 위해 사용되고, 단말-특정(UE-specific) RS 라고 칭할 수도 있다. 기존의 3GPP LTE 시스템에서 DRS 는 데이터 복조용으로만 사용되며 CRS는 채널 정보 획득 및 데이터 복조의 두 가지 목적으로 다 사용될 수 있다.
- [0085] CRS는 셀-특정으로 전송되는 RS 이며, 광대역(wideband)에 대해서 매 서브프레임마다 전송된다. CRS는 기지국의 전송 안테나 개수에 따라서 최대 4개의 안테나 포트에 대해서 전송될 수 있다. 예를 들어 기지국의 송신 안테나의 개수가 두 개일 경우, 0번과 1번 안테나 포트에 대한 CRS가 전송되고, 네 개인 경우 0~3번 안테나 포트에 대한 CRS가 각각 전송된다.
- [0086] 도 6은 하나의 자원블록 쌍 상에서의 CRS 및 DRS의 예시적인 패턴을 나타내는 도면이다.
- [0087] 도 6의 참조신호 패턴의 예시에서는, 기지국이 4 개의 전송 안테나를 지원하는 시스템에서 하나의 자원블록 쌍(정규 CP 의 경우, 시간 상으로 14 개의 OFDM 심볼 × 주파수 상으로 12 부반송파) 상에서 CRS 및 DRS의 패턴을 나타낸다. 도 6에서 'R0', 'R1', 'R2' 및 'R3' 로 표시된 자원 요소(RE)는, 각각 안테나 포트 인덱스 0, 1, 2 및 3에 대한 CRS의 위치를 나타낸다. 한편, 도 6에서 'D'로 표시된 자원 요소는 LTE 시스템에서 정의되는 DRS의 위치를 나타낸다.
- [0088] LTE 시스템의 진화 발전된 형태의 LTE-A 시스템에서는, 하향링크에서 최대 8개의 송신 안테나를 지원할 수 있다. 따라서, 최대 8개 송신 안테나에 대한 RS 역시 지원되어야 한다. LTE 시스템에서의 하향링크 RS는 최대 4개의 안테나 포트에 대해서만 정의되어 있으므로, LTE-A 시스템에서 기지국이 4개 이상 최대 8개의 하향 링크 송신 안테나를 가질 경우 이들 안테나 포트들에 대한 RS가 추가적으로 정의되어야 한다. 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 RS로서, 채널 측정을 위한 RS와 데이터 복조를 위한 RS 두 가지가 모두 고려되어야 한다.
- [0089] LTE-A 시스템을 설계함에 있어서 중요한 고려 사항 중 하나는 역방향 호환성(backward compatibility)이다. 역방향 호환성이란, 기존의 LTE 단말이 LTE-A 시스템에서도 올바르게 동작하도록 지원하는 것을 의미한다. RS 전송 관점에서 보았을 때, LTE 표준에서 정의되어 있는 CRS가 전 대역으로 매 서브프레임마다 전송되는 시간-주파수 영역에 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 RS를 추가하는 경우, RS 오버헤드가 지나치게 커지게 된다. 따라서, 최대 8 안테나 포트에 대한 RS를 새롭게 설계함에 있어서 RS 오버헤드를 줄이는 것이 고려되어야 한다.

- [0090] LTE-A 시스템에서 새롭게 도입되는 RS는 크게 2 가지로 분류할 수 있다. 그 중 하나는 전송 랭크, 변조및코딩기법(Modulation and Coding Scheme; MCS), 프리코딩행렬인덱스(Precoding Matrix Index; PMI) 등의 선택을 위한 채널 측정 목적의 RS인 채널상태정보-참조신호(Channel State Information RS; CSI-RS)이고, 다른 하나는 최대 8 개의 전송 안테나를 통해 전송되는 데이터를 복조하기 위한 목적의 RS 인 복조-참조신호(DeModulation RS; DMRS)이다.
- [0091] 채널 측정 목적의 CSI-RS는, 기존의 LTE 시스템에서의 CRS가 채널 측정, 핸드오버 등의 측정 등의 목적과 동시에 데이터 복조를 위해 사용되는 것과 달리, 채널 측정 위주의 목적을 위해서 설계되는 특징이 있다. 물론 CSI-RS 역시 핸드오버 등의 측정 등의 목적으로도 사용될 수도 있다. CSI-RS가 채널 상태에 대한 정보를 얻는 목적으로만 전송되므로, 기존의 LTE 시스템에서의 CRS와 달리, 매 서브프레임마다 전송되지 않아도 된다. 따라서, CSI-RS의 오버헤드를 줄이기 위하여 CSI-RS는 시간 축 상에서 간헐적으로(예를 들어, 주기적으로) 전송되도록 설계될 수 있다.
- [0092] 만약 어떤 하향링크 서브프레임 상에서 데이터가 전송되는 경우에는, 데이터 전송이 스케줄링된 단말에게 전용으로(dedicated) DMRS가 전송된다. 즉, DMRS는 단말-특정(UE-specific) RS라고 칭할 수도 있다. 특정 단말 전용의 DMRS는, 해당 단말이 스케줄링된 자원영역, 즉 해당 단말에 대한 데이터가 전송되는 시간-주파수 영역에서만 전송되도록 설계될 수 있다.
- [0093] 도 7은 LTE-A 시스템에서 정의되는 DMRS 패턴의 일례를 나타내는 도면이다.
- [0094] 도 7에서는 하향링크 데이터가 전송되는 하나의 자원블록 쌍(정규 CP 의 경우, 시간 상으로 14 개의 OFDM 심볼 × 주파수 상으로 12 부반송파) 상에서 DMRS가 전송되는 자원요소의 위치를 나타낸다. DMRS는 LTE-A 시스템에서 추가적으로 정의되는 4 개의 안테나 포트(안테나 포트 인덱스 7, 8, 9 및 10)에 대하여 전송될 수 있다. 서로 다른 안테나 포트에 대한 DMRS는 상이한 주파수 자원(부반송파) 및/또는 상이한 시간 자원(OFDM 심볼)에 위치하는 것으로 구분될 수 있다(즉, FDM 및/또는 TDM 방식으로 다중화될 수 있다). 또한, 동일한 시간-주파수 자원 상에 위치하는 서로 다른 안테나 포트에 대한 DMRS들은 서로 직교 코드(orthogonal code)에 의해서 구분될 수 있다(즉, CDM 방식으로 다중화될 수 있다). 도 7 의 예시에서 DMRS CDM 그룹 1 로 표시된 자원요소(RE) 들에는 안테나 포트 7 및 8 에 대한 DMRS들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 마찬가지로, 도 7 의 예시에서 DMRS 그룹 2 로 표시된 자원요소들에는 안테나 포트 9 및 10 에 대한 DMRS들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다.
- [0095] 기지국에서 DMRS를 전송함에 있어서, 데이터에 대해서 적용되는 프리코딩과 동일한 프리코딩이 DMRS에 적용된다. 따라서, 단말에서 DMRS(또는 단말-특정 RS)를 이용하여 추정되는 채널 정보는 프리코딩된 채널 정보이다. 단말은 DMRS를 통하여 추정한 프리코딩된 채널 정보를 이용하여, 데이터 복조를 용이하게 수행할 수 있다. 그러나, 단말은 DMRS에 적용된 프리코딩 정보를 알 수 없으므로, DMRS로부터는 프리코딩되지 않은 채널 정보를 획득할 수 없다. 단말은, DMRS 이외의 별도의 참조신호, 즉, 전송한 CSI-RS를 이용하여 프리코딩되지 않은 채널 정보를 획득할 수 있다.
- [0096] 도 8은 LTE-A 시스템에서 정의되는 CSI-RS 패턴의 예시들을 나타내는 도면이다.
- [0097] 도 8에서는 하향링크 데이터가 전송되는 하나의 자원블록 쌍(정규 CP 의 경우, 시간 상으로 14 개의 OFDM 심볼 × 주파수 상으로 12 부반송파) 상에서 CSI-RS 가 전송되는 자원요소의 위치를 나타낸다. 어떤 하향링크 서브프레임에서 도 8(a) 내지 8(e) 중 하나의 CSI-RS 패턴이 이용될 수 있다. CSI-RS 는 LTE-A 시스템에서 추가적으로 정의되는 8 개의 안테나 포트(안테나 포트 인덱스 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 및 22) 에 대하여 전송될 수 있다. 서로 다른 안테나 포트에 대한 CSI-RS 는 상이한 주파수 자원(부반송파) 및/또는 상이한 시간 자원(OFDM 심볼)에 위치하는 것으로 구분될 수 있다(즉, FDM 및/또는 TDM 방식으로 다중화될 수 있다). 또한, 동일한 시간-주파수 자원 상에 위치하는 서로 다른 안테나 포트에 대한 CSI-RS 들은 서로 직교 코드(orthogonal code)에 의해서 구분될 수 있다(즉, CDM 방식으로 다중화될 수 있다). 도 8(a) 의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 1 로 표시된 자원요소(RE) 들에는 안테나 포트 15 및 16 에 대한 CSI-RS 들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 8(a) 의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 2 로 표시된 자원요소들에는 안테나 포트 17 및 18 에 대한 CSI-RS 들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 8(a) 의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 3 으로 표시된 자원요소들에는 안테나 포트 19 및 20 에 대한 CSI-RS 들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 8(a) 의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 4 로 표시된 자원요소들에는 안테나 포트 21 및 22 에 대한 CSI-RS 들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 8(a)를 기

준으로 설명한 동일한 원리가 도 8(b) 내지 8(e)에 적용될 수 있다.

- [0098] 도 6 내지 8의 RS 패턴들은 단지 예시적인 것이며, 본 발명의 다양한 실시예들을 적용함에 있어서 특정 RS 패턴에 한정되는 것이 아니다. 즉, 도 6 내지 8과 다른 RS 패턴이 정의 및 사용되는 경우에도 본 발명의 다양한 실시예들은 동일하게 적용될 수 있다.
- [0099] CSI-RS 설정(configuration)
- [0100] 전송한 바와 같이, 하향링크에서 최대 8개의 전송 안테나를 지원하는 LTE-A 시스템에서 기지국은 모든 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 전송해야 한다. 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 매 서브프레임마다 전송하는 것은 오버헤드가 너무 큰 단점이 있으므로, CSI-RS는 매 서브프레임마다 전송되지 않고 시간 축에서 간헐적으로 전송되어야 그 오버헤드를 줄일 수 있다. 이에 따라, CSI-RS는 한 서브프레임의 정수 배의 주기를 가지고 주기적으로 전송되거나, 특정 전송 패턴으로 전송될 수 있다.
- [0101] 이 때 CSI-RS가 전송되는 주거나 패턴은 네트워크(예를 들어, 기지국)가 설정(configure)할 수 있다. CSI-RS에 기초한 측정을 수행하기 위해서 단말은 반드시 자신이 속한 셀(또는 송신 포인트(TP))의 각각의 CSI-RS 안테나 포트에 대한 CSI-RS 설정(configuration)을 알고 있어야 한다. CSI-RS 설정에는, CSI-RS가 전송되는 하향링크 서브프레임 인덱스, 전송 서브프레임 내에서 CSI-RS 자원요소(RE)의 시간-주파수 위치(예를 들어, 도 8(a) 내지 8(e)와 같은 CSI-RS 패턴), 그리고 CSI-RS 시퀀스(CSI-RS 용도로 사용되는 시퀀스로서, 슬롯 번호, 셀 ID, CP 길이 등에 기초하여 소정의 규칙에 따라 의사-랜덤(pseudo-random)하게 생성됨) 등이 포함될 수 있다. 즉, 임의의(given) 기지국에서 복수개의 CSI-RS 설정(configuration)이 사용될 수 있고, 기지국은 복수개의 CSI-RS 설정 중에서 셀 내의 단말(들)에 대해 사용될 CSI-RS 설정을 알려줄 수 있다.
- [0102] 복수개의 CSI-RS 설정들은, 단말이 CSI-RS의 전송 전력이 0이 아닌(non-zero) 것으로 가정하는 CSI-RS 설정을 하나를 포함하거나 포함하지 않을 수 있고, 또한, 단말이 0의 전송 전력으로 가정하는 CSI-RS 설정을 하나 이상을 포함하거나 포함하지 않을 수 있다.
- [0103] 또한, 상위 계층에 의해서 0의 전송전력의 CSI-RS 설정에 대한 파라미터(예를 들어, 16-비트 비트맵 ZeroPowerCSI-RS 파라미터)의 각각의 비트는 CSI-RS 설정(또는 CSI-RS 설정에 따라 CSI-RS가 할당될 수 있는 RE들)에 대응할 수 있고, 단말은 해당 파라미터에서 1로 설정되는 비트에 대응하는 CSI-RS 설정의 CSI-RS RE들에서의 전송 전력이 0인 것으로 가정할 수 있다.
- [0104] 또한, 각각의 안테나 포트에 대한 CSI-RS는 구별될 필요가 있으므로, 각각의 안테나 포트에 대한 CSI-RS가 전송되는 자원은 서로 직교(orthogonal)해야 한다. 도 8과 관련하여 설명한 바와 같이, 각각의 안테나 포트에 대한 CSI-RS들은 직교하는 주파수 자원, 직교하는 시간 자원 및/또는 직교하는 코드 자원을 이용하여 FDM, TDM 및/또는 CDM 방식으로 다중화될 수 있다.
- [0105] CSI-RS에 관한 정보(CSI-RS 설정(configuration))를 기지국이 셀 내의 단말들에게 알려줄 때, 먼저 각 안테나 포트에 대한 CSI-RS가 매핑되는 시간-주파수에 대한 정보를 알려줘야 한다. 구체적으로, 시간에 대한 정보에는, CSI-RS가 전송되는 서브프레임 번호들, CSI-RS가 전송되는 주기, CSI-RS가 전송되는 서브프레임 오프셋, 특정 안테나의 CSI-RS 자원요소(RE)가 전송되는 OFDM 심볼 번호 등이 포함될 수 있다. 주파수에 대한 정보에는 특정 안테나의 CSI-RS 자원요소(RE)가 전송되는 주파수 간격(spacing), 주파수 축에서의 RE의 오프셋 또는 시프트 값 등이 포함될 수 있다.
- [0106] 도 9는 CSI-RS가 주기적으로 전송되는 방식의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0107] CSI-RS는 한 서브프레임의 정수 배의 주기(예를 들어, 5 서브프레임 주기, 10 서브프레임 주기, 20 서브프레임 주기, 40 서브프레임 주기 또는 80 서브프레임 주기)를 가지고 주기적으로 전송될 수 있다.
- [0108] 도 9에서는 하나의 무선 프레임이 10개의 서브프레임(서브프레임 번호 0 내지 9)로 구성되는 것을 도시한다. 도 9에서는, 예를 들어, 기지국의 CSI-RS의 전송 주기가 10ms (즉, 10 서브프레임)이고, CSI-RS 전송 오프셋(Offset)은 3인 경우를 도시한다. 여러 셀들의 CSI-RS가 시간 상에서 고르게 분포할 수 있도록 상기 오프셋 값은 기지국마다 각각 다른 값을 가질 수 있다. 10ms의 주기로 CSI-RS가 전송되는 경우, 오프셋 값은 0 내지 9 중 하나를 가질 수 있다. 이와 유사하게, 예를 들어 5ms의 주기로 CSI-RS가 전송되는 경우 오프셋 값은 0~4 중 하나의 값을 가질 수 있고, 20ms의 주기로 CSI-RS가 전송되는 경우 오프셋 값은 0~19 중 하나의 값을 가질 수 있고, 40ms의 주기로 CSI-RS가 전송되는 경우 오프셋 값은 0~39 중 하나의 값을 가질 수 있으며, 80ms의 주기로 CSI-RS가 전송되는 경우 오프셋 값은 0~79 중 하나의 값을 가질 수 있다. 이 오프셋 값은, 소정의 주기로 CSI-

RS 를 전송하는 기지국이 CSI-RS 전송을 시작하는 서브프레임의 값을 나타낸다. 기지국이 CSI-RS의 전송 주기와 오프셋 값을 알려주면, 단말은 그 값을 이용하여 해당 서브프레임 위치에서 기지국의 CSI-RS를 수신할 수 있다. 단말은 수신한 CSI-RS를 통해 채널을 측정하고 그 결과로서 CQI, PMI 및/또는 RI(Rank Indicator)와 같은 정보를 기지국에게 보고할 수 있다. 본 문서에서 CQI, PMI 및 RI 를 구별하여 설명하는 경우를 제외하고, 이들을 통칭하여 CQI (또는 CSI)라 칭할 수 있다. 또한, CSI-RS에 관련된 상기 정보들은 셀-특정 정보로서, 셀 내의 단말들에게 공통으로 적용될 수 있다. 또한, CSI-RS 전송 주기 및 오프셋은 CSI-RS 설정(configuration) 별로 별도로 지정될 수 있다. 예를 들어, 후술하는 바와 같이 0의 전송 전력으로 전송되는 CSI-RS를 나타내는 CSI-RS 설정(configuration) 및 0이 아닌(non-zero) 전송 전력으로 전송되는 CSI-RS를 나타내는 CSI-RS 설정(configuration)에 대해서 별도의 CSI-RS 전송 주기 및 오프셋이 설정될 수 있다.

- [0109] PDSCH가 전송될 수 있는 모든 서브프레임에서 전송되는 CRS와 달리, CSI-RS는 일부 서브프레임에서만 전송되는 것으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 상위 계층에 의해서 CSI 서브프레임 세트 $C_{CSI,0}$ 및 $C_{CSI,1}$ 이 설정될 수 있다. CSI 레퍼런스 자원(즉, CSI 계산의 기준이 되는 소정의 자원 영역)은 $C_{CSI,0}$ 또는 $C_{CSI,1}$ 중 하나에 속할 수 있고, $C_{CSI,0}$ 및 $C_{CSI,1}$ 의 모두에 동시에 속하지는 않을 수 있다. 이에 따라, CSI 서브프레임 세트 $C_{CSI,0}$ 및 $C_{CSI,1}$ 이 상위 계층에 의해서 설정되는 경우에, 단말은 CSI 서브프레임 세트 중 어디에도 속하지 않는 서브프레임에 존재하는 CSI 레퍼런스 자원에 대한 트리거(또는 CSI 계산에 대한 지시)를 받을 것으로 예상하는 것이 허용되지 않는다.
- [0110] 또한, CSI 레퍼런스 자원은 유효한 하향링크 서브프레임 상에서 설정될 수 있다. 유효한 하향링크 서브프레임은 다양한 요건을 만족하는 서브프레임으로서 설정될 수 있다. 그 요건들 중 하나는, 주기적 CSI 보고의 경우에, 단말에 대해서 CSI 서브프레임 세트가 설정된다면 주기적 CSI 보고에 연결(link)되는 CSI 서브프레임 세트에 속하는 서브프레임일 것이다.
- [0111] 또한, CSI 레퍼런스 자원에서, 단말은 다음과 같은 가정들을 고려하여 CQI 인덱스를 도출할 수 있다 (자세한 사항은 3GPP TS 36.213을 참조한다):
- [0112] - 한 서브프레임의 처음 3 개의 OFDM 심볼들은 제어 시그널링에 의해 점유됨
- [0113] - 주 동기신호(primary synchronization signal), 부(secondary) 동기 신호 또는 물리방송채널(PBCH)에 의해 사용되는 자원요소는 없음
- [0114] - 비-MBSFN(non-Multicast Broadcast Single Frequency Network) 서브프레임의 CP 길이
- [0115] - 리던던시 버전(Redundancy Version)은 0 임
- [0116] - 채널 측정을 위해 CSI-RS가 사용되는 경우, PDSCH EPRE(Energy Per Resource Element) 대 CSI-RS EPRE의 비(ratio)는 소정의 규칙에 따름
- [0117] - 전송모드 9(즉, 최대 8 레이어 전송을 지원하는 모드)에서의 CSI 보고의 경우에, 단말에 대해 PMI/RI 보고가 설정되면, DMRS 오버헤드는 가장 최근에 보고된 랭크에 일치하는 것으로 가정함(예를 들어, DMRS 오버헤드는 도 7에서 설명한 바와 같이 2개 이상의 안테나 포트(즉, 랭크 2 이하)의 경우에는 하나의 자원블록 쌍 상에서의 DMRS 오버헤드가 12 RE이지만, 3개 이상의 안테나 포트(즉, 랭크 3 이상)의 경우에는 24 RE이므로, 가장 최근에 보고된 랭크 값에 대응하는 DMRS 오버헤드를 가정하여 CQI 인덱스를 계산할 수 있다.)
- [0118] - CSI-RS 및 0-전력 CSI-RS에 대해서 RE가 할당되지 않음
- [0119] - PRS(Positioning RS)에 대해서는 RE가 할당되지 않음
- [0120] - PDSCH 전송 기법은 단말에 대해 현재 설정된 전송 모드(디폴트 모드일 수 있음)에 따름
- [0121] - PDSCH EPRE 대 셀-특정 참조신호 EPRE의 비(ratio)는 소정의 규칙에 따름
- [0122] 이러한 CSI-RS 설정은, 예를 들어, RRC(Radio Resource Control) 시그널링을 이용하여 기지국이 단말에게 알려줄 수 있다. 즉, 전용(dedicated) RRC 시그널링을 사용하여 CSI-RS 설정에 대한 정보가 셀 내의 단말들 각각에게 제공될 수 있다. 예를 들어, 단말이 초기 액세스 또는 핸드오버를 통해서 기지국과 연결(connection)을 확립(establish)하는 과정에서, 기지국이 해당 단말에게 RRC 시그널링을 통해 CSI-RS 설정(configuration)을 알려주도록 할 수 있다. 또는 기지국이 단말에게 CSI-RS 측정에 기반한 채널 상태 피드백을 요구하는 RRC 시그널링 메시지를 전송할 때에, 해당 RRC 시그널링 메시지를 통해 CSI-RS 설정(configuration)을 해당 단말에게 알려주

도록 할 수도 있다.

[0123] 한편, CSI-RS가 존재하는 시간 위치, 즉, 셀-특정 서브프레임 설정 주기 및 셀-특정 서브프레임 오프셋은, 예를 들어, 다음의 표 1과 같이 정리할 수 있다.

표 1

CSI-RS 서브프레임 설정 $I_{\text{CSI-RS}}$	CSI-RS 주기 $T_{\text{CSI-RS}}$ (서브프레임)	CSI-RS 서브프레임 오프셋 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ (서브프레임)
0-4	5	$I_{\text{CSI-RS}}$
5-14	10	$I_{\text{CSI-RS}} - 5$
15-34	20	$I_{\text{CSI-RS}} - 15$
35-74	40	$I_{\text{CSI-RS}} - 35$
75-154	80	$I_{\text{CSI-RS}} - 75$

[0124]

[0125] 전술한 바와 같이, 파라미터 $I_{\text{CSI-RS}}$ 는 단말이 0이 아닌 전송 전력으로 가정하는 CSI-RS와 0의 전송 전력으로 가정하는 CSI-RS에 대해서 별도로(separately) 설정될 수 있다. CSI-RS를 포함하는 서브프레임은 다음의 수학적 식 12와 같이 표현할 수 있다 (수학적 식 12에서 n_f 는 시스템 프레임 번호이고, n_s 는 슬롯 번호임).

수학적 식 12

$$(10n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - \Delta_{\text{CSI-RS}}) \bmod T_{\text{CSI-RS}} = 0$$

[0126]

[0127] 채널상태정보(CSI)

[0128] MIMO 방식은 개-루프(open-loop) 방식과 폐-루프(closed-loop) 방식으로 구분될 수 있다. 개-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 채널상태정보의 피드백이 없이 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는 것을 의미한다. 폐-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 채널상태정보를 피드백 받아 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는 것을 의미한다. 폐-루프 MIMO 방식에서는 MIMO 송신 안테나의 다중화 이득(multiplexing gain)을 얻기 위해서 송신단과 수신단의 각각이 채널상태정보를 바탕으로 빔포밍을 수행할 수 있다. 수신단(예를 들어, 단말)이 채널상태정보를 피드백할 수 있도록 송신단(예를 들어, 기지국)은 수신단(예를 들어, 단말)에게 상향링크 제어 채널 또는 상향링크 공유 채널을 할당할 수 있다.

[0129] 단말은 CRS 및/또는 CSI-RS를 이용하여 하향링크 채널에 대한 추정 및/또는 측정을 수행할 수 있다. 단말에 의해서 기지국으로 피드백되는 채널상태정보(CSI)는 랭크 지시자(RI), 프리코딩 행렬 인덱스(PMI) 및 채널품질지시자(CQI)를 포함할 수 있다.

[0130] RI는 채널 랭크에 대한 정보이다. 채널의 랭크는 동일한 시간-주파수 자원을 통해서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 레이어(또는 스트림)의 최대 개수를 의미한다. 랭크 값은 채널의 장기간(long term) 페이딩에 의해서 주로 결정되므로, PMI 및 CQI에 비하여 일반적으로 더 긴 주기에 따라(즉, 덜 빈번하게) 피드백될 수 있다.

[0131] PMI는 송신단으로부터의 전송에 이용되는 프리코딩 행렬에 대한 정보이며, 채널의 공간 특성을 반영하는 값이다. 프리코딩이란 전송 레이어를 송신 안테나에 매핑시키는 것을 의미하며, 프리코딩 행렬에 의해 레이어-안테나 매핑 관계가 결정될 수 있다. PMI는 신호대잡음및간섭비(Signal-to-Interference plus Noise Ratio; SINR) 등의 측정값(metric)을 기준으로 단말이 선호하는(preferred) 기지국의 프리코딩 행렬 인덱스에 해당한다. 프리코딩 정보의 피드백 오버헤드를 줄이기 위해서, 송신단과 수신단이 여러 가지 프리코딩 행렬을 포함하는 코드북을 미리 공유하고 있고, 해당 코드북에서 특정 프리코딩 행렬을 지시하는 인덱스만을 피드백하는 방식이 사용될 수 있다. 예를 들어, PMI는 가장 최근에 보고된 RI에 기초하여 결정될 수 있다.

[0132] CQI는 채널 품질 또는 채널 세기를 나타내는 정보이다. CQI는 미리 결정된 MCS 조합으로서 표현될 수 있다. 즉, 피드백되는 CQI 인덱스는 해당하는 변조기법(modulation scheme) 및 코드 레이트(code rate)를 나타낸다. CQI

는 특정 자원 영역(예를 들어, 유효한 서브프레임 및/또는 물리자원블록에 의해 특정되는 영역)을 CQI 레퍼런스 자원으로 설정하고, 해당 CQI 레퍼런스 자원에서 PDSCH 전송이 존재하는 것으로 가정하여, 소정의 에러확률(예를 들어, 0.1)을 넘지 않고 PDSCH가 수신될 수 있는 경우를 가정하여 계산될 수 있다. 일반적으로, CQI 는 기지국이 PMI 를 이용하여 공간 채널을 구성하는 경우에 얻을 수 있는 수신 SINR 을 반영하는 값이 된다. 예를 들어, CQI는 가장 최근에 보고된 RI 및/또는 PMI에 기초하여 계산될 수 있다.

[0133] 확장된 안테나 구성을 지원하는 시스템(예를 들어, LTE-A 시스템)에서는 다중사용자-MIMO (MU-MIMO) 방식을 이용하여 추가적인 다중사용자 다이버시티를 획득하는 것을 고려하고 있다. MU-MIMO 방식에서는 안테나 영역(domain)에서 다중화되는 단말들 간의 간섭 채널이 존재하므로, 다중사용자 중 하나의 단말이 피드백하는 채널 상태정보를 기지국에서 이용하여 하향링크 전송을 수행하는 경우에 다른 단말에 대해서 간섭이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다. 따라서, MU-MIMO 동작이 올바르게 수행되기 위해서는 단일사용자-MIMO (SU-MIMO) 방식에 비하여 보다 높은 정확도의 채널상태정보가 피드백되어야 한다.

[0134] 이와 같이 보다 정확한 채널상태정보를 측정 및 보고할 수 있도록, 기존의 RI, PMI 및 CQI 로 구성되는 CSI 를 개선한 새로운 CSI 피드백 방안이 적용될 수 있다. 예를 들어, 수신단이 피드백하는 프리코딩 정보가 2 개의 PMI(예를 들어, i1 및 i2)의 조합에 의해서 지시될 수 있다. 이에 따라 보다 정교한 PMI가 피드백될 수 있으며, 이러한 정교한 PMI에 기초하여 보다 정교한 CQI가 계산 및 보고될 수 있다.

[0135] 한편, CSI는 주기적으로 PUCCH를 통하여 전송되거나, 비주기적으로 PUSCH를 통하여 전송될 수 있다. 또한, RI, 제 1 PMI(예를 들어, W1), 제 2 PMI(예를 들어, W2), CQI 중에서 어느 것이 피드백되는지와, 피드백되는 PMI 및 /또는 CQI가 광대역(WB)에 대한 것인지 또는 서브대역(SB)에 대한 것인지에 따라, 다양한 보고 모드가 정의될 수 있다.

[0136] CQI 계산

[0137] 이하에서는 하향링크 수신단이 단말인 경우를 가정하여 CQI 계산에 대하여 구체적으로 설명한다. 그러나, 본 발명에서 설명하는 내용은 하향링크 수신 주체로서의 중계기에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.

[0138] 단말이 CSI를 보고할 때 CQI를 계산하는 기준이 되는 자원(이하에서는, 레퍼런스 자원(reference resource)라 칭함)을 설정/정의하는 방안에 대하여 설명한다. 먼저, CQI의 정의에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.

[0139] 단말이 보고하는 CQI는 특정 인덱스 값에 해당한다. CQI 인덱스는 채널 상태에 해당하는 변조기법, 코드 레이트, 등을 나타내는 값이다. 예를 들어, CQI 인덱스들 및 그 해석은 다음의 표 2와 같이 주어질 수 있다.

표 2

CQI index	modulation	code rate x 1024	efficiency
0	out of range		
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	QPSK	602	1.1758
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152
15	64QAM	948	5.5547

[0140]

- [0141] 시간 및 주파수에서 제한되지 않는 관찰에 기초하여, 단말은 상향링크 서브프레임 n 에서 보고되는 각각의 CQI 값에 대해서 상기 표 2의 CQI 인덱스 1 내지 15 중에서 소정의 요건을 만족하는 가장 높은 CQI 인덱스를 결정할 수 있다. 소정의 요건은, 해당 CQI 인덱스에 해당하는 변조 기법(예를 들어, MCS) 및 전송 블록 크기(TBS)의 조합을 가지고, CQI 레퍼런스 자원이라고 칭하여지는 하향링크 물리 자원 블록들의 그룹을 차지하는 단일 PDSCH 전송 블록이 0.1(즉, 10%)을 넘지 않는 전송 블록 에러 확률로 수신될 수 있는 것으로 정해질 수 있다. 만약 CQI 인덱스 1도 상기 요건을 만족하지 않는 경우에는 단말은 CQI 인덱스 0으로 결정할 수 있다.
- [0142] 전송 모드 9(최대 8 레이어 전송에 해당함) 및 피드백 보고 모드의 경우에, 단말은 CSI-RS에만 기초해서 상향링크 서브프레임 n 에서 보고되는 CQI 값을 계산하기 위한 채널 측정을 수행할 수 있다. 다른 전송 모드 및 해당하는 보고 모드들의 경우에, 단말은 CRS에 기초하여 CQI 계산을 위한 채널 측정을 수행할 수 있다.
- [0143] 아래의 요건이 모두 만족하는 경우에, 변조 기법 및 전송 블록 크기의 조합은 하나의 CQI 인덱스에 해당할 수 있다. 관련된 전송 블록 크기 테이블에 따라서 CQI 레퍼런스 자원에서의 PDSCH 상에서의 전송에 대해서 상기 조합이 시그널링될 수 있고, 변조 기법이 해당 CQI 인덱스에 의해서 지시되고, 그리고, 전송 블록 크기 및 변조 기법의 조합이 상기 레퍼런스 자원에 적용되는 경우에, 해당 CQI 인덱스에 의해 지시되는 코드 레이트에 최대한 가까운 유효 채널 코드 레이트를 가지는 것이 위 요건에 해당한다. 만약 전송 블록 크기 및 변조 기법의 조합의 2 개 이상이 해당 CQI 인덱스에 의해 지시되는 코드 레이트에 동일한 정도로 가까운 경우에는, 전송 블록 크기가 최소인 조합으로 결정될 수 있다.
- [0144] CQI 레퍼런스 자원은 다음과 같이 정의된다.
- [0145] 주파수 영역에서 CQI 레퍼런스 자원은, 도출된 CQI 값이 관련된 대역에 해당하는 하향링크 물리 자원 블록들의 그룹으로 정의된다.
- [0146] 시간 영역에서 CQI 레퍼런스 자원은, 단일 하향링크 서브프레임 n -nCQI_ref 로 정의된다. 여기서, 주기적 CQI 보고의 경우에는, nCQI_ref 는 4 이상의 값 중에서 가장 작은 값이면서, 하향링크 서브프레임 n -nCQI_ref 가 유효한 하향링크 서브프레임에 해당하는 값으로 결정된다. 비주기적 CQI 보고의 경우에는, nCQI_ref 는 상향링크 DCI 포맷(즉, 상향링크 스케줄링 제어 정보를 단말에게 제공하기 위한 PDCCH DCI 포맷)에서의 CQI 요청에 해당하는(또는 CQI 요청이 수신된) 유효한 하향링크 서브프레임과 동일한 하향링크 서브프레임이 CQI 레퍼런스 자원으로 결정된다. 또한, 비주기적 CQI 보고의 경우에, nCQI_ref 는 4이고 하향링크 서브프레임 n -nCQI_ref 는 유효한 하향링크 서브프레임에 해당하며, 여기서 하향링크 서브프레임 n -nCQI_ref 는 임의접속응답그래нт(random access response grant)에서의 CQI 요청에 해당하는(또는 CQI 요청이 수신된) 서브프레임 이후에 수신될 수 있다. 여기서, 유효한 하향링크 서브프레임이란, 해당 단말에 대해서 하향링크 서브프레임으로 설정되고, 전송 모드 9를 제외하고는 MBSFN 서브프레임이 아니고, DwPTS의 길이가 $7680 \cdot T_s$ ($T_s = 1/(15000 \times 2048)$ 초) 이하인 경우에 DwPTS 필드를 포함하지 않으며, 그리고, 해당 단말에 대해서 설정된 측정 갭에 속하지 않는 하향링크 서브프레임을 의미한다. 만약 CQI 레퍼런스 자원을 위한 유효한 하향링크 서브프레임이 없는 경우에는, 상향링크 서브프레임 n 에서 CQI 보고는 생략될 수 있다.
- [0147] 레이어 영역에서 CQI 레퍼런스 자원은, CQI가 전제로 하는 임의의 RI 및 PMI로 정의된다.
- [0148] CQI 레퍼런스 자원에서 단말이 CQI 인덱스를 유도하기 위해서 다음의 사항들을 가정할 수 있다: (1) 하향링크 서브프레임의 처음 3 OFDM 심볼은 제어 시그널링의 용도로 사용된다. (2) 주동기신호, 부동기신호 또는 물리방송채널에 의해서 사용되는 자원 요소는 없다. (3) 비-MBSFN 서브프레임의 CP 길이를 가진다. (4) 리턴던시 버전은 0이다. (5) 채널 측정을 위해서 CSI-RS가 사용되는 경우, PDSCH EPRE(Energy Per Resource Element) 대 CSI-RS EPRE의 비율은 상위 계층에 의해 시그널링되는 소정의 값을 가진다. (6) 전송 모드 별로 정의된 PDSCH 전송 기법(단일 안테나 포트 전송, 전송 다이버시티, 공간 다중화, MU-MIMO 등)이 해당 단말에 대해서 현재 설정되어 있다(디폴트 모드일 수 있음). (7) 채널 측정을 위해서 CRS가 사용되는 경우에, PDSCH EPRE 대 CRS EPRE는 소정의 요건에 따라서 결정될 수 있다. CQI 정의에 관련된 보다 구체적인 사항은 3GPP TS36.213을 참조할 수 있다.
- [0149] 요건대, 하향링크 수신단(예를 들어, 단말)은 현재 CQI 계산을 수행하는 시점을 기준으로 과거의 특정한 단일 서브프레임을 CQI 레퍼런스 자원으로 설정하고, 해당 CQI 레퍼런스 자원에서 기지국으로부터 PDSCH가 전송되었을 때 그 에러 확률이 10%를 넘지 않을 조건을 만족하도록 CQI 값을 계산할 수 있다.
- [0150] CSI 프로세스

- [0151] 단말에 대해서 하나 이상의 CSI 프로세스가 설정될 수 있다. 각각의 CSI 프로세스는, 채널 측정을 위한 CSI-RS 자원 및 CSI-간섭 측정 자원(CSI-IM resource)에 연관될 수 있다. 구체적으로, 하나의 CSI 프로세스는 원하는 신호 측정을 위한 하나의 NZP CSI-RS 자원과, 간섭 측정을 위한 하나의 간섭 측정 자원(IMR)의 연관으로 정의된다. 각각의 CSI 프로세스는 독립적인 CSI 피드백 설정을 가진다. 독립적인 CSI 피드백 설정은, 피드백 모드 (어떤 종류의 CSI(RI, PMI, CQI 등)를 어떤 순서로 전송할지), 피드백 주기 및 오프셋 등을 의미한다.
- [0152] 단말에 대해서 하나 이상의 CSI-IM 자원 설정이 주어질 수 있다. 각각의 CSI-IM 자원 설정에 대해서, ZP(zero power) CSI-RS 설정(즉, ZP CSI-RS가 매핑되는 RE 위치에 대한 설정 정보) 및 ZP CSI-RS 서브프레임 설정(즉, ZP CSI-RS가 발생(occur)하는 주기 및 오프셋에 대한 설정 정보)과 같은 상위계층 파라미터들이 설정될 수 있다.
- [0153] 또한, 단말에 대해서 하나 이상의 ZP CSI-RS 자원 설정이 주어질 수 있다. 각각의 ZP CSI-RS 자원 설정에 대해서, ZP CSI-RS 설정 리스트(즉, ZP CSI-RS에 대한 16 비트 크기의 비트맵 정보) 및 ZP CSI-RS 서브프레임 설정(즉, ZP CSI-RS가 발생하는 주기 및 오프셋에 대한 설정 정보)과 같은 상위계층 파라미터들이 설정될 수 있다.
- [0154] 반송파 병합
- [0155] 반송파 병합을 설명하기에 앞서 LTE-A에서 무선자원을 관리하기 위해 도입된 셀(Cell)의 개념에 대해 먼저 설명한다. 셀은 하향링크 자원과 상향링크 자원의 조합으로 이해될 수 있다. 여기서 상향링크 자원은 필수 요소는 아니며 따라서 셀은 하향링크 자원 단독 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 이루어질 수 있다. 하향링크 자원은 하향링크 구성반송파(Downlink component carrier; DL CC)로 상향링크 자원은 상향링크 구성반송파(Uplink component carrier; UL CC)로 지칭될 수 있다. DL CC 및 UL CC는 반송파 주파수(carrier frequency)로 표현될 수 있으며, 반송파 주파수는 해당 셀에서의 중심주파수(center frequency)를 의미한다.
- [0156] 셀은 프라이머리 주파수(primary frequency)에서 동작하는 프라이머리 셀(primary cell, PCell)과 세컨더리 주파수(secondary frequency)에서 동작하는 세컨더리 셀(secondary cell, SCell)로 분류될 수 있다. PCell과 SCell은 서빙 셀(serving cell)로 통칭될 수 있다. PCell은 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재설정 과정 또는 핸드오버 과정에서 지시된 셀이 PCell이 될 수 있다. 즉, PCell은 후술할 반송파 병합 환경에서 제어관련 중심이 되는 셀로 이해될 수 있다. 단말은 자신의 PCell에서 PUCCH를 할당 받고 전송할 수 있다. SCell은 RRC(Radio Resource Control) 연결 설정이 이루어진 이후 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 반송파 병합 환경에서 PCell을 제외한 나머지 서빙 셀을 SCell로 볼 수 있다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 반송파 병합이 설정되지 않았거나 반송파 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, PCell로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 반송파 병합이 설정된 단말의 경우, 하나 이상의 서빙 셀이 존재하고, 전체 서빙 셀에는 PCell과 전체 SCell이 포함된다. 반송파 병합을 지원하는 단말을 위해 네트워크는 초기 보안 활성화(initial security activation) 과정이 개시된 이후, 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 PCell에 부가하여 하나 이상의 SCell을 구성할 수 있다.
- [0157] 반송파 병합은 높은 고속 전송률에 대한 요구에 부합하기 위해 보다 넓은 대역을 사용할 수 있도록 도입된 기술이다. 반송파 병합은 반송파 주파수가 서로 다른 2개 이상의 구성반송파(component carrier, CC)들 또는 2개 이상의 셀들의 병합(aggregation)으로 정의될 수 있다. 여기서 각 CC는 주파수 상에서 연속적일 수도 있고, 또한 비 연속적일 수도 있다.
- [0158] 단말은 하향링크 데이터를 복수개의 DL CC를 통해 동시에 수신하고 모니터링할 수 있다. 각 DL CC와 UL CC 사이의 링크지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. DL CC/UL CC 링크는 시스템에 고정되어 있거나 반정적으로 구성될 수 있다. 또한, 시스템 전체 대역이 N개의 CC로 구성되더라도 특정 단말이 모니터링/수신할 수 있는 주파수 대역은 $M(<N)$ 개의 CC로 한정될 수 있다. 캐리어 병합에 대한 다양한 파라미터는 셀 특정(cell-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 단말 특정(UE-specific) 방식으로 설정될 수 있다.
- [0159] 크로스-반송파 스케줄링이란, 예를 들어, 복수의 서빙 셀 중 어느 하나의 DL CC의 제어영역에 다른 DL CC의 하향링크 스케줄링 할당 정보를 모두 포함하는 것, 또는 복수의 서빙 셀 중 어느 하나의 DL CC의 제어영역에 그 DL CC와 링크되어 있는 복수의 UL CC에 대한 상향링크 스케줄링 승인 정보를 모두 포함하는 것을 의미한다.
- [0160] 크로스-반송파 스케줄링과 관련하여, 반송파 지시자 필드(carrier indicator field, CIF)에 대해 설명한다. CIF는 PDCCH를 통해 전송되는 DCI 포맷에 포함되거나 (예를 들어, 3 비트 크기로 정의됨) 또는 포함되지 않을 수 있으며(예를 들어, 0 비트 크기로 정의됨), 포함된 경우 크로스-반송파 스케줄링이 적용된 것을 나타낸다. 크로스-반송파 스케줄링이 적용되지 않은 경우에는 하향링크 스케줄링 할당 정보는 현재 하향링크 스케줄링 할당 정

보가 전송되는 DL CC상에서 유효하다. 또한 상향링크 스케줄링 승인은 하향링크 스케줄링 할당 정보가 전송되는 DL CC 와 링크된 하나의 UL CC에 대해 유효하다.

[0161] 크로스-반송과 스케줄링이 적용된 경우, CIF는 어느 하나의 DL CC에서 PDCCH를 통해 전송되는 하향링크 스케줄링 할당 정보에 관련된 CC를 지시한다. 예를 들어, DL CC A 상의 제어 영역 내 PDCCH를 통해 DL CC B 및 DL CC C에 대한 하향링크 할당 정보, 즉 PDSCH 자원에 대한 정보가 전송된다. 단말은 DL CC A를 모니터링하여 CIF를 통해 PDSCH의 자원영역 및 해당 CC를 알 수 있다.

[0162] PDCCH에 CIF가 포함되거나 또는 포함되지 않는지는 반-정적으로 설정될 수 있고, 상위 계층 시그널링에 의해서 단말-특정으로 활성화될 수 있다.

[0163] CIF가 비활성화(disabled)된 경우에, 특정 DL CC 상의 PDCCH는 해당 동일한 DL CC 상의 PDSCH 자원을 할당하고, 특정 DL CC에 링크된 UL CC 상의 PUSCH 자원을 할당할 수 있다. 이 경우, 기존의 PDCCH 구조와 동일한 코딩 방식, CCE 기반 자원 매핑, DCI 포맷 등이 적용될 수 있다.

[0164] 한편, CIF가 활성화(enabled)되는 경우에, 특정 DL CC 상의 PDCCH는 복수개의 병합된 CC들 중에서 CIF가 지시하는 하나의 DL/UL CC 상에서의 PDSCH/PUSCH 자원을 할당할 수 있다. 이 경우, 기존의 PDCCH DCI 포맷에 CIF가 추가적으로 정의될 수 있으며, 고정된 3 비트 길이의 필드로 정의되거나, CIF 위치가 DCI 포맷 크기에 무관하게 고정될 수도 있다. 이 경우에도, 기존의 PDCCH 구조와 동일한 코딩 방식, CCE 기반 자원 매핑, DCI 포맷 등이 적용될 수 있다.

[0165] CIF가 존재하는 경우에도, 기지국은 PDCCH를 모니터링할 DL CC 세트를 할당할 수 있다. 이에 따라, 단말의 블라인드 디코딩의 부담이 감소할 수 있다. PDCCH 모니터링 CC 세트는 전체 병합된 DL CC의 일부분이고 단말은 PDCCH의 검출/디코딩을 해당 CC 세트에서만 수행할 수 있다. 즉, 단말에 대해서 PDSCH/PUSCH를 스케줄링하기 위해서, 기지국은 PDCCH를 PDCCH 모니터링 CC 세트 상에서만 전송할 수 있다. PDCCH 모니터링 DL CC 세트는 단말-특정 또는 단말 그룹-특정 또는 셀-특정으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 3 개의 DL CC가 병합되는 경우에, DL CC A 가 PDCCH 모니터링 DL CC로 설정될 수 있다. CIF가 비활성화되는 경우, 각각의 DL CC 상의 PDCCH는 DL CC A에서의 PDSCH만을 스케줄링할 수 있다. 한편, CIF가 활성화되면 DL CC A 상의 PDCCH는 DL CC A는 물론 다른 DL CC에서의 PDSCH도 스케줄링할 수 있다. DL CC A가 PDCCH 모니터링 CC로 설정되는 경우에는 DL CC B 및 DL CC C 에는 PDCCH가 전송되지 않을 수 있다.

[0166] QCL (Quasi Co-location)

[0167] QC 또는 QCL (Quasi Co-Located) 관계는 신호에 대한 관점 또는 채널에 대한 관점에서 설명할 수 있다.

[0168] 하나의 안테나 포트 상에서 수신되는 신호의 대규모 특성(large scale properties)이 다른 안테나 포트 상에서 수신되는 신호로부터 유추(infer)될 수 있는 경우에, 이들 두 안테나 포트가 QCL된 것이라고 할 수 있다. 여기서, 신호의 대규모 특성이란, 지연 확산(delay spread), 도플러 시프트(Doppler shift), 주파수 시프트(frequency shift), 평균 수신 전력(average received power), 수신 타이밍(received timing) 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0169] 또는, 하나의 안테나 포트 상의 심볼이 전송되는 채널의 대규모 특성이 다른 안테나 포트 상의 심볼이 전송되는 채널의 특성으로부터 유추될 수 있는 경우에, 이들 두 안테나 포트가 QCL된 것이라고 할 수 있다. 여기서, 채널의 대규모 특성이란 지연 확산(delay spread), 도플러 확산(Doppler spread), 도플러 시프트(Doppler shift), 평균 이득(average gain), 및 평균 지연(average delay) 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0170] 본 발명에서 QC 또는 QCL 이라는 용어를 사용함에 있어서, 위에서 설명하는 신호 관점 또는 채널 관점의 정의를 구분하지는 않는다.

[0171] 단말의 입장에서 QCL에 대한 가정이 성립하는 안테나 포트들 간에는, 실제로는 두 안테나 포트가 co-located 되어 있지 않더라도 마치 co-located 되어 있는 것으로 가정할 수 있다. 예를 들어, 단말은 QCL 가정이 성립하는 두 안테나 포트들이 동일한 전송 포인트(TP)에 존재하는 것으로 가정할 수 있다.

[0172] 예를 들어, 특정 CSI-RS 안테나 포트와, 특정 하향링크 DMRS 안테나 포트와, 특정 CRS 안테나 포트가 QCL되어 있는 것으로 설정될 수 있다. 이는, 특정 CSI-RS 안테나 포트와, 특정 하향링크 DMRS 안테나 포트와, 특정 CRS 안테나 포트가 하나의 서빙셀(serving-cell)로부터의 것인 경우일 수 있다.

[0173] 또한, CSI-RS 안테나 포트와 하향링크 DMRS 안테나 포트가 QCL되어 있는 것으로 설정될 수도 있다. 예를 들어,

복수개의 TP가 참여하는 CoMP 상황에서, 어떤 CSI-RS 안테나 포트가 실제로 어떤 TP로부터 전송되는 것인지는 단말에게 명시적으로 알려지지 않는다. 이 경우에, 특정 CSI-RS 안테나 포트와 특정 DMRS 안테나 포트가 QCL되어 있는 것을 단말에게 알려줄 수 있다. 이는 상기 특정 CSI-RS 안테나 포트와 특정 DMRS 안테나 포트가 어떤 하나의 TP로부터의 것인 경우일 수도 있다.

[0174] 이러한 경우, 단말은 CSI-RS 또는 CRS를 이용하여 획득한 채널의 대규모 특성 정보를 이용해서, DMRS를 통한 채널 추정의 성능을 높일 수 있다. 예를 들어, CSI-RS를 통해서 추정된 채널의 지연 확산을 이용해서, DMRS로부터 추정된 채널의 간섭을 억제하는 등의 동작을 할 수 있다.

[0175] 예를 들어, 지연 확산 및 도플러 확산에 대하여, 단말은 어떤 하나의 안테나 포트에 대한 전력-지연-프로파일(power-delay-profile), 지연 확산 및 도플러 스펙트럼, 도플러 확산 추정 결과를, 다른 안테나 포트에 대한 채널 추정 시 사용되는 위너 필터(Wiener filter) 등에 동일하게 적용할 수 있다. 또한, 주파수 시프트 및 수신 타이밍에 대해서, 단말은 어떤 하나의 안테나 포트에 대한 시간 및 주파수 동기화(synchronization)를 수행한 후, 동일한 동기화를 다른 안테나 포트의 복조에 적용할 수 있다. 또한, 평균 수신 전력에 대해서, 단말은 2 개 이상의 안테나 포트들에 대해서 참조신호수신전력(reference signal received power; RSRP) 측정을 평균화할 수 있다.

[0176] 예를 들어, 단말이 PDCCH 또는 Enhanced-PDCCH(EPDCCH)를 통해 특정 DMRS 기반 DL 관련 DCI 포맷(DMRS-based DL-related DCI format)을 통하여 DL 스케줄링 정보를 수신할 수 있다. 이 경우, 단말은 설정된 DMRS 시퀀스를 통해 해당 스케줄링된 PDSCH에 대한 채널 추정을 수행한 후 데이터 복조를 수행한다. 예를 들어, 만일 단말이 이러한 DL 스케줄링 정보로부터 받은 DMRS 포트 설정이 특정 RS(예를 들어, 특정 CSI-RS, 특정 CRS, 또는 자신의 DL 서빙셀 CRS, 등) 포트와 QCL된 것으로 가정할 수 있다면, 단말은 해당 DMRS 포트를 통한 채널 추정시 상기 특정 RS의 포트로부터 추정했던 지연 확산 등의 대규모 특성 추정치를 그대로 적용하여 DMRS-기반 수신 성능을 향상시킬 수가 있다.

[0177] 이는, CSI-RS 또는 CRS는 주파수 도메인에서 전대역에 걸쳐서 전송되는 셀-특정 신호이므로, 단말-특정으로 전송되는 DMRS에 비하여 채널의 대규모 특성을 보다 정확하게 파악할 수 있기 때문이다. 특히, CRS는 매 서브프레임에서 전 대역에 걸쳐서 상대적으로 높은 밀도로 브로드캐스트되는 참조신호이기 때문에, 일반적으로 채널의 대규모 특성에 대한 추정치는 CRS로부터 안정적으로 보다 정확하게 획득할 수 있다. 반면에 DMRS는 스케줄링된 특정 RB에서만 단말-특정으로 전송되므로 채널의 대규모 특성 추정치의 정확도가 CRS 또는 CSI-RS에 비하여 떨어진다. 또한, 단말이 다수의 PRBG를 스케줄링 받은 경우라고 하더라도, 기지국이 송신에 사용한 프리코딩 행렬은 물리 자원 블록 그룹(PRBG) 단위로 변환 수도 있으므로 단말에게 수신되는 유효 채널은 PRBG 단위로 달라질 수 있다. 따라서, 넓은 대역에 걸쳐 DMRS를 기반으로 대규모 채널 특성을 추정하더라도 그 정확성이 떨어질 수 있다.

[0178] 한편, 단말은 QCL 되어 있지 않은(non-quasi-co-located; NQC) 안테나 포트(AP)들에 대해서는, 해당 AP들이 동일한 대규모 채널 특성을 가지는 것으로는 가정할 수 없다. 이 경우에 단말은 타이밍 획득 및 추적(timing acquisition and tracking), 주파수 오프셋 추정 및 보상(frequency offset estimation and compensation), 지연 추정(delay estimation), 및 도플러 추정(Doppler estimation) 등에 대하여 NQC AP 별로 독립적으로 처리해야 한다.

[0179] PDSCH 자원 매핑 파라미터

[0180] QCL 여부는 하향링크 제어 정보(예를 들어, DCI 포맷 2D의 PQI 필드(PDSCH RE 매핑 및 QCL 지시자 필드))를 통해서 단말에게 제공될 수 있다. 구체적으로, QCL 설정에 대한 파라미터 세트들(예를 들어, 최대 4개의 파라미터 세트들)이 상위계층에 의해서 미리 설정되어 있고, DCI 포맷 2D의 PQI 필드를 통해서 상기 QCL 파라미터 세트들 중에서 특정 하나의 파라미터 세트가 지시될 수 있다.

[0181] 또한, 안테나 포트 인덱스 7 내지 14(즉, UE-specific RS 안테나 포트) 상에서 전송되는 PDSCH의 디코딩을 위해서, 단말에게 QCL 타입 A 또는 타입 B 중의 하나 이상이 상위 계층에 의해서(예를 들어, 상위 계층 파라미터 qcl-Operation에 따라서) 설정될 수 있다.

[0182] QCL 타입 A는, 단말이, 서빙 셀의 안테나 포트 인덱스 0 내지 3(즉, CRS 안테나 포트), 7 내지 14(즉, UE-specific RS 안테나 포트) 및 15 내지 22(즉, CSI-RS 안테나 포트)가 지연 확산, 도플러 확산, 도플러 시프트 및 평균 지연에 대해서 QCL 되어 있다고 가정하는 동작 방식이라고 할 수 있다.

[0183] QCL 타입 B는, 단말이, 상위 계층에 의해서 주어지는 NZP(Non-Zero Power) CSI-RS 설정 정보(qcl-CSi-RS-

ConfigNZPId-r11)에 의해 식별되는 CSI-RS 자원 설정에 해당하는 안테나 포트 인덱스 15 내지 22 (즉, CSI-RS 안테나 포트) 및 PDSCH에 연관된 안테나 포트 7 내지 14 (즉, UE-specific RS 안테나 포트)가 도플러 시프트, 도플러 확산, 평균 지연 및 지연 확산에 대해서 QCL 되어 있다고 가정하는 동작 방식이라고 할 수 있다.

[0184] QCL 타입 B로 설정된 단말은 검출된 PDCCH/EPDCCH의 DCI 포맷 2D의 PQI 필드가 지시하는 파라미터 세트를 이용하여 PDSCH RE 매핑을 결정하고 또한 PDSCH AP QCL을 결정할 수 있다. 아래의 표 3은 DCI 포맷 2D의 PQI 필드를 나타낸다.

표 3

PQI 필드의 값	설명
'00'	상위 계층에 의해서 설정된 파라미터 세트 1
'01'	상위 계층에 의해서 설정된 파라미터 세트 2
'10'	상위 계층에 의해서 설정된 파라미터 세트 3
'11'	상위 계층에 의해서 설정된 파라미터 세트 4

[0185]

[0186] 상위 계층 시그널링에 의해서 설정되는 PDSCH RE 매핑 및 PDSCH AP QCL을 결정하기 위한 파라미터 세트의 각각은, CRS 포트 개수 정보(crs-PortsCount-r11), CRS 주파수 시프트 정보(crs-FreqShift-r11), MBSFN(Multicast Broadcast Single Frequency Network) 서브프레임 설정 정보(mbsfn-SubframeConfigList-r11), ZP CSI-RS(Zero Power Channel State Information-Reference Signal) 설정 정보(csi-RS-ConfigZPId-r11), PDSCH 시작 심볼 값(pdsch-Start-r11), 또는 NZP(Non-Zero Power) CSI-RS 설정 정보(qcl-CSI-RS-ConfigNZPId-r11) 중에서 하나 이상의 파라미터를 포함할 수 있다.

[0187] QCL 타입 B로 설정된 단말이 C-RNTI로 CRC 마스크되어 있는 DCI 포맷 1A의 PDCCH/EPDCCH를 검출하는, 상기 표 3의 파라미터 세트 1을 이용하여 안테나 포트 인덱스 7 상에서 전송되는 PDSCH 디코딩을 수행하는 것으로 동작할 수 있다.

[0188] 단말이 DCI 포맷 1A의 PDCCH/EPDCCH에 따라 스케줄링되는 PDSCH를 디코딩함에 있어서, 상기 PDSCH가 안테나 포트 인덱스 0 내지 3 (즉, CRS 안테나 포트) 상에서 전송되는 경우에는, 단말은 가장 낮은 인덱스의 ZP CSI-RS 자원을 이용하여 PDSCH RE 매핑을 결정할 수 있다.

[0189] PDSCH에 대한 안테나 포트 QCL

[0190] 단말은 서빙 셀의 안테나 포트 인덱스 0 내지 3(즉, CRS 안테나 포트)가, 지연 확산, 지연 확산(delay spread), 도플러 확산(Doppler spread), 도플러 시프트(Doppler shift), 평균 이득(average gain) 및 평균 지연(average delay)에 대해서 QCL되어 있다고 가정할 수 있다.

[0191] 단말은 서빙 셀의 안테나 포트 인덱스 7 내지 14(즉, UE-specific RS 안테나 포트)가, 특정 서브프레임에서 지연 확산, 도플러 확산, 도플러 시프트, 평균 이득 및 평균 지연에 대해서 QCL되어 있다고 가정할 수 있다.

[0192] 단말은 서빙 셀의 안테나 포트 인덱스 0 내지 3(즉, CRS 안테나 포트), 5(즉, 3GPP LTE 릴리즈 8에서 정의된 UE-Specific RS 안테나 포트), 7 내지 14 (즉, 3GPP LTE 릴리즈 9 이후에 정의된 UE-Specific RS 안테나 포트) 및 15 내지 22(즉, CSI-RS 안테나 포트)가, 도플러 시프트, 도플러 확산, 평균 지연 및 지연 확산에 대해서 QCL 되어 있다고 가정할 수 있다.

[0193] QCL을 고려한 CSI-RS 정의

[0194] CSI-RS 설정에 대해서 기술한 내용에 추가적으로, QCL을 고려한 CSI-RS 정의에 대해서 설명한다.

[0195] 상위 계층에 의해서 단말에게 하나 이상의 CSI-RS 자원 설정(resource configuration)이 주어질 수 있다. CSI-RS 자원 설정은, CSI-RS 자원 설정 식별정보, CSI-RS 포트의 개수, CSI-RS 설정(즉, CSI-RS가 매핑되는 RE 위치에 대한 설정), CSI-RS 서브프레임 설정, CSI 프로세스(CSI process) 각각에 대한 레퍼런스 PDSCH의 전송 전력에 대한 UE 가정, 의사-랜덤 시퀀스 생성기 파라미터, 또는 QCL 타입 B에 대한 CRS 안테나 포트와 CSI-RS 안테나 포트에 대한 가정에 대한 상위 계층 파라미터(qcl-CRS-Info-r11) 중의 하나 이상의 정보를 포함할 수 있다. 여기서, qcl-CRS-Info-r11 파라미터는, 의사-랜덤 시퀀스 생성기 파라미터(qcl-ScramblingIdentity-

r11), CRS 포트 개수 파라미터(crs-PortsCount-r11) 및 MBSFN 서브프레임 설정 정보(mbsfn-SubframeConfigList-r11)를 포함할 수 있다.

[0196] 단말은 하나의 CSI-RS 자원 설정의 CSI-RS 안테나 포트들이 지연 확산, 도플러 확산, 도플러 시프트, 평균 이득 및 평균 지연에 대해서 QCL되어 있다고 가정할 수 있다.

[0197] QCL 타입 B로 설정된 단말은, CSI-RS 자원 설정에 해당하는 qcl-CRS-Info-r11 파라미터에 관련된 CRS 안테나 포트 인덱스 0 내지 3과, 상기 CSI-RS 자원 설정에 해당하는 CSI-RS 안테나 포트 인덱스 15 내지 22가 도플러 시프트 및 도플러 확산에 대해서 QCL되어 있다고 가정할 수 있다.

[0198] 협력 멀티 포인트(Coordinated Multi-Point: CoMP)

[0199] 3GPP LTE-A 시스템의 개선된 시스템 성능 요구조건에 따라서, CoMP 송수신 기술 (co-MIMO, 공동 (collaborative) MIMO 또는 네트워크 MIMO 등으로 표현되기도 함)이 제안되고 있다. CoMP 기술은 셀-경계 (cell-edge)에 위치한 단말의 성능을 증가시키고 평균 섹터 수율(throughput)을 증가시킬 수 있다.

[0200] 일반적으로, 주파수 재사용 인자(frequency reuse factor)가 1 인 다중-셀 환경에서, 셀-간 간섭(Inter-Cell Interference; ICI)으로 인하여 셀-경계에 위치한 단말의 성능과 평균 섹터 수율이 감소될 수 있다. 이러한 ICI 를 저감하기 위하여, 기존의 LTE 시스템에서는 단말 특정 전력 제어를 통한 부분 주파수 재사용(fractional frequency reuse; FFR)과 같은 단순한 수동적인 기법을 이용하여 간섭에 의해 제한을 받은 환경에서 셀-경계에 위치한 단말이 적절한 수율 성능을 가지도록 하는 방법이 적용되었다. 그러나, 셀 당 주파수 자원 사용을 낮추 기보다는, ICI를 저감하거나 ICI를 단말이 원하는 신호로 재사용하는 것이 보다 바람직할 수 있다. 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, CoMP 전송 기법이 적용될 수 있다.

[0201] 하향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 크게 조인트-프로세싱(joint processing; JP) 기법 및 조정 스케줄링/빔포밍 (coordinated scheduling/beamforming; CS/CB) 기법으로 분류할 수 있다.

[0202] JP 기법은 CoMP 협력 단위의 각각의 포인트(기지국)에서 데이터를 이용할 수 있다. CoMP 협력 단위는 협력 전송 기법에 이용되는 기지국들의 집합을 의미한다. JP 기법은 조인트 전송(Joint Transmission) 기법과 동적 셀 선택(Dynamic cell selection) 기법으로 분류할 수 있다.

[0203] 조인트 전송 기법은, PDSCH 가 한번에 복수개의 포인트(CoMP 협력 단위의 일부 또는 전부)로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 단일 단말로 전송되는 데이터는 복수개의 전송 포인트로부터 동시에 전송될 수 있다. 조인트 전송 기법에 의하면, 코히어런트하게(coherently) 또는 닌-코히어런트하게 (non-coherently) 수신 신호의 품질이 향상될 수 있고, 또한, 다른 단말에 대한 간섭을 능동적으로 소거할 수도 있다.

[0204] 동적 셀 선택 기법은, PDSCH가 한번에 (CoMP 협력 단위의) 하나의 포인트로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 특정 시점에서 단일 단말로 전송되는 데이터는 하나의 포인트로부터 전송되고, 그 시점에 협력 단위 내의 다른 포인트는 해당 단말에 대하여 데이터 전송을 하지 않으며, 해당 단말로 데이터를 전송하는 포인트는 동적으로 선택될 수 있다.

[0205] 한편, CS/CB 기법에 의하면 CoMP 협력 단위들이 단일 단말에 대한 데이터 전송의 빔포밍을 협력적으로 수행할 수 있다. 여기서, 데이터는 서빙셀(serving-cell)에서만 전송되지만, 사용자 스케줄링/빔포밍은 해당 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의하여 결정될 수 있다.

[0206] 한편, 상향링크의 경우에, 조정(coordinated) 다중-포인트 수신은 지리적으로 떨어진 복수개의 포인트들의 조정에 의해서 전송된 신호를 수신하는 것을 의미한다. 상향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 조인트 수신 (Joint Reception; JR) 및 조정 스케줄링/빔포밍(coordinated scheduling/beamforming; CS/CB)으로 분류할 수 있다.

[0207] JR 기법은 PUSCH 를 통해 전송된 신호가 복수개의 수신 포인트에서 수신되는 것을 의미하고, CS/CB 기법은 PUSCH 가 하나의 포인트에서만 수신되지만 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의해 결정되는 것을 의미한다.

[0208] 이러한 CoMP 시스템을 이용하면, 단말은 다중-셀 기지국(Multi-cell base station)으로부터 공동으로 데이터를 지원받을 수 있다. 또한, 각 기지국은 동일한 무선 주파수 자원(Same Radio Frequency Resource)을 이용하여 하나 이상의 단말에 동시에 지원함으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 기지국은 기지국과 단말 간의 채널상태정보에 기초하여 공간 분할 다중접속(Space Division Multiple Access: SDMA) 방법을 수행할 수도 있

다.

- [0209] CoMP 시스템에서 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국들은 백본망(Backbone Network)을 통해 스케줄러(scheduler)에 연결된다. 스케줄러는 백본망을 통하여 각 기지국이 측정된 각 단말 및 협력 기지국 간의 채널 상태에 관한 채널 정보를 피드백 받아 동작할 수 있다. 예를 들어, 스케줄러는 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국에 대하여 협력적 MIMO 동작을 위한 정보를 스케줄링할 수 있다. 즉, 스케줄러에서 각 기지국으로 협력적 MIMO 동작에 대한 지시를 직접 내릴 수 있다.
- [0210] 상술한 바와 같이 CoMP 시스템은 복수개의 셀들을 하나의 그룹으로 묶어 가상 MIMO 시스템으로 동작하는 것이라 할 수 있으며, 기본적으로는 다중 안테나를 사용하는 MIMO 시스템의 통신 기법이 적용될 수 있다.
- [0211] CoMP 및 CSI 프로세스
- [0212] 도 10은 하향링크 CoMP 동작의 예시를 나타내는 도면이다.
- [0213] 도 10의 예시에서 UE는 eNB1과 eNB2사이에서 위치하며, 두 eNB는 해당 UE로의 간섭 문제를 해결하기 위해서 JT(Joint Transmission), DCS(Dynamic Cell Selection), DPB(Dynamic Point Blanking), CS/CB(coordinated scheduling/beamforming)와 같은 적절한 CoMP 동작을 수행한다. UE는 이러한 CoMP 동작을 돕기 위하여 적절한 CSI 피드백을 수행하는데, 이 CSI 피드백에는 각 eNB에 대한 RI 정보, PMI 정보와 CQI 정보가 포함되어 있으며, 추가적으로 JT를 위한 두 eNB 사이의 채널 정보(예를 들어 eNB1으로부터 UE로의 채널과 eNB2로부터 UE로의 채널 사이의 위상 오프셋 정보)가 포함될 수 있다.
- [0214] 도 10에서 UE는 자신의 서빙 셀인 eNB1으로 CSI 피드백을 보고하는 것으로 도시하지만, 상황에 따라 eNB2로 CSI 피드백을 보고하거나, 두 eNB가 모두 CSI 피드백을 수신할 수도 있다.
- [0215] 네트워크에 의한 CoMP 스케줄링을 지원하기 위해서, UE는 서빙 eNB/TP의 DL(downlink) CSI 정보뿐만 아니라 CoMP에 참여하는 이웃 eNB/TP의 DL CSI 정보도 함께 피드백할 수 있다. 이를 위해 UE는 다양한 데이터 송신 eNB/TP와 다양한 간섭 환경을 반영하는 다수 개의 CSI 프로세스에 대한 CSI를 생성 및 피드백할 수 있다.
- [0216] CoMP CSI 계산에 있어서 간섭의 측정을 위해 간섭자원(IMR)이 사용된다. UE는 하나 이상의 IMR을 설정 받을 수 있으며, IMR은 각각 독립적인 설정을 가진다. 즉, 각각의 IMR의 발생 주기, 서브프레임 오프셋, 자원 설정(즉, RE 매핑 위치)은 독립적으로 주어지며, 이 정보는 상위계층(예를 들어, RRC 계층)을 통해서 네트워크로부터 UE에게 시그널링될 수 있다.
- [0217] CoMP CSI 계산에 있어서 원하는(desired) 채널 또는 신호의 측정을 위해 CSI-RS가 사용된다. UE는 하나 이상의 CSI-RS를 설정 받을 수 있으며, CSI-RS는 각각 독립적인 설정을 가진다. 즉, 각각의 CSI-RS의 전송 주기, 서브프레임 오프셋, 자원 설정(즉, RE 매핑 위치), 전송 전력에 대한 가정(즉, 파라미터 P_c), 안테나 포트 개수에 대한 설정은 독립적으로 주어지며, 이 정보는 상위계층(예를 들어, RRC 계층)을 통해서 네트워크로부터 UE에게 시그널링될 수 있다. 이를 신호 측정 자원(SMR)이라고 칭할 수도 있다.
- [0218] UE에게 설정된 하나 이상의 CSI-RS와 하나 이상의 IMR 중에서, 신호 측정을 위한 하나의 CSI-RS 자원과, 간섭 측정을 위한 하나의 IMR의 연관(또는 조합)으로 하나의 CSI 프로세스가 정의된다. 서로 다른 CSI 프로세스에 대해서 계산 또는 유도된 CSI 정보는, 독립적인 주기 및 서브프레임 오프셋에 따라서 UE로부터 네트워크로 피드백될 수 있다. 즉, 각각의 CSI 프로세스는 독립적인 CSI 피드백 설정을 가질 수 있다. 이러한 CSI-RS 자원과 IMR의 연관(또는 조합)에 대한 정보 및 CSI 피드백 설정 정보 등은 CSI 프로세스 별로 상위 계층 시그널링을 통해서 네트워크로부터 UE에게 제공될 수 있다. 도 10의 예시에 있어서, 예를 들어, 아래의 표 4와 같은 3개의 CSI 프로세스가 UE에 대해서 설정될 수 있다.

표 4

CSI 프로세스	SMR	IMR
CSI 프로세스 0	CSI-RS 0	IMR 0
CSI 프로세스 1	CSI-RS 1	IMR 1
CSI 프로세스 2	CSI-RS 0	IMR 2

- [0219]
- [0220] 상기 표 4에서 CSI-RS 0와 CSI-RS 1은 각각, UE의 서빙 eNB인 eNB1으로부터 수신하는 CSI-RS와 협력에 참여하

는 이웃 eNB인 eNB2로부터 수신하는 CSI-RS를 나타낸다.

[0221] 아래의 표 5는 상기 표 4의 3 개의 IMR 설정을 나타낸다. IMR 0은 eNB1은 뮤팅(muting) (또는 널(null) 신호 전송)을 수행하고 eNB2는 데이터 송신을 수행하는 자원으로 설정되고, UE는 IMR 0로부터 eNB1을 제외한 다른 eNB들로부터의 간섭을 측정한다. IMR 1은 eNB2은 뮤팅을 수행하고 eNB1는 데이터 송신을 수행하는 자원으로 설정되며, UE는 IMR 1로부터 eNB2을 제외한 다른 eNB들로부터의 간섭을 측정한다. IMR 2는 eNB1과 eNB2 모두 뮤팅을 수행하는 자원으로 설정되고, UE는 IMR 2로부터 eNB1과 eNB2을 제외한 다른 eNB들로부터의 간섭을 측정한다.

표 5

IMR	eNB1	eNB2
IMR 0	뮤팅	데이터 전송
IMR 1	데이터 전송	뮤팅
IMR 2	뮤팅	뮤팅

[0222]

[0223]상기 표 4에서 CSI process 0의 CSI 정보는 eNB1으로부터 데이터를 수신하는 경우에 대한 최적의 RI, PMI, CQI 정보를 나타낸다. CSI process 1의 CSI 정보는 eNB2으로부터 데이터를 수신하는 경우에 대한 최적의 RI, PMI, CQI 정보를 나타낸다. CSI process 2의 CSI 정보는 eNB1으로부터 데이터를 수신하고 eNB2로부터 간섭을 전혀 받지 않는 경우에 대한 최적의 RI, PMI, CQI 정보를 나타낸다.

[0224]NIB CoMP에 대한 개선 방안

[0225]비-이상적인 백홀(Non-Ideal Backhaul; NIB) 네트워크는, 지리적으로 떨어진 CoMP 포인트들 간의 백홀 링크에서 신호 송수신에 어느 정도의 지연(예를 들어, 5 내지 30ms)이 존재하는 네트워크를 의미한다. 기존의 CoMP 동작은 CoMP 포인트들 간의 백홀 링크 상에서 지연이 없이 제어 정보를 주고 받을 수 있는 이상적인 상태라는 가정하에 설계된 것이어서, CoMP 포인트들 간에 서브프레임 단위의 동적인 스케줄링 결정이 가능하며, 예를 들어, 매 서브프레임마다 PDSCH의 전송 포인트가 변경되는 동적 포인트 스위칭(DPS) 기법이 지원될 수 있다. 예를 들어, DPS를 지원하기 위한 목적으로 전송모드10(TM10)으로 설정된 UE에게 DCI 포맷 2D로 하향링크 할당(DL assignment)를 제공할 때에, DCI 포맷 2D 내의 2 비트 크기의 PQI 필드를 특정 상태 값으로 지시해 줌으로써, PDSCH를 전송 TP에 대한 PDSCH RE 매핑 정보 및 RS 사이의 QCL 정보를 동적으로 제공할 수 있다.

[0226]그러나, 이러한 기존의 CoMP 동작은 NIB 네트워크에서의 CoMP 동작에 그대로 적용할 수 없는 문제가 존재한다. 예를 들어, CoMP 참여 포인트들 사이의 백홀 링크가 NIB인 경우, 어떤 포인트가 현재 서브프레임에서 PQI 필드를 포함하는 DCI 포맷 2D를 UE에게 제공함으로써, 해당 서브프레임에서 다른 포인트로부터 전송되는 PDSCH에 대한 스케줄링 정보를 알려주기 위해서는, NIB 상의 송수신 지연 이전에 두 포인트들 사이에 상기 PDSCH 스케줄링이 미리 결정 및 공유되어 있어야 한다. 이는 동적 포인트 선택이라기 보다는 미리 정의된 패턴에 따른 정적인 PDSCH 스케줄링 동작에 가깝기 때문에, NIB에서는 기존의 CoMP 방식을 지원하기 어려운 한계점이 존재한다.

[0227]따라서, 본 발명에서는 NIB 네트워크에서의 CoMP를 올바르게 효율적으로 수행 또는 지원할 수 있는 방안에 대해서 제안한다.

[0228]이하에서는 주로 기지국(eNB)들 사이의 CoMP를 예로 들어 설명하지만, 본 발명의 원리는 전송 포인트(TP), 수신 포인트(RP), 원격무선헤드(remote radio head; RRH), 중계기(relay) 사이의 CoMP에도 적용될 수 있다. 즉, 기지국, TP, RP, RRH, relay 라는 용어 중의 어느 하나는 다른 용어들을 대표하는 것으로 이해되어야 한다.

[0229]또한, 이하에서는 3GPP LTE 시스템을 기반으로 본 발명에 대해서 설명하지만, 본 발명의 원리는 다른 기술에 기반한 통신 시스템에 대해서도 적용될 수 있다.

[0230]NIB CoMP를 위한 Xn-signaling 정보

[0231]도 11은 CoMP가 적용되지 않는 상황에 대해서 설명하기 위한 도면이다.

[0232]도 11의 예시에서 UE의 서빙 셀은 TP1이고, UE는 DL 스케줄링 정보를 TP1으로부터 수신하고, PDSCH도 TP1으로부터 받게 된다.

[0233]도 11의 예시와 같은 비-CoMP(non-CoMP) 상황에서 TP1과 TP2가 NIB 링크를 통해 협력 전송을 위한 시그널링을

교환할 수 있다. 이러한 협력 전송을 위한 시그널링은 TP들 간의 링크를 지칭하는 Xn 링크(예를 들어, X2 링크/백홀 링크) 상에서 전송된다는 점에서, Xn-signaling의 형태를 가질 수 있다. 또한, 협력 전송을 위한 시그널링은, 로딩(load) 정보, 하나 이상의 CSI-RS 설정 정보, 하나 이상의 CSI-IM (또는 IMR) 설정 정보, 또는 DMRS 설정 정보 중에서 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0234] 상기 로딩 정보(또는 혼잡(congestion) 정보)는, 특정 TP가 자신에게 접속 중인 (즉, 자신을 서빙 셀로 하는) UE들의 개수에 대한 정보를 포함할 수 있다. 이와 함께 또는 이 대신에, 상기 로딩 정보는 특정 TP가 자신에게 접속가능한 최대 UE의 개수를 기준으로 현재 접속 중인 UE의 개수에 대한 비율(또는 퍼센트) 정보와 같이, 특정 TP가 서비스가 가능한 용량 대비 사용량 또는 여유분을 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 이러한 로딩 정보는 특정 TP가 다른 TP에게 Xn-signaling 방식으로 전달하거나, 복수개의 TP들에게 멀티캐스트/브로드캐스트할 수도 있다. 또한, 특정 TP는 다른 TP(들)에게 위와 같은 로딩 정보를 제공해 줄 것을 요청할 수도 있다.

[0235] 상기 하나 이상의 CSI-RS 설정 정보는, 특정 TP가 자신의 NZP CSI-RS 설정 정보(예를 들어, NZP CSI-RS RE 위치, 주기, 오프셋 등) 및/또는 자신의 ZP CSI-RS 설정 정보(예를 들어, ZP CSI-RS RE 위치, 주기, 오프셋 등)를 포함할 수 있다. 상기 NZP CSI-RS 설정 정보는 하나 또는 복수개의 NZP CSI-RS 설정에 대한 것일 수도 있고, 상기 TP가 실제로 전송 중인 NZP CSI-RS에 대한 것일 수도 있고, 또는 특정 UE에게 설정되어 있는 NZP CSI-RS에 대한 것일 수도 있다. 또한, 상기 ZP CSI-RS 설정 정보는 하나 또는 복수개의 ZP CSI-RS 설정에 대한 것일 수도 있고, 이는 PDSCH 레이트 매칭에 적용되는 ZP CSI-RS 설정 정보일 수도 있다. 이러한 하나 이상의 CSI-RS 설정 정보는 특정 TP가 다른 TP에게 Xn-signaling 방식으로 전달하거나, 복수개의 TP들에게 멀티캐스트/브로드캐스트할 수도 있다. 또한, 특정 TP는 다른 TP(들)에게 위와 같은 하나 이상의 CSI-RS 설정 정보를 제공해 줄 것을 요청할 수도 있다.

[0236] 상기 하나 이상의 CSI-IM (또는 IMR) 설정 정보는, 특정 TP의 하나 이상의 CSI-IM 설정 정보(예를 들어, ZP CSI-RS RE 위치, 주기, 오프셋 등) 및/또는 해당 CSI-IM 설정의 각각에 대해서 해당 RE 위치에 상기 특정 TP가 뮤팅을 수행하는지 여부(또는 전송 수행 여부)에 대한 정보를 포함할 수 있다. 상기 특정 TP의 CSI-RS 설정 정보는, 특정 TP가 특정 UE(들)에게 설정한 CSI-IM 설정 정보, 상기 특정 TP에게 연관(associate)된 UE(들)에게 설정하지는 않았으나 인접 TP들의 UE(들)에게 설정되어 해당 UE(들)의 CSI 계산/생성을 위한 특정 간섭 환경을 제공하기 위한 CSI-IM 설정 정보(예를 들어, ZP CSI-RS RE 위치, 주기, 오프셋 등) 등을 포함할 수 있다. 이러한 하나 이상의 CSI-IM 설정 정보는 특정 TP가 다른 TP에게 Xn-signaling 방식으로 전달하거나, 복수개의 TP들에게 멀티캐스트/브로드캐스트할 수도 있다. 또한, 특정 TP는 다른 TP(들)에게 위와 같은 하나 이상의 CSI-IM 설정 정보를 제공해 줄 것을 요청할 수도 있다. 또한, 특정 TP는 다른 TP(들)에게 특정 CSI-IM 설정의 해당 RE 위치에서 뮤팅할 것을 요청(또는 전송을 수행할 것을 요청)할 수도 있다.

[0237] 상기 DMRS 설정 정보는, CoMP 전송의 대상이 되는 UE 별로 각각의 TP에서 PDSCH를 전송해줄 경우 적용할 DMRS 설정(예를 들어, DMRS 시퀀스 스크램블링 초기화 파라미터(sequence scrambling initialization parameter)) 정보를 미리 TP들 간에 교환하는 Xn-signaling이 지원될 필요가 있다. 예를 들어, TP1과 TP2가 서로 시간 구간을 나누어 스위칭하며 UE에 대한 PDSCH 전송을 하는 CoMP 상황에서, TP2가 해당 UE에게 PDSCH 전송을 하기 위해서 사용하는 DMRS 설정 정보를, TP2가 TP1에게 Xn-signaling을 통해 미리 알려주어야 한다. 왜냐하면, TP1이 UE에게 DMRS 설정 정보를 RRC 시그널링을 통해서 알려주어야 해당 UE가 PDSCH 수신을 올바르게 수행할 수 있는데, TP1과 TP2 사이의 Xn-signaling의 레이턴시(latency)보다 TP1으로부터 UE로의 RRC 시그널링의 레이턴시가 더 클 수 있기 때문이다. 따라서, TP1은 TP2로부터 미리 수신한 TP2의 DMRS 설정 정보를 UE에게 RRC 시그널링을 통해 알려주면, UE는 TP2의 DMRS 설정에 기초하여 TP2로부터의 PDSCH를 올바르게 수신할 수 있다.

[0238] 여기서, 특정 CSI-IM 설정 정보는 복수개의 TP들을 포함하는 네트워크(예를 들어, CoMP 클러스터) 내에서 고유(unique)하게 지시될 수 있어야 한다. 즉, TP1이 의도하는 특정 CSI-IM 설정을 지시하는 정보를 수신한 TP2에서, 해당 정보로부터 TP1이 의도하는 CSI-IM 설정이 무엇인지를 알 수 있도록 하기 위해서는 복수개의 TP들 사이에서 어떤 CSI-IM 설정 정보가 어떤 CSI-IM 설정을 지시하는 것인지가 미리 정의되어 있어야 한다. 따라서, 본 발명에서는 네트워크-와이즈(network-wise) CSI-IM 설정 정보(이하, NW-CSI-IM 설정 정보)를 정의하는 것을 제안한다. 예를 들어, NW-CSI-IM 설정 정보는, 각각의 CSI-IM 설정에 대해서 NW-CSI-IM 인덱스(또는 NW-CSI-IM 설정 인덱스)를 부여함으로써 정의될 수 있고, TP들 사이에서 Xn-signaling의 형태로 NW-CSI-IM 설정 정보를 주고 받을 수 있다.

[0239] 예를 들어, 3 개의 eNB가 하나의 CoMP 클러스터를 이루고 있다고 가정하고, 이 경우 총 M 개의 NW-CSI-IM 인덱스가 정의될 수 있다. 예를 들어, 아래의 표 6에서와 같이 M=7개의 NW-CSI-IM 인덱스가 부여될 수 있다.

표 6

NW-CSI-IM index	eNB1	eNB2	eNB3
NW-CSI-IM index 1	muting	muting	muting
NW-CSI-IM index 2	muting	muting	non-muting
NW-CSI-IM index 3	muting	non-muting	muting
NW-CSI-IM index 4	muting	non-muting	non-muting
NW-CSI-IM index 5	non-muting	muting	muting
NW-CSI-IM index 6	non-muting	muting	non-muting
NW-CSI-IM index 7	non-muting	non-muting	muting

[0240]

[0241]

상기 표 6의 예시에서와 같이, 본 발명에서 제안하는 NW-CSI-IM 설정 정보는, 특정 eNB 별로 뮤팅 여부를 직접적으로 지시하는 정보라고 할 수도 있다.

[0242]

또한, 상기 표 6은 단지 예시적인 것이며, non-muting이라고 표시된 항목이 복수개의 전송 전력 레벨로 세분화될 수도 있고, 이 경우 M 은 7보다 높은 값으로 설정될 수도 있다. 이러한 다양한 간섭 가설(interference hypothesis)을 고려하여 NW-CSI-IM 설정 정보를 정의하는 경우, M 값은 7보다 높은 값으로 설정될 수도 있다. 또는 각각의 eNB의 뮤팅여부에 대한 모든 경우의 수를 고려하지 않고 일부만을 정의하는 경우라면, M 값은 7보다 낮은 값으로 설정될 수도 있다.

[0243]

또한, NW-CSI-IM 설정 정보는 각 eNB의 뮤팅 여부(non-muting의 경우에는 전력 레벨)를 지시하는 추가적으로 특정 eNB의 동작(behavior)이 어떤 것이라도 무관함을 지시할 수도 있다. 예를 들어, NW-CSI-IM 설정 정보는 CoMP 클러스터 내의 각각의 eNB 별로 "muting," "non-muting," 또는 "don't care" 을 지시하는 것으로 정의될 수도 있다. 예를 들어, 상기 표 6의 예시에 NW-CSI-IM index 8이 추가되어 아래의 표 7과 같이 NW-CSI-IM 설정 정보가 정의될 수도 있다.

표 7

NW-CSI-IM index	eNB1	eNB2	eNB3
NW-CSI-IM index 1	muting	muting	muting
NW-CSI-IM index 2	muting	muting	non-muting
NW-CSI-IM index 3	muting	non-muting	muting
NW-CSI-IM index 4	muting	non-muting	non-muting
NW-CSI-IM index 5	non-muting	muting	Muting
NW-CSI-IM index 6	non-muting	muting	non-muting
NW-CSI-IM index 7	non-muting	non-muting	Muting
NW-CSI-IM index 8	non-muting	don't care	Muting

[0244]

[0245]

즉, NW-CSI-IM index 8에서는 eNB2의 해당 NW-CSI-IM 자원에서의 동작이 "don't care"로 설정될 수 있고, 이는 eNB2가 해당 NW-CSI-IM 자원서 muting을 수행하는지, non-muting을 수행하는지, 또는 non-muting이더라도 어떠한 프리코딩 및 어떤 전력 할당이 적용된 신호가 전송되는지 등은 eNB2가 임의로 결정할 수 있음을 의미한다. 따라서, 다른 eNB들(예를 들어, eNB1 및 eNB3)은 eNB2가 해당 NW-CSI-IM 자원에서 어떠한 동작을 취하는지에 대해서 예상할 수 없고, eNB2에 의해서 유발되는 간섭이 일정하다고 보장할 수 없음을 의미한다.

[0246]

상기 예시들에서와 같이, 개별 eNB의 특정 CSI-IM 자원에서의 동작의 가설을 명시적으로 나타내는 Xn-signaling 포맷(예를 들어, 백홀 시그널링 포맷)이 설계되고, 이에 따라 eNB들 간에 CSI-IM 설정 정보가 교환될 수 있다. 예를 들어, 각각의 NW-CSI-IM index는, 각각의 eNB에 대해서 {뮤팅, 소정의 최대 또는 최소 전력 레벨 값, 특정 프리코딩 정보(예를 들어, 빔 방향, 프리코딩 계수, 또는 프리코딩 세트 정보), "don't care"} 로 구성된 집합 중의 하나 이상의 원소를 명시적으로 지시하는 것으로 정의될 수 있고, 특정 NW-CSI-IM index를 이용하여 백홀 시그널링이 수행될 수 있다.

[0247]

또한, 상기 NW-CSI-IM 설정 정보는 eNB들 간의 시그널링에 이용될 수도 있고, eNB가 UE에게 지시해주는 CoMP 가설에 대한 정보로서 이용될 수도 있다. 예를 들어, eNB1은 자신에게 접속되어 있는 UE들에게 RRC 등의 상위 계

층 신호를 통해 상기 NW-CSI-IM index 1, 2, 3, 4 중에 일부(또는 전부)를 설정하는 것이 가능하다. 예를 들어, eNB1에 접속되어 있는 CoMP UE1에게는 상기 NW-CSI-IM index 4 (non-CoMP 간섭 환경을 반영) 및 NW-CSI-IM index 2 (eNB2가 muting해주는 CoMP환경을 반영)의 두 가지 NW-CSI-IM 인덱스들이 RRC에 의해 설정될 수 있고, NW-CSI-IM index 2 및 4가 별도의 CSI 프로세스에 포함되도록 함으로써, 서로 다른 CoMP 가설(예를 들어, 상이한 간섭 환경)에 기초하여 CoMP UE1이 CSI를 계산/생성하고 eNB1으로 피드백할 수도 있다. 예를 들어, 해당 CoMP UE1에게, NW-CSI-IM index 4는 csi-IM-ConfigId-r11=1로, NW-CSI-IM index 2는 csi-IM-ConfigId-r11=2로 설정될 수 있다.

[0248] 즉, 개별 UE에게는 csi-IM-ConfigId-r11값을 {1, ..., maxCSI-IM-r11} 중에서 하나로 지정하여 설정할 수 있지만, 네트워크(예를 들어, CoMP 클러스터) 관점에서는 이는 네트워크에서 고유(unique)하게 부여되어 있는 상기 NW-CSI-IM index 1,...,7 에 해당할 수 있다.

[0249] 또 다른 예시로서, eNB2는 자신에게 접속되어 있는 UE들에게 RRC 등의 상위 계층 신호를 통해 상기 NW-CSI-IM index 1, 2, 5, 6 중에 일부(또는 전부)를 설정하여 줄 수 있고, 해당 UE들은 각각의 NW-CSI-IM index에 해당하는 서로 다른 CoMP 환경을 고려하여 CSI를 계산하고 피드백할 수 있다.

[0250] 상기 예시들에서는 주로 CSI-IM 설정을 지시하는 정보를 네트워크-와이즈로 정의하는 방안에 대해서 설명하였지만, 이러한 원리는 NZP CSI-RS 설정 정보나 ZP CSI-RS 설정 정보에 대해서도 적용될 수 있다. 즉, 복수개의 eNB를 포함하는 특정 규모의 네트워크(예를 들어, CoMP 클러스터) 내에서, NW-NZP-CSI-RS 설정 정보(또는 NW-NZP-CSI-RS 인덱스) 및/또는 NW-ZP-CSI-RS 설정 정보(또는 NW-ZP-CSI-RS 인덱스)를 정의함으로써, 특정 NW-NZP-CSI-RS 설정 및/또는 특정 NW-ZP-CSI-RS 설정이 네트워크 내의 eNB들(또한, 해당 eNB에 의해서 서빙되는 UE들)에서 고유(unique)하게 지칭될 수 있다.

[0251] 나아가, CSI-IM 설정을 지시하는 정보를 네트워크-와이즈로 정의하는 개념은, CSI 프로세스 설정 정보에 대해서도 적용될 수 있다. 예를 들어, 하나의 CSI 프로세스 index는 (하나의) NZP CSI-RS index 및 (하나의) CSI-IM index 의 조합 형태로 정의될 수 있다. 즉, 복수개의 eNB를 포함하는 특정 규모의 네트워크(예를 들어, CoMP 클러스터) 내에서, NW-CSI-process 설정 정보(또는 NW-CSI-process 인덱스)를 정의함으로써, 특정 NW-CSI-process 설정이 네트워크 내의 eNB들(또한, 해당 eNB에 의해서 서빙되는 UE들)에서 고유(unique)하게 지칭될 수 있다.

[0252] 전송한 로딩 정보, 하나 이상의 CSI-RS 설정 정보, 하나 이상의 CSI-IM (또는 IMR) 설정 정보, 또는 DMRS 설정 정보는, CoMP에 참여하는 TP들 간에 Xn-signaling 등으로 사전에 (또는, 주기적으로) 교환하여야 하는 정보일 수 있다. 즉, NIB CoMP 동작에 참여하는 TP들 간에 이와 같은 정보들을 Xn-signaling 등으로 사전에 교환하여야, Xn-signaling 지연(예를 들어, 수십 ms)이 있더라도 언제 어떠한 조건에 CoMP 동작을 개시할지(예를 들어, TP1의 로딩 상황에 여유가 있다면 TP1은 뮤팅을 수행하는 등)를 판단하는 근거로서 사용할 수 있다.

[0253] 또한, 상기 로딩 정보, 하나 이상의 CSI-RS 설정 정보, 하나 이상의 CSI-IM (또는 IMR) 설정 정보, 또는 DMRS 설정 정보는, CoMP 동작을 위해서만 사용되는 것으로 제한되지 않으며, NAICS(Network-Assisted Interference Cancellation and Suppression) 방식을 사용하는 단말의 동작을 지원하기 위한 용도 등의 다른 용도로도 사용될 수 있다.

[0254] SSPM 기법을 위한 Xn-signaling 방안

[0255] 도 12는 SSPM 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0256] NIB CoMP를 위해서 TP들 간의 Xn-signaling을 이용하는 기법으로서, 반-정적 포인트 뮤팅(Semi-Static Point Muting; SSPM) 기법이 적용될 수 있다. 이하에서는 SSPM의 경우에 추가적으로 고려되는 Xn-signaling 특징에 대해서 설명한다.

[0257] SSPM은 특정 TP(예를 들어, 서빙 TP1)만 PDSCH를 전송하며, 인접 TP(들)은 소정의 시간 구간 동안 소정의 대역에 대해 뮤팅을 수행하는 방식이다. TP(들)이 뮤팅을 수행하는 시간 구간 및 대역에 대한 정보는 TP들 간에 Xn-signaling을 통해 미리 약속될 수 있다. 특정 시간 구간에 특정 대역에서 인접 TP(들)이 전송을 하지 않는 SSPM 기법에 따르면, CoMP UE의 입장에서 인접 TP(들)로부터의 간섭이 최소화되므로 서빙 TP로부터 전송되는 PDSCH를 수신하는 성능이 최대화될 수 있다.

[0258] SSPM 개시를 위한 1-way Xn-signaling 방안

[0259] SSPM을 위한 Xn-signaling은 특정 TP가 일방향(1-way)으로 브로드캐스트(또는 하나 이상의 다른 TP에게 유니캐

스트 또는 멀티캐스트)하는 것으로 정의될 수 있다.

- [0260] 이 때 Xn-signaling을 전송하는 TP가 제공하는 정보는, "특정 시간 구간" 동안 "특정 대역"에 대해 자신이 또는 다른 TP(들)가 뮤팅을 수행할 것임을 알려주는 (또는 약속하는) 메시지일 수 있다.
- [0261] 여기서, "특정 시간 구간"은 소정의 시간 단위(예를 들어, 서브프레임)에 의해 표현되는 값일 수도 있다. 또한, "특정 시간 구간"은 TP간에 서로 확실히 알고 있는 기준 시간을 기반으로 언제부터 뮤팅을 시작하고 언제까지 끝내는지를 나타내는 시간 정보(예를 들어, 서브프레임 비트맵의 형태로 구성되어, 연속적 또는 불연속적인 시간 정보)로 표현될 수도 있다. 또한, 위와 같은 서브프레임 비트맵 형태에 추가적으로 어느 시점(예를 들어, 특정 서브프레임 인덱스 등)부터 해당 "특정 시간 구간"이 개시되는 것인지를 명시적으로 지시할 수도 있고, 상기 서브프레임 비트맵이 몇 번 순환한 후에 어느 시점(예를 들어, 특정 서브프레임 인덱스 등)에서 "특정 시간 구간"이 종료하는지를 명시적으로 지시할 수도 있다.
- [0262] 이러한 "특정 시간 구간"을 표현하기 위해서 CoMP 동작(muting/non-muting 등)이 적용되는(또는 시작되는) 프레임 번호(frame number) (예를 들어, 시스템 프레임 번호(SFN))가 사용될 수 있다. 예를 들어, Xn-signaling에 포함된 SFN이 명시적으로 지시하는 무선 프레임에서 CoMP 동작이 적용되는 것을 나타낼 수 있다. 이 때의 프레임 번호 (예를 들어, SFN)는 Xn-signaling을 전송하는 TP의 타이밍을 기준으로 하는 것으로 정의될 수 있다. 또는, Xn-signaling을 수신하는 TP의 타이밍에 관한 정보를 Xn-signaling을 전송하는 TP가 알고 있는 경우에는, 상기 SFN 값을 Xn-signaling을 수신하는 TP의 타이밍을 기준으로 하는 값으로 설정하여 전송할 수도 있다.
- [0263] 또한, "특정 대역"은 소정의 주파수 단위(예를 들어, RB 단위)에 의해 표현되는 값일 수도 있다.
- [0264] SSPM 개시를 위한 2-way Xn-signaling 방안
- [0265] SSPM을 위한 Xn-signaling은 TP1이 TP2에게 뮤팅을 수행해 줄 것(즉, 자원 조정(resource coordination))을 요청(request)하고, TP2가 이에 대해서 TP1에게 응답하는 형태의 양-방향(2-way) 시그널링으로 정의될 수 있다. 이 때, TP2가 전송하는 응답 메시지는 TP1 및 다른 TP(예를 들어, TP3, TP4,...)에게도 멀티캐스트/브로드캐스트 방식으로 전달될 수도 있고, 또는 TP2가 TP1 및 다른 TP(들)에게 개별적으로 유니캐스트 방식으로 전달할 수도 있다.
- [0266] 이 때 TP1이 전송하는 요청 메시지에 포함되는 정보는, "특정 시간 구간" 동안 "특정 대역"에 대해 TP2가 뮤팅을 수행해 줄 것을 요청하는 메시지일 수 있다.
- [0267] 또한, "특정 시간 구간" 및 "특정 대역"은, 상기 SSPM을 위한 1-way Xn-signaling 방안에서 설명한 사항이 동일하게 적용될 수 있다.
- [0268] 상기 예시에서 TP1이 요청 메시지를 전송하기 위한 "특정 조건"이 정의될 수 있다.
- [0269] 예를 들어, TP1이 자신에게 연관(associate)된 UE들에게 각각 사전에 복수개의 CSI 프로세스들을 RRC 시그널링(RRC 시그널링은 100ms 이상의 지연이 발생할 수 있는 것으로 가정함)을 통해서 설정하여 주고, 각각의 CSI 프로세스에 대한 피드백을 계속 수신하면서 서로 다른 CSI 프로세스에 대해서 피드백되는 CQI의 차이가 소정의 기준 값 이상으로 나는 경우에, TP1은 상기 요청 메시지를 전송할 수 있다. 상기 복수개의 CSI 프로세스는 CSI 프로세스 1 및 CSI 프로세스 2를 포함할 수 있고, 예를 들어, CSI 프로세스 1은 NZP CSI-RS1과 TP2가 non-muting할 때를 반영하는 CSI-IM1의 조합으로 설정되어 있고, CSI 프로세스 2는 NZP CSI-RS1과 TP2가 muting할 때를 반영하는 CSI-IM2의 조합으로 설정되어 있을 수 있다. CSI 프로세스 1에 대해서 피드백되는 CQI1과 CSI 프로세스 2에 대해서 피드백되는 CQI2가 소정의 기준 값 이상으로 차이나는 경우가, 상기 요청 메시지 전송에 대한 조건이 만족되는 것이라고 할 수 있다.
- [0270] 이러한 "특정 조건"에는 TP1과 TP2간의 로딩 정보도 또한 고려되도록 할 수 있다. 예를 들어 TP2의 로딩 상황이 소정의 기준값보다 여유가 있는 경우에만 상기 요청을 허용하는 것으로 정의될 수 있다. 또는, TP2의 로딩 상황이 소정이 기준값보다 혼잡한 경우에는, 상기 요청이 전달되더라도 TP2가 거절할 수도 있다.
- [0271] 또한, 이러한 "특정 조건"으로는 TP들간에 사전에 우선순위가 설정되도록 하고 (예를 들어 TP1이 마스터(master)이고 TP2가 슬레이브(slave) 관계로 미리 설정될 수 있음), 이 우선순위에 따라 TP1이 상기 요청을 보내면 TP2는 반드시 따라야 하는 방식으로 정의될 수도 있다.
- [0272] 상기 로딩 정보, 하나 이상의 CSI-RS 설정 정보, 하나 이상의 CSI-IM (또는 IMR) 설정 정보, 또는 DMRS 설정 정보와 같이 Xn-signaling으로 사전에 교환되는 정보를 통해 TP2가 위와 같은 요청을 수용할 것이라는 사전 확인

(confirm)에 해당하는 정보를 TP1에게 미리 제공한 경우, TP1가 TP2에게 보내는 SSPM을 위한 뮤팅 요청만으로 (즉, TP2의 응답 없이도) SSPM 동작이 개시될 수 있다.

[0273] 위와 같은 요청 메시지 전송에 대한 특정 조건이 정의되어 있고, 해당 조건이 만족함으로써 TP1으로부터 상기 요청 메시지가 전송되는 경우라면, 이러한 요청 메시지를 수신하는 TP2는 이를 그대로 수용하도록 할 수도 있다. 이와 같이, 특정 조건이 만족하면 TP2가 TP1의 요청을 반드시 따라야 하는 경우(또는 TP2가 TP1에게 응답 메시지를 보내지 않고도 상기 요청을 따르는 경우)를 조건부 1-way 방식의 Xn-signaling 이라고 표현할 수도 있다.

[0274] SSPM 동작 중의 Xn-signaling 방안

[0275] 전술한 바와 같은 1-way 또는 2-way Xn-signaling 등을 통해 특정 시간 구간 동안 특정 대역에서의 SSPM이 개시된 경우, 해당 시간 구간이 종료되면 자동으로 SSPM은 종료되는 것으로 정의될 수 있다. 또는, 해당 시간 구간이 종료되기 이전에 추가적인 Xn-signaling(예를 들어, 1-way 방식 또는 2-way 방식)을 통해 해당 시간 구간의 연장이 성립하도록 할 수도 있다. 연장되는 시간 구간에 대한 정보는 새로운 형태의 시간 정보로 갱신될 수도 있으며, 대역 정보도 새로운 형태의 대역 정보로 갱신될 수 있다.

[0276] 예를 들어, CSI 프로세스 1은 NZP CSI-RS1과 TP2가 non-muting할 때를 반영하는 CSI-IM1의 조합으로 설정되어 있고, CSI 프로세스 2는 NZP CSI-RS1과 TP2가 muting할 때를 반영하는 CSI-IM2의 조합으로 설정되어 있을 수 있다. 이 경우, SSPM이 개시되기 이전에는, TP1은 CSI 프로세스 1에 대한 UE의 피드백 보고에 기반한 스케줄링(즉, CQI1을 반영한 MCS1으로 설정 등)으로 UE에게 PDSCH 전송을 할 수 있다. 한편, SSPM이 개시된 구간 동안에는 TP1은 CSI 프로세스 2에 대한 UE의 피드백 보고에 기반한 스케줄링(즉, TP2의 뮤팅이 반영된 CQI2를 반영한(예를 들어, MCS1 보다 더 높은 MCS인) MCS2로 설정 등)으로 UE에게 SSPM-PDSCH 전송을 할 수 있다. 이와 같이, UE에게 PDSCH를 전송하는 TP의 입장에서는, CSI 프로세스 1 및 CSI 프로세스 2에 대한 피드백 보고는 모두 수신하고 있지만, SSPM 구간인지 아닌지에 따라 특정 CSI 프로세스에 대한 CSI 피드백 정보에 기반하여 PDSCH 스케줄링을 적용할 수 있다.

[0277] SSPM에 대한 피드백을 위한 Xn-signaling 방안

[0278] SSPM 시간 구간 동안에 또는 시간 구간이 종료된 이후에, SSPM-PDSCH를 전송하는 TP가 얼마나 인접 TP(들)의 뮤팅 대역을 활용하여 CoMP UE를 스케줄링하여 SSPM-PDSCH를 전송하였는지의 활용도 정보를 피드백하는 Xn-signaling이 추가 정의될 수 있다.

[0279] 예를 들어, SSPM에 참여하는 TP간 조정(coordination)에 의해서 지시되는 자원(예를 들어, 주파수, 시간, 전력, 공간 도메인 중의 하나 이상의 도메인에 의해 정의되는 자원) 중의 어느 정도(예를 들어, 퍼센트 비율)가, 상기 조정을 필요로 한 UE(또는 CoMP UE)를 위한 스케줄링에 사용되었는지를 나타내는 사용도(usage) 피드백 정보가 Xn-signaling 형태로 TP 간에 교환될 수 있다. 또한, SSPM에 참여하는 TP간 조정에 의해서 지시되는 자원 중의 어느 정도(예를 들어, 퍼센트 비율)가, 상기 조정을 필요로 하지 않은 UE(또는 non-CoMP UE)를 위한 스케줄링에 사용되었는지를 나타내는 사용도 피드백 정보가 Xn-signaling 형태로 TP 간에 교환될 수 있다.

[0280] 상기 CoMP UE 사용도 피드백 정보와 non-CoMP UE 사용도 피드백 정보는 함께 전송되는 것으로 Xn-signaling이 정의될 수도 있다. CoMP UE 사용도 피드백 정보와 non-CoMP UE 사용도 피드백 정보가 함께 제공되어야, 상기 TP간 조정에 의해서 지시되는 자원이 이익(benefit)을 향유하는 UE(즉, CoMP UE)에게 얼마나 사용되었는지를 나타낼 수 있고, 다음 SSPM 자원 설정의 기초로 사용할 수 있기 때문이다. 이에 따라, 인접 TP(들)이 뮤팅을 수행한 시간 구간 및 대역이 실제 해당 CoMP UE를 스케줄링하는데에 사용되는지의 활용도를 파악함으로써, 불필요하게 많은 뮤팅 자원 소모를 방지하고 해당 자원을 다른 UE들에게 데이터 전송을 하는 데에 활용할 수 있도록 하여, 전체 네트워크의 성능을 높일 수 있다.

[0281] CoMP 네트워크 구조 및 자원 조정을 위한 Xn-signaling 방안

[0282] 본 발명의 다양한 예시들에서 조정 결정(coordination decision)을 수행하고 및 조정 결과(coordination result)(또는 자원 조정 결과)를 전달하는 주체는, CoMP에 참여하는 복수개의 TP 중의 하나일 수도 있고, 특별하게 정의되는 중심 제어 노드(central control node; CCN)일 수도 있다. CoMP에 참여하는 복수개의 TP들을 제어하는 CCN이 없는 형태를 분산형 조정 구조(distributed coordination architecture)라고 할 수 있고, CCN 존재하는 형태를 중심형 조정 구조(centralized coordination architecture)라고 할 수 있다. 본 발명의 다양한 예시들에서는 설명의 명료성을 위해서 특정 TP들 간의 Xn-signaling이라고 통칭하지만, 이는 분산형 조정 구조의 TP들 간의 Xn-signaling을 의미할 수도 있고, 중심형 조정 구조의 CCN과 TP간의 Xn-signaling을 의미할 수

도 있다.

[0283] 상기 SSPM을 위한 Xn-signaling 방안에서 제안한 사항들에 있어서, 상기 자원 조정 요청 또는 자원 조정 결과를 지시하기 위한 Xn-signaling은, 아래의 표 8과 같이 송신측 TP(또는 sender eNB)가 알고 있는 NW-CSI-IM 인덱스 중 특정 인덱스(들)를 특정 주파수-시간 자원 단위 (예를 들어, PRB 단위 및/또는 서브프레임 단위)로 지시해주는 형태로 설계될 수 있다.

표 8

정보요소/그룹 명칭 (IE/Group Name)	의미 설명 (Semantics description)
자원 조정의 지시 (통지/결과 또는 요청) (Indication of resource coordination (notice/result or request))	PRB 단위로 (및/또는 서브프레임 비트맵에 기초한 서브프레임 인덱스 단위로), NW-CSI-IM 인덱스(들)이 리스트되며, 리스트된 NW-CSI-IM 인덱스들에 해당하는 RE들 상에서의 전송 가정(전송 전력 및/또는 프리코딩 정보 포함)이 지시된 PRB (및/또는 서브프레임 인덱스) 상에서와 동일하게 가정될 수 있음을 의미함. (Per PRB (and/or per subframe index based on a subframe bitmap), NW-CSI-IM index(es) are listed, meaning the transmission assumptions (including transmitted power and/or precoding information) on the REs corresponding to the listed NW-CSI-IM indexes can be assumed the same on the indicated PRB (and/or subframe index))

[0284]

[0285] 상기 표 8에서 나타내는 바와 같이, Xn-signaling으로 지시되는 NW-CSI-IM 인덱스(들)의 의미는 다음과 같이 해석될 수 있다.

[0286] NW-CSI-IM 지시 정보를 송신하는 송신자 eNB가 이를 수신하는 수신자 eNB(들)에게, 상기 NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 통지/결과에 대한 것임을 알려주거나 또는 자원 조정 요청에 대한 것을 알려주기 위해서 소정의 선택자 비트(selector bit)가 존재할 수 있다. 예를 들어, NW-CSI-IM 지시 정보에 포함된 선택자 비트의 값에 따라서 상기 NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 통지/결과를 나타내는 정보라고 해석될 수도 있고, 자원 조정 요청에 대한 것으로 해석될 수도 있다. 또는, 상기 NW-CSI-IM 지시 정보는 별도의 지시가 없다면 자원 조정 통지/결과에 대한 것으로 해석되도록 (즉, NW-CSI-IM 지시 정보는 디폴트(default)로 자원 조정 통지/결과를 나타내는 정보로 해석되도록) 정의할 수도 있다. 이 경우, NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 요청에 대한 것임을 나타내기 위해서 특별한 지시 정보가 포함되어야 한다(예를 들어, 특정 필드가 특별한 값을 가지는 경우에는 자원 조정 요청으로 해석되고, 그 외의 경우에는 모두 자원 조정 통지/결과로 해석될 수 있다). 또는, 자원 조정 통지/결과의 경우와 자원 조정 요청의 경우에 대해서 별도의 Xn-signaling 포맷이 설계될 수도 있다.

[0287] NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 통지/결과를 지시하는 경우

[0288] NW-CSI-IM 지시 정보는, NW-CSI-IM 지시 정보에서 리스트된 NW-CSI-IM 인덱스(들)에서 설정된 RE 위치(시간/주파수 자원 위치)에서 송신자 eNB가 전송하는 (간접) 신호에 대한 특성(예를 들어, 전송 전력 및/또는 프리코딩 정보)이, 지시된 PRB 및/또는 서브프레임 인덱스 위치에 실제로 해당 송신자 eNB가 전송하는 신호(예를 들어, PDSCH 등)에 대한 특성과 같다고 가정할 수 있음을 알리는 것으로 해석될 수 있다.

[0289] 이와 같은 NW-CSI-IM 지시 정보의 해석은 주로 분산형 조정 구조에 적용될 수 있다. 예를 들어, 상기 표 6 또는 표 7의 예시와 같은 하나 이상의 CSI-IM (또는 IMR) 설정 정보의 형태로, 송신자 eNB가 "non-muting" 으로 특정 NW-CSI-IM 자원에서 신호 전송을 수행하는 경우, 상기 송신자 eNB는 해당 NW-CSI-IM 자원에 대해서 적용되는 신호 특성이, 특정 주파수/시간 자원(또는 다른 주파수/시간 자원 맵)에 대해서 적용되는 신호 특성과 동일하다는 것을, 수신자 eNB(들)에게 통지하여 줄 수 있다. 이러한 통지 정보를 수신한 다른 eNB(들)은 수신된 정보에서 지시되는 특정 주파수/시간 자원에서 UE 스케줄링을 수행할 때에, 상기 송신자 eNB가 상기 특정 주파수/시간 자원과 연동되는 정보로서 알려준 NW-CSI-IM index에 대해서 해당 UE가 CSI 피드백한 정보를 바탕으로, 하향링크 전송에 적용될 프리코더, MCS 등을 결정 또는 선택할 수 있다.

- [0290] 또한, 어떤 수신자 eNB가 특정 주파수/시간 자원 맵에 대해서 다수의 송신자 eNB들로부터 NW-CSI-IM 지시 정보를 Xn-signaling을 통해 수신한 경우, 각각의 송신자 eNB가 제공하는 정보에서 지시되는 NW-CSI-IM 인덱스(들)의 교집합에 해당하는 공통으로 지시되는 특정 NW-CSI-IM 인덱스(들)를 결정할 수 있다. 이에 따라, 상기 공통으로 지시되는 특정 NW-CSI-IM 인덱스(들)가 포함되는 CSI 프로세스 인덱스(들)이 결정되고, 상기 수신자 eNB는, 상기 CSI 프로세스 인덱스(들)을 설정받아서 CSI 피드백을 수행하는 UE를 스케줄링의 대상으로 고려할 수 있다. 즉, 특정 NW-CSI-IM 인덱스에 대하여 "non-muting" 으로 설정되어 해당 자원에서 특정 신호를 가하는 eNB들이 다수인 경우(예를 들어, 상기 표 6 또는 표 7의 예시에서 NW-CSI-IM 인덱스 4, 6, 7의 경우), 최대한 많은 eNB들로부터 상기 NW-CSI-IM 지시 정보를 수신한 특정 시간/주파수 자원 맵에 대해서 UE 스케줄링을 수행하여야, 지시된 NW-CSI-IM 인덱스(들)에서의 해당 UE에 의해서 측정된 간섭 특성에 기반한 CSI 피드백 보고로부터 파악되는 채널 정보가, UE 스케줄링에 이용되는 특정 시간/주파수 자원에서의 채널 상태와 최대한 유사하게 된다.
- [0291] 또한, 이러한 NW-CSI-IM 지시 정보는 특정 eNB 집합(예를 들어, CoMP 클러스터)에 속한 eNB들에게 멀티캐스트/브로드캐스트 형태로 전송되도록 정의 또는 설정될 수 있다. 여기서, 상기 특정 eNB 집합은 사전에 미리 정의된 것일 수도 있고, 또는 별도의 Xn-signaling으로 사전에 특정 eNB들(또는 eNB 집합) 간의 교섭을 통해 결정 또는 설정될 수도 있다. 즉, 상기 NW-CSI-IM 지시 정보는 하나의 수신자 eNB에게 전달되는 유니캐스트 시그널링이 아니라, CoMP 클러스터에 속한 다수의 eNB들에게 향하는 멀티캐스트/브로드캐스트 시그널링으로 상기 표 8과 같은 정보요소를 전달함으로써, 이를 수신하는 다수의 eNB들은 해당 송신자 eNB가 지시하는 주파수/시간 자원 맵을 참고하여 최선의 노력(best effort) 형태로 최대한 유사한 주파수/시간 자원 맵에 서로 연관된 NW-CSI-IM 인덱스(들)를 지시하여 순차적으로(또는 연쇄적으로) Xn-signaling을 교환하도록 할 수 있다. 이는, 예를 들어, 주파수 선택성(frequency selectivity)이 큰 차이를 보이지 않는 PRB들에 대해서, 상기 NW-CSI-IM 지시 정보를 수신한 수신자 eNB는, 상기 Xn-signaling을 먼저 제공한 송신자 eNB의 주파수/시간 자원 맵을 참고하여 가능한 동일한 NW-CSI-IM 인덱스(들)를 선택하여, 수신자 eNB가 또 다른 eNB(들)를 향하는 Xn-signaling을 전송하도록 하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 상기 표 6 또는 표 7의 예시에서, eNB2가 먼저 특정 주파수/시간 자원 맵에 대하여 "NW-CSI-IM index 3, 4, 7"을 지시하였다면, 이를 수신한 eNB3는 최대한 해당 주파수/시간 자원 맵과 유사한 형태를 따르면서(예를 들어, 일부 주파수/시간 자원들은 서로 중복될 수도 있고 상이할 수도 있지만 최대한 많은 주파수/시간 자원이 겹치도록 주파수/시간 자원 맵을 설정하여) 여기에 "NW-CSI-IM index 2,4,6"을 지시하여 eNB1에게 Xn-signaling할 수 있다. eNB2 및 eNB3으로부터의 NW-CSI-IM 지시 정보를 수신한 eNB1은 여기에 교집합을 취하여 NW-CSI-IM index 4를 선택하고 이를 포함하고 있는 특정 CSI 프로세스가 설정된 UE를 스케줄링 대상으로 우선적으로 고려할 수 있다.
- [0292] 또한, 상기 주파수/시간 자원 맵에 관하여 사전에 별도의 Xn-signaling 등에 의해서 CoMP가 가능한 영역 및 CoMP가 불가능한 영역 등을 미리 나누어 eNB간에 교섭함으로써, 최대한 CoMP가 가능한 영역을 eNB간에 일치(align)시켜 두는 방법이 효과적일 수 있다. 즉, 각각의 eNB들에 있어서는 GBR(Guaranteed Bit Rate) 베어러 등을 위하여 CoMP를 적용하지 않을 특정 주파수/시간 자원을 사전에 정해둘 수 있으며, 이러한 정보들을 미리 교환하여 상기 CoMP가 가능한 영역을 사전에 교섭하는 데에 활용할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 NW-CSI-IM index 별로 해당 CSI-IM 자원에 영향을 크게 주는 eNB들의 세부 집합을 사전에 구성/설정할 수 있고(예를 들어, 지리적으로 보다 인접한 eNB들을 사전에 서브셋으로 구성/설정하는 등), 이러한 eNB들간에 상기 주파수/시간 자원 맵의 일치(alignment)를 위한 교섭이 주로 수행되도록 할 수 있다. 예를 들어, 이러한 주파수/시간 자원 맵 교섭을 위한 Xn-signaling을 CoMP 클러스터 등 특정 eNB 집합을 향하여 멀티캐스트/브로드캐스트하더라도, 이 중에서 어떠한 eNB들이 더 높은 우선순위를 갖는 교섭대상이 되는지를 별도로 지정할 수도 있다.
- [0293] 이러한 동작들이 원활하게 수행되도록 하기 위해서, 상기 CoMP 클러스터와 같은 특정 eNB 집합 내에서는 전술한 바와 같은 Xn-signaling이 서로 겹치지 않도록 해야 한다. 이를 위해서, 사전에 정의 또는 설정된 주기 및/또는 오프셋에 따라서, 상기 특정 eNB 내의 eNB들이 순차적으로 돌아가면서(또는 연쇄적으로) 상기 Xn-signaling을 전송하는 방식을 적용할 수 있다.
- [0294] NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 요청을 지시하는 경우
- [0295] NW-CSI-IM 지시 정보는, NW-CSI-IM 지시 정보에서 리스트된 NW-CSI-IM 인덱스(들)에서 설정된 RE 위치(시간/주파수 자원 위치)에서 수신자 eNB가 전송하는 (간섭) 신호에 대한 특성(예를 들어, 전송 전력 및/또는 프리코딩 정보)이, 지시된 PRB 및/또는 서브프레임 인덱스 위치에 실제로 해당 수신자 eNB가 전송하는 신호(예를 들어, PDSCH 등)에 대한 특성과 같도록 해 줄 것을 요청하는 것으로 해석될 수 있다.

- [0296] NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 요청을 지시하는 경우는, 상기 NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 통지/결과를 지시하는 경우와 비교하여, 송신자 eNB와 수신자 eNB가 서로 바뀐 형태이다. 또한, 상기 NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 통지/결과를 지시하는 경우에 대해서 제안한 본 발명의 예시들은, 송신자 eNB와 수신자 eNB를 서로 바꾸어, NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 요청을 지시하는 경우의 예시들로서 적용될 수 있다.
- [0297] 추가적으로, 자원 조정 요청을 지시하는 NW-CSI-IM 지시 정보를 수신한 수신자 eNB는 이러한 요청에 대한 수용(accept) 또는 거절(reject)을 나타내는 시그널링을 응답할 수 있다.
- [0298] 이러한 응답 메시지가 단순히 수용 또는 거절을 나타낼 수도 있지만, 다른 방식으로 수용 또는 거절의 의미가 전달될 수도 있다.
- [0299] 예를 들어, "거절"에 대한 Xn-signaling은, 상기 자원 조정 통지/결과를 지시하는 NW-CSI-IM 지시 정보로 대체될 수 있다. 이 경우 자원 조정 요청을 수신한 수신자 eNB는, 상기 요청에 대한 "거절"임과 동시에 수신자 eNB가 다른 형태로 재구성한 자원 조정 통지/결과를, 자원 조정 요청을 송신한 송신자 eNB에게 Xn-signaling해 준 것으로 이해될 수 있다.
- [0300] 또한, "수용"에 대한 Xn-signaling은, 수신자 eNB가 송신자 eNB에게 응답 시그널링을 전송하지 않는 경우(즉, 응답이 생략되는 경우)를 포함하는 것으로 설정할 수 있다. 즉, 송신자 eNB가 자원 조정 요청을 지시하는 NW-CSI-IM 지시 정보를 수신자 eNB에게 Xn-signaling하는 경우, 수신자 eNB로부터의 별도의 응답이 없는 한 디폴트로서 상기 요청이 수용되는 것으로 정의 또는 설정될 수 있다. 이러한 동작은 중심형 조정 구조에서 효과적으로 활용될 수 있다. 예를 들어, CCN (또는 CCN 역할을 수행하는 특정 eNB(예를 들어, Macro-eNB), 이하에서는 통칭하여 CCN이라고 함)이 다른 eNB(들)에게 자원 조정 요청을 지시하는 NW-CSI-IM 지시 정보를 Xn-signaling하는 경우, 이를 수신하는 수신자 eNB가 응답 메시지를 시그널링하지 않도록 설정하거나 또는 수신자 eNB가 송신자 eNB의 타입에 따라서(예를 들어, 송신자 eNB가 CCN 또는 Macro-eNB인 경우에만) 수용을 나타내는 응답 메시지를 시그널링하도록 설정할 수도 있다. 이 경우, 송신자 eNB가 전송하는 Xn-signaling은 자원 조정 요청의 형태이지만, 실질적으로는 자원 조정 명령으로서 기능하게 되며, 결국 송신자 eNB(예를 들어, CCN)와 다른 수신자 eNB들(예를 들어, non-CCN)을 포함하는 중심형 조정 구조가 구성될 수 있다.
- [0301] 한편, 분산형 조정 구조에서는, 자원 조정 요청을 지시하는 NW-CSI-IM 지시 정보를 수신하는 수신자 eNB가 이에 대해서 수용하는 메시지를 응답하게 되면, 자원 조정 요청을 지시하는 NW-CSI-IM 지시 정보를 송신한 송신자 eNB는, NW-CSI-IM 지시 정보에서 지시된 특정 주파수/시간 자원에 UE를 스케줄링할 때, 상기 특정 주파수/시간 자원에 연동된 특정 NW-CSI-IM index에 대해서 해당 UE가 CSI 피드백한 정보를 바탕으로, 하향링크 전송에 적용될 프리코더, MCS 등을 결정 또는 선택할 수 있다.
- [0302] 중심형 조정 구조 Xn-signaling 방안
- [0303] 본 발명에서 제안하는 다양한 예시들에 있어서, 특히 중심형 조정 구조에서 유리하게 이용될 수 있는 추가적인 Xn-signaling으로서, 이익 메트릭(benefit metric)에 대해서 이하에서 설명한다. 이익 메트릭은, 각각의 eNB들이 CCN에게 특정 주파수/시간 자원 맵에 대한 자신의 UE 스케줄링 메트릭 또는 유용성(utility) 메트릭이라고 설명할 수 있다. 이하에서 유용성 메트릭(utility metric)이라는 용어를 주로 사용하지만, 이는 UE 스케줄링 메트릭(UE scheduling metric) 또는 이익 메트릭(benefit metric)을 대표하는 용어로서 이해되어야 한다.
- [0304] Utility metric이란 특정 주파수/시간 자원(예를 들어, PRB 및/또는 서브프레임 인덱스 단위로 정의되는 자원)에서 특정 UE를 스케줄링했을 때 기대할 수 있는 데이터 레이트(data rate) 또는 처리율(throughput)에 대한 값으로 정의될 수 있다. 구체적인 예시로서, utility metric은 특정 UE에 대해서 기대가능한 데이터 레이트(또는 처리율)을 해당 UE의 평균 데이터 레이트(또는 평균 처리율)로 나눈 값으로 정의될 수 있다. 이와 함께 또는 이 대신에, utility metric은 특정 UE에 대해서 기대가능한 데이터 레이트(또는 처리율)을 해당 UE의 QoS를 반영하여 도출된 값(예를 들어, 해당 UE의 QoS 등에 따라 사전에 정의 또는 설정된 특정 함수에 의해 계산된 값)으로 정의될 수 있다.
- [0305] 예를 들어, utility metric 값이 클수록 해당 주파수/시간 자원에 UE 스케줄링을 하는 것이 해당 eNB 입장에서 유리함을 의미할 수 있다. 따라서 이러한 utility metric을 CCN 등으로 Xn-signaling하는 송신자 eNB의 경우, utility metric 값이 큰 주파수/시간 자원에서는 상기 송신자 eNB가 뮤팅을 수행하기 보다는 데이터(예를 들어, PDSCH) 전송을 하는 것을 선호한다는 정보를 CCN에게 제공하는 것으로 해석될 수 있다.
- [0306] 또한, 특정 주파수/시간 자원에 대해 복수개의 utility metrics가 Xn-signaling될 수도 있다. 이 경우, 각각의

utility metric은 서로 다른 CoMP 가설(hypothesis)을 가정하여 계산된 값일 수 있다. 여기서, 서로 다른 CoMP 가설이란 상이한 간섭 환경을 의미하는 것일 수도 있고, 상기 표 6 또는 표 7에서와 같이 복수개의 eNB 각각의 뮤팅 여부를 나타내는 패턴으로서 정의될 수도 있으며, 상이한 CSI 프로세스 단위를 의미할 수도 있다.

[0307] 송신자 eNB가 가정하는 서로 다른 CoMP 가설을 Xn-signaling으로 표현하는 방법으로서, 상기 표 6 또는 표 7의 예시와 같은 하나 이상의 CSI-IM (또는 IMR) 설정 정보의 형태가 이용될 수 있다. 예를 들어, "NW-CSI-process 인덱스(들)" 별로 utility metric 값을 계산하여 Xn-signaling하거나, 또는 "NW-NZP-CSI-RS 인덱스(들) 및/또는 NW-CSI-IM 인덱스(들)" 별로 utility metric 값을 계산하여 Xn-signaling하는 방식을 제안한다.

[0308] 예를 들어, 아래의 표 9와 같이 특정 주파수/시간 자원 단위(예를 들어, PRB 단위 및/또는 서브프레임 인덱스 단위)에 대해 특정 NW-CSI-process 인덱스(들)에 따른 해당 UE의 CSI 피드백 결과를 반영한 데이터(예를 들어, PDSCH) 전송을 가정하여, 이 때의 utility metric을 계산하여 그 값을 Xn-signaling할 수 있다.

표 9

정보요소/그룹 명칭 (IE/Group Name)	의미 설명 (Semantics description)
유용성 메트릭 (또는 UE 스케줄링 메트릭, 또는 이익 메트릭) (Utility metric (or UE scheduling metric, or benefit metric))	PRB 단위로 (및/또는 서브프레임 비트맵에 기초한 서브프레임 인덱스 단위로), {utility metric(U bits), NW-CSI-process index(es)}의 쌍(들)이 리스트되며, 리스트된 NW-CSI-process 인덱스에 따른 CSI 피드백에 기초한 (PDSCH) 전송을 가정하여 계산된 utility metric 값을 의미함. (Per PRB (and/or per subframe index based on a subframe bitmap), pair(s) of {utility metric(U bits), NW-CSI-process index(es)} are listed, meaning the utility metric value is calculated assuming the (PDSCH) transmission based on the CSI feedback according to the indicated NW-CSI-process index)

[0309]

[0310] 상기 표 9에서 설명하는 바와 같이, utility metric은 U 비트의 크기를 가질 수 있고, utility metric과 NW-CSI-process 인덱스(들)로 구성되는 쌍(pair)의 형태로 Xn-signaling 될 수 있다.

[0311] 또한, 상이한 NW-CSI-process 가정에 기초하여 계산된 또 다른 utility metric이 Xn-signaling될 수 있다. 즉, 상기 표 9에서 설명하는 바와 같이 {utility metric, NW-CSI-프로세스 인덱스(들)}의 하나의 쌍 또는 복수개의 쌍이 Xn-signaling 될 수 있다.

[0312] 하나의 NW-CSI-process 인덱스는 하나의 NW-NZP-CSI-RS 인덱스와 하나의 NW-CSI-IM 인덱스의 조합으로 구성되는 것을 고려하면, 전술한 바와 같이 NW-CSI-process 인덱스(들)별로 utility metric을 계산하는 것은, NW-CSI-process 인덱스에 의해 지시된 NW-NZP-CSI-RS에 기초하여 채널(또는 원하는 신호)을 측정하고, NW-CSI-process 인덱스에 의해 지시된 NW-CSI-IM에 기초하여 간섭을 측정하여, 이러한 측정 결과들에 기초하여 계산/생성된 CSI 피드백 정보(예를 들어, RI, PMI, CQI)를 기초로 PDSCH가 전송되는 것으로 가정했을 때의 utility metric을 계산한다는 의미로 해석될 수 있다.

[0313] 이러한 utility metric을 포함하는 Xn-signaling을 다수의 eNB들로부터 수신하는 CCN는, 수신된 정보를 종합적으로 고려하여, 상기 다수의 eNB들이 포함되는 특정 eNB 집합(예를 들어, CoMP 클러스터) 내에서의 전반적인 최적화(global optimization)를 수행할 수 있다. 이에 따라, 각각의 eNB에서의 자원 조정 요청을 지시하는 정보를 포함하는 Xn-signaling을 eNB들에게 전송함으로써(예를 들어, 전술한 예시에서 설명한 바와 같이, 자원 조정 요청을 지시하는 NW-CSI-IM 지시 정보(실질적으로는 자원 조정 명령)를 Xn-signaling하여), NIB CoMP 동작이 효율적으로 수행될 수 있다.

[0314] 예를 들어, CCN이 특정 주파수/시간 자원에 대해 utility metric 값이 가장 높은 것을 자원 조정 결과로서 선택하게 되면, CCN은 선택된 utility metric의 계산의 기초가 되는 NW-CSI-process 인덱스(들)이 무엇인지를 알고 있으므로(즉, 상기 표 9와 같이 {utility metric, NW-CSI-프로세스 인덱스(들)}의 쌍을 알고 있으므로), 해당

NW-CSI-process 인덱스(들)에 연관된 특정 NW-CSI-IM 인덱스(들)을 알 수 있다. 이에 따라, CCN은 자원 조정 요청(또는 자원 조정 명령)을 지시하는 NW-CSI-IM 지시 정보의 형태로 Xn-signaling을 구성하여 eNB들에게 전송할 수 있다.

[0315] 전술한 바와 같이, 상기 표 9의 예시에서 "NW-CSI-process 인덱스(들)"는 "NW-NZP-CSI-RS 인덱스(들) 및/또는 NW-CSI-IM 인덱스(들)"로 대체될 수 있다. 이 경우는 아래의 표 10과 같이 utility metric IE가 정의될 수 있다.

표 10

정보요소/그룹 명칭 (IE/Group Name)	의미 설명 (Semantics description)
유용성 메트릭 (또는 UE 스케줄링 메트릭, 또는 이익 메트릭) (Utility metric (or UE scheduling metric, or benefit metric))	PRB 단위로 (및/또는 서브프레임 비트맵에 기초한 서브프레임 인덱스 단위로), {utility metric(U bits), NW-NZP-CSI-RS 인덱스(들) and/or NW-CSI-IM 인덱스(들)}의 쌍(들)이 리스트되며, 리스트된 NW-NZP-CSI-RS 인덱스(들) 및/또는 NW-CSI-IM 인덱스(들)에 따른 CSI 피드백에 기초한 (PDSCH) 전송을 가정하여 계산된 utility metric 값을 의미함. (Per PRB (and/or per subframe index based on a subframe bitmap), pair(s) of {utility metric(U bits), NW-NZP-CSI-RS index(es) and/or NW-CSI-IM index(es)} are listed, meaning the utility metric value is calculated assuming the (PDSCH) transmission based on the CSI feedback according to the indicated NW-NZP-CSI-RS index(es) and/or NW-CSI-IM index(es))

[0316]

[0317] 상기 표 9와 같이 정의되는 utility metric IE에 대한 Xn-signaling을 이용하는 실시예는, 상기 표 8에 대한 설명에서 "NW-CSI-process 인덱스(들)"를 "NW-NZP-CSI-RS 인덱스(들) 및/또는 NW-CSI-IM 인덱스(들)"로 대체한 실시예로서 적용될 수 있다.

[0318] 구체적으로, 각각의 eNB는, 지시된 NW-NZP-CSI-RS에 기초하여 채널(또는 원하는 신호)을 측정하고, 지시된 NW-CSI-IM에 기초하여 간섭을 측정하여, 이러한 측정 결과들에 기초하여 계산/생성된 CSI 피드백 정보(예를 들어, RI, PMI, CQI)를 기초로 PDSCH가 전송되는 것으로 가정했을 때의 utility metric을 계산한다는 의미로 해석될 수 있다.

[0319] 또한, 상기 표 9와 같은 예시에서, NZP-CSI-RS 인덱스(들)을 지시하는 정보는 생략되고, {utility metric(U bits), NW-CSI-IM 인덱스(들)}에 대한 하나 이상의 쌍의 형태로만 Xn-signaling이 구성될 수 도 있다. 이 경우, 해당 utility metric 계산의 기초가 되는 NW-NZP-CSI-RS 인덱스(들)은, utility metric을 전송하는 송신자 eNB가 별도로 알려주는 것으로 해석될 수도 있고, 송신자 eNB가 설정/전송하고 있는 특정 NW-NZP-CSI-RS 인덱스(들)이 묵시적으로 지시되는 것으로 해석될 수도 있다.

[0320] Utility metric 유사 정보의 Xn-signaling 방안

[0321] 전술한 예시들에서 설명한 utility metric(또는 UE scheduling metric, 또는 benefit metric)를 위한 Xn-signaling 동작은, 다른 유사한 정보(예를 들어, 선호도 등급(preference rating) 또는 우선순위 맵(priority map))의 Xn-signaling 동작으로서도 적용될 수 있다. 이하에서는, utility metric, preference rating 및 priority map에 대해서 구체적으로 설명한다.

[0322] Utility metric은, 전술한 바와 같이, 특정 주파수/시간 자원(예를 들어, PRB 단위 및/또는 서브프레임 인덱스 단위)에서 특정 UE를 스케줄링했을 때 기대할 수 있는 데이터 레이트 또는 처리율을 나타내는 값으로 정의된다. 나아가, utility metric은 계산된 값을 사전에 정의된 양자화(quantization) 기준에 따라서 매핑된 값으로 표현될 수도 있다. 그러나 네트워크 판매자(network vender) 마다의 eNB 구현 방식이 완전히 일치하지는 않기 때문에, eNB 마다 utility metric 계산 방식들이 동일하지 않을 가능성이 높다. 만약 네트워크 사업자가 상이한 네트워크 판매자에 의해서 구현된 eNB들이 하나의 CoMP 클러스터를 구성하는 경우에는, 각각의 eNB들에 의해 계산

되어 Xn-signaling되는 utility metric 값들이 서로 다른 기준에 의해서 표현된 값일 수도 있고, 이를 서로 비교하기가 불가능할 수도 있다. 따라서, utility metric과 유사하지만 보다 단순화된 비교 기준을 사용할 수도 있다.

[0323] 선호도 등급(preference rating) 또는 우선순위 맵(priority map)은, utility metric과 달리 간략화된 레벨로 설정(예를 들어, 4단계 레벨 중 어느 하나를 지시하는 것으로 정의)될 수 있다. Preference rating 또는 priority map은 상기 표 9 또는 표 10에서 설명한 utility metric과 유사하게 NW CSI 인덱스와 페어링될 수 있다. 구체적으로, Xn-signaling 에서, {preference rating (또는 priority map), NW-CSI-process 인덱스(들)}의 하나 이상의 쌍, {preference rating (또는 priority map), NW-CSI-IM 인덱스(들)} 의 하나 이상의 쌍, 또는 {preference rating (또는 priority map), NW-NZP-CSI-RS 인덱스(들) 및/또는 NW-CSI-IM 인덱스(들)} 의 하나 이상의 쌍이 리스트될 수 있다.

[0324] 이러한 preference rating (또는 priority map)은, eNB 구현에 따라서 상이할 수 있는 스케줄러 알고리즘에 의존하는 메트릭일 필요가 없고, 간략화된 선호도 또는 우선순위를 표시하는 형태로 활용될 수 있다. 이와 같은 선호도 또는 우선순위 값을 표현함에 있어서, 네트워크 판매자가 아닌 네트워크 사업자가 직접 소프트웨어 기반 알고리즘으로 삽입할 수 있도록 함으로써, 상이한 네트워크 판매자에 의해 구현된 eNB 간에서도 비교가능한 값으로 상기 선호도 또는 우선순위가 임의의 CoMP 클러스터 내에서 활용될 수 있다.

[0325] 전술한 utility metric, UE scheduling metric, benefit metric, preference rating, priority map 등의 시그널링은, NW-CSI-process 인덱스(또는 NW-CSI-IM 인덱스)에 의해 표시되는 특정 CoMP 가설(즉, CoMP 클러스터 내의 각각의 eNB들의 동작(예를 들어, 뮤팅 여부, 전송 가정(transmission assumptions) 등))을 가정한 상태에서 송신자 eNB가 자신의 활용/이익/선호 정도를 다른 eNB에게 알려주는 것이며, 이는 상기 특정 CoMP 가설이 적용되는 경우 상기 송신자 eNB의 입장에서 봤을 때 바람직한 다른 eNB들의 동작이 무엇인지를 알려주는 것으로 해석될 수 있다.

[0326] 본 발명에서 제안하는 utility metric, UE scheduling metric, benefit metric, preference rating, priority map 등의 시그널링은, 종래 기술에서 eNB 사이의 시그널링의 기본적인 원칙(즉, 송신자 eNB는 자신의 동작을 다른 eNB에게 알려주는 것에 그치고 다른 eNB의 동작에는 관여하지 않음)을 벗어나서, 송신자 eNB는 자신의 동작 뿐만 아니라 CoMP 클러스터 내의 다른 eNB들의 동작(즉, 네트워크 성능의 최적화라는 관점에서 송신자 eNB가 판단하기에 다른 eNB들의 바람직한 동작 및/또는 송신자 eNB가 희망하는 다른 eNB들의 동작)이 무엇인지를 알려주는 시그널링이라는 점에서, 종래의 eNB-간 시그널링과는 명백한 차이점을 가진다.

[0327] Utility metric 관련 정보의 Xn-signaling 방안

[0328] 상기 표 9 또는 표 10과 같은 utility metric을 Xn-signaling 하는 것에 추가적으로 또는 그 대신에, 이러한 utility metric을 계산할 수 있는 요소 정보를 주파수/시간 자원 단위로 Xn-signaling을 통해서 eNB 사이에 교환될 수 있다. 또한, 중심형 조정 구조에서는, utility metric을 계산할 수 있는 요소 정보를 CCN이 아닌 eNB들이 CCN에게 전송하는 것으로 설계될 수도 있다.

[0329] 상기 요소 정보는 다음의 예시들 중의 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0330] - 스케줄링될 UE(들)의 CSI 보고(예를 들어, RI, PMI, CQI)의 하나 이상의 세트

[0331] - 스케줄링될 UE(들)의 측정 보고(예를 들어, RSRP)의 하나 이상의 세트

[0332] - 스케줄링될 UE(들)의 SRS(Sounding Reference Signal) 수신 전력

[0333] - 스케줄링될 UE(들)의 사용자 인지 처리율(User perceived throughput; UPT)

[0334] - 스케줄링될 UE(들)의 PF 메트릭(Proportional Fair metric)

[0335] - 스케줄링될 UE(들)의 QCI(QoS Class Identifier)

[0336] 상기 예시들에서 "스케줄링될 UE(들)"은, eNB가 해당 주파수/시간 자원에서 스케줄링하고자 하는 특정 UE(들)에 대한 정보가 상기 요소 정보에 포함되어 있다는 의미로 해석되도록 정의 또는 설정될 수 있다. 즉, 송신자 eNB가 서빙하는 모든 개별 UE들에 대한 상기 요소 정보를 수신자 eNB에게 전달한다는 것이 아니고, 최적의(best) UE 또는 대표자(representative) UE에 대한 상기 요소 정보를 전달한다는 것으로 이해될 수 있다. 이에 따라, Xn-signaling 오버헤드를 크게 줄일 수 있으며, 전체 UE들이 아닌 일부 UE(들)에 대한 요소 정보만을 CCN이 수집하더라도 해당 CoMP 클러스터에서 전반적인 최적화를 수행하는 데에 문제는 없다.

- [0337] 보다 구체적으로, 상기 예시들에서 "스케줄링될 UE(들)"는 "(활성화된) UE의 세트"로 해석될 수 있다. 이는 활성화(active) 상태의 모든 UE들에 대한 요소 정보가 시그널링된다는 것으로도 해석될 수 있고, 또는 활성화된 상태의 UE들 중의 일부 UE(일부 UE는 송신자 eNB가 선택할 수 있음)에 대한 요소 정보가 시그널링된다는 것으로도 해석될 수 있다.
- [0338] 일부 UE에 대한 요소 정보가 시그널링되더라도, "UE의 세트"의 UE 개수의 하한은 1로 설정될 수 있다. 즉, 송신자 eNB는 반드시 적어도 하나의 UE에 대한 요소 정보를 시그널링하는 동작이 정의될 수 있다. 예를 들어, Xn-signaling 프로토콜 상에서, 위와 같은 요소 정보를 전송하도록 요청되거나 지시를 받는 경우(예를 들어, 다른 네트워크 노드로부터의 소정의 작동 메시지(involve message)에 의해서 요청/지시될 수 있음), 또는 송신자 eNB가 최초로 상기 요소 정보를 eNB-간 Xn-signaling으로 전송하고자 하는 경우에, "UE의 세트"의 UE 개수의 하한은 1로 설정될 수 있다.
- [0339] 또는, Xn-signaling 프로토콜 상에서 "UE의 세트"의 UE 개수의 하한은, 요소 정보의 타입 별로 0으로 설정하는 것을 허용할 수도 있다. 예를 들어, 상기 "스케줄링될 UE(들)"의 CSI 보고(예를 들어, RI, PMI, CQI)의 하나 이상의 세트"의 스케줄링될 UE(들) (즉, "UE의 세트")에 속한 UE 개수는 최소 1이라고 정의되고, "스케줄링될 UE(들)"의 측정 보고(예를 들어, RSRP)의 하나 이상의 세트"의 스케줄링될 UE(들) (즉, "UE의 세트")에 속한 UE 개수는 최소 0이라고 정의될 수도 있다. 이는, 요소 정보에 대한 Xn-signaling에 있어서 CSI 정보는 최소한 하나의 UE에 대한 것이 다른 eNB에게 제공되어야 하지만, RSRP 정보는 선택적으로 제공할 수 있는 것으로 해석될 수 있다. 또는, RSRP 정보를 제공하지 않는(즉, 0 개의 UE에 대한 RSRP 정보를 제공하는) 경우는, 이전에 제공되었던 특정 UE(들)에 대한 RSRP 정보가 변동되지 않아서 그 값을 업데이트하지 않음을 의미할 수도 있다.
- [0340] 또한, "스케줄링될 UE(들)" 또는 "UE의 세트"에 속하는 UE는, 최소한의 요건을 만족하는 UE(들) 중에서 선택될 수도 있다. 예를 들어, CoMP 설정이 가능한 UE(예를 들어, 전송모드 10 및 그 이상으로 설정된 UE), 2 개 이상의 CSI 프로세스가 설정된 UE, UE 캐퍼빌리티 정보 상에서 최대한 지원할 수 있는 CSI 프로세스의 개수가 2 이상인 UE가, "UE의 세트"에 포함되도록 정의될 수 있다.
- [0341] 상기 utility metric에 관련된 요소 정보의 예시들에 추가적으로, 전송 버퍼 정보(예를 들어, 전송 큐의 상태("Status of transmission queues"))가 Xn-signaling될 수 있다.
- [0342] Status of transmission queues 정보는, 패킷 전달 지연을 최소화하기 위해서 사용될 수 있다. 예를 들어, 큐(queue)의 길이가 길수록, 더 높은 utility metric 값이 설정되도록 할 수 있다. 예를 들어, eNB의 전송 큐(Transmission queue)의 길이 정보를 Xn-signaling함으로써, CCN에서 판단하기에 큐 길이가 길수록 utility metric의 값을 높은 값으로 부여할 수 있다(이를, 최대 지연 스케줄링 알고리즘에 따르는 것으로 표현할 수도 있다).
- [0343] 또한, Status of transmission queues 정보를 T ms 간격으로 송신자 eNB가 Xn-signaling으로 전송할 수 있다. 이 경우, 특정 시점에서 Status of transmission queues는 다음의 정보 중에서 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0344] - 특정 UE별로 현재의 전송 버퍼 상태를 나타내는 정보
- [0345] - 이전 Xn-signaling 시점(예를 들어, T ms 이전 시점) 대비 얼마만큼의 데이터(패킷) 양이 이미 스케줄링됐는지를 나타내는 정보
- [0346] - 이전 Xn-signaling 시점(예를 들어, T ms 이전 시점) 대비 얼마만큼의 새로운 데이터(패킷) 양이 추가로 버퍼에 쌓였는지를 나타내는 정보
- [0347] - 현재 시점까지 전송 큐에 적체되어 있는 큐 상태를 나타내는 정보
- [0348] 상기 정보 중의 하나 이상의 정보를 이용하여, 이러한 정보를 Xn-signaling 받는 네트워크 노드(예를 들어, CCN)은, 해당 정보를 송신하는 송신자 eNB에 적체되어 있는 데이터 양을 파악하여, 자원 조정/할당 시에 많은 양의 데이터가 적체된 eNB일수록 높은 가중치를 부여할 수 있다.
- [0349] 한편, 후술하는 "통합 Xn-signaling" 방안에서, 이익 메트릭("benefit metric") 또는 선호도 등급 값("preference rating value")이라고 지칭되는 Xn-signaling 정보에 전송 버퍼 및 큐 상태 정보("Transmit buffer and queue status information")가 포함될 수 있다. 전송한 "Status of transmission queues" 정보에 포함되는 예시들은 "Transmit buffer and queue status information"의 형태로 전송되도록 정의 또는 설정될 수 있다. 예를 들어, "Transmit buffer and queue status information"에서 전송 버퍼 상태("transmit buffer status") 정보는 상기 "특정 UE별로 현재의 전송 버퍼 상태를 나타내는 정보"를 의미하고, 큐 상태("queue

status") 정보는 상기 "현재 시점까지 전송 큐에 적체되어 있는 큐 상태를 나타내는 정보"를 의미할 수 있다. 이와 같이, 상기 "Status of transmission queues"의 세부 예시들 중의 일부 또는 복수개의 조합은, 다양한 버퍼 상태 관련 정보를 전달하는 메시지의 내용물로서 Xn-signaling 될 수 있다.

[0350] NIB CoMP eNB-간 시그널링에 대한 추가 예시 1

[0351] NIB CoMP를 위해 eNB 간의 Xn 인터페이스(예를 들어, X2 인터페이스) 상에서 다음과 같은 정보들이 시그널링될 수 있다.

[0352] - CoMP 가설. CoMP 가설은 시간/주파수 도메인에서 적어도 수신 노드를 위한 가설적인(hypothetical) 자원 할당을 포함할 수 있다.

[0353] - UE들의 세트에 대한 CSI 정보(RI, PMI, CQI)의 하나 이상의 세트.

[0354] - UE들의 세트에 대한 하나 이상의 측정 보고(RSRP).

[0355] - 개선된 RNT(Enhanced Relative Narrowband Tx Power). 개선된 RNT의 정보 설정단위(granularity)는 주파수/시간 도메인으로 확장될 수 있다. 또한, 개선된 RNT 내의 정보는 송신 eNB만을 위한 전송 전력 임계치를 포함할 수 있으며, 이는 다중-레벨로 설정될 수 있다. 또한, 지시된 주파수/시간 자원의 사용도 상태를 교환하기 위해 기존에 정의되어 있는 상태 보고(status report)가 eNB들 간에 시그널링될 수 있다.

[0356] - 이익 메트릭(benefit metric).

[0357] 이하에서는 상기 Xn-signaling 정보 중에서 보다 구체적인 정의가 필요한 사항들에 대해서 설명한다.

[0358] CoMP 가설

[0359] CoMP 가설은 시간/주파수 도메인에서 적어도 수신 노드를 위한 가설적인 자원 할당을 포함하며, 이는 중심형 조정(centralized coordination)을 지원하기 위함이다. 이러한 CoMP 가설의 시그널링은 CCN에 의해서 결정된 자원 조정 결과를 지시하는 것으로 사용될 수도 있고, 또는 (시간/주파수 설정단위 없이) 이익 메트릭 시그널링을 위해서 가정되는 가설적인 조건으로서 사용될 수도 있다.

[0360] 수신된 CoMP 가설 시그널링에 대해서 어떻게 반응하는지는 수신 eNB의 구현에 따르지만, 수신 eNB가 이에 대한 수용/무시를 각각 의미하는 피드백(예를 들어, YES/NO)을 송신 노드로 보낼 수도 있다.

[0361] CoMP 가설에 대해서 필요한 시간/주파수 도메인의 설정단위 및 시그널링 주기에 대해서는, PRB 및 서브프레임 단위로 설정하고, 서브프레임은 L-비트 크기의 서브프레임 비트맵에 의해서 지시되도록 할 수 있다. 또한, 상이한 NIB 지연 및 시그널링 주기를 고려하여, L은 최대 10으로 주어지는 것을 제안한다. CoMP 가설에 대한 적절한 시그널링 주기인 L 값은 송신자 노드에 따라서 상이할 수 있으므로, CoMP 가설 시그널링 정보에 L 값을 포함시키거나, 수신 노드가 주기 값(즉, L 값)을 요청하도록 할 수 있다. CoMP 가설 정보는, 셀 별 전력 할당 정보(뮤팅 여부를 나타내는 정보, 또는 전력 레벨을 나타내는 정보 등)를 포함할 수 있고, 이는 셀 ID에 의해서 식별될 수 있다.

[0362] CoMP 가설과 연관되는 이익 메트릭

[0363] 이익 메트릭(benefit metric)은 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0364] 이익 메트릭은 CoMP 가설과 연관되며, 연관된 CoMP 가설을 가정했을 때에 송신자 노드의 셀이 그 스케줄링에 있어서 기대하는 이익을 정량화한(quantifying) 정보이다.

[0365] 셀-특정 이익 메트릭은, 해당 셀 내의 모든 활성 UE들에 대해서, UE 마다 주어지는 요소 정보들로부터 사업자가 정의하는 함수의 결과에서 최대 값으로서 계산된다. 상기 요소 정보는, 연관된 CoMP 가설에 대응하는 CSI 보고(RI, PMI, CQI) 세트, 하나 이상의 측정 보고(RSRP), 평균 사용자 처리율, 전송 버퍼 및 큐 상태 정보(Transmit buffer and queue status information), QCI 등일 수 있다.

[0366] 도 13은 주파수/시간 자원 맵에 대해서 CoMP 가설과 함께 시그널링되는 이익 메트릭을 설명하기 위한 도면이다.

[0367] 도 13에서 CoMP 가설은 개별 eNB들에 대한 전력 할당 리스트에 의해서 지시될 수 있다. 전력 할당 리스트는 eNB1에 대한 전력 할당 값, eNB2에 대한 전력 할당 값, ..., eNB_N에 대한 전력 할당 값을 명시적으로 지시하는 형태로 구성될 수 있다. 또는, CoMP 가설은 NW CSI-IM 인덱스와 같이 보다 간단한 형태로 지시될 수도 있다. 즉, 하나의 인덱스 값이 개별 eNB들의 동작을 지시할 수 있다.

- [0368] 이의 메트릭은, 시간/주파수 설정단위(granularity) 없이, 연관된 CoMP 가설과 함께 시그널링될 수 있다. 구체적으로, 시그널링되는 이의 메트릭은 연관된 CoMP 가설을 가정하였을 때 (예를 들어, 이웃 셀의 muting/non-muting 패턴을 가정하여) 송신자 노드의 셀이 그 스케줄링에 있어서 기대하는 정량화된 이의 값을 의미한다.
- [0369] 송신자 노드는 복수개의 이의 메트릭을 시그널링할 수 있으며, 각각의 이의 메트릭은 상이한 CoMP 가설과 연관되어 있다. 이에 따라, 이의 메트릭은, CoMP 가설(송신자 eNB의 동작뿐만 아니라 다른 eNB들의 동작을 나타내는 정보)마다에 대한 송신자 eNB 관점에서의 선호도를 표현할 수 있다.
- [0370] 이의 메트릭이 CoMP 가설과 함께 시그널링되는 점을 고려하면, 이의 메트릭의 전송 주기는 전송한 CoMP 가설의 전송 주기(예를 들어, 주기 값 L)와 동일하게 설정될 수 있다.
- [0371] 이의 메트릭의 정보는 0 내지 B ($B > 0$) 사이의 정수 값으로 정의될 수 있다. 이의 메트릭이 셀 내의 모든 활성 UE들을 고려하는 정량화된 값으로 정의되는 점을 고려하면, 예를 들어, $B=100$ 으로 설정될 수 있다. 간단한 예시로서, 연관된 CoMP 가설에 대응하는 적어도 하나의 CSI 보고 세트 및 평균 사용자 처리율로부터 도출되는 PF 메트릭을 이용하여 상기 이의 메트릭이 계산될 수 있다. 여기서, CQI의 계산을 위해서 하나 이상의 측정 보고(RSRP)가 또한 사용될 수 있다. 이러한 계산은 CCN이 아닌 송신자 eNB에서 수행되므로, QCI나 전송 버퍼 및 큐 상태 정보와 같은 추가 정보가 이용될 수도 있다. 복수개의 송신자 노드로부터의 상이한 CoMP 가설에 연관된 이의 메트릭들이 CCN에 도달하면, CCN은 멤버(member) eNB들로부터 제공된 정보들을 모두 이용하여 자원 조정 결정을 수행할 수 있다. 한편, CCN의 자원 조정 결정이 멤버 eNB들에게 제공되는 경우에는 이의 메트릭이 시그널링될 필요가 없을 수도 있다. 즉, CCN은 멤버 eNB가 기대하는 이의 메트릭을 고려하여 자원 조정 결정을 수행하는 기능을 하므로, 멤버 eNB에게 CCN이 기대하는 이의 메트릭이 제공될 필요는 없기 때문이다. 만약 멤버 eNB가 CCN에게 전송하는 시그널링과 CCN이 멤버 eNB에게 전송하는 시그널링이 후술하는 "통합 시그널링 포맷"으로 정의되는 경우에는, 이의 메트릭 정보는 해당 시그널링이 CCN이 멤버 eNB에게 전송하는 자원 조정 결정의 통지/명령 타입임을 나타내는 특별한 값으로 설정되거나, 또는 생략되거나(omitted), 또는 유보될(reserved) 수도 있다.
- [0372] 이러한 CoMP 가설 및 이의 메트릭의 시그널링은 중심형 조정 구조는 물론 분산형 조정 구조에도 적용될 수 있다. 예를 들어, 분산형 조정 구조에서 송신자가 eNB1이고 수신자가 eNB2인 경우, 이의 메트릭 시그널링은 지시되는 CoMP 가설을 eNB1의 관점에서 고려하였을 때의 자원 조정 요청(또는 자원 조정 추천(recommendation)) 시그널링으로 이해될 수 있다. 이 경우, eNB2는 eNB1으로부터 수신된 정보를 자신의 스케줄링 결정에 고려할 수 있다. 구체적으로, eNB2의 입장에서는 송신자 eNB1의 동작에 대한 정보는 향후 eNB1의 적용할 것으로 보장(guarantee)하는 것으로 고려할 수 있고, 이에 따라 수신자 eNB2는 관련 UE의 CSI 피드백 보고를 활용할 수 있다. 수신자 eNB2의 동작에 대한 정보는, eNB2가 최선의 노력(best effort) 방식으로 동작할 때에 고려할 수도 있다. 분산형 조정 구조에서는 이러한 시그널링이 매우 많이 교환될 수 있으므로, 다른 eNB들의 동작에 대한 정보 역시 수신자 eNB2가 자신의 스케줄링에 고려할 수 있다. 예를 들어, 여러가지 CoMP 가설 중에서 가장 공통적으로 선호되는 (즉, 많은 개수의 eNB들이 다른 CoMP 가설에 비하여 상대적으로 높은 이의 메트릭 값을 부여한) CoMP 가설을, 수신자 eNB2의 최종적인 스케줄링 결정의 가정으로서 사용될 수 있다.
- [0373] CSI 및 RSRP 정보
- [0374] CSI 정보의 하나 이상의 세트 및/또는 UE의 세트에 대한 RSRP 정보는, 중심형 조정 구조와 분산형 조정 구조 모두에서 CoMP 동작을 위해서 Xn-signaling될 수 있다. 전송한 셀-특정 이의 메트릭은, UE 식별정보(ID)와 함께 보고되는 CSI 및 이를 위해서 가정되는 NW-CSI-process 식별정보(ID)와 같은 명시적인 UE-특정 정보를 포함하지 않으므로, 이러한 타입의 정보는 이의 메트릭 정보의 시그널링을 기반으로 부가적인 정보로서 CoMP를 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 송신자 eNB에서 스케줄링될 UE들에 대한 PMI를 포함하는 CSI 정보가 다른 eNB에게 제공되는 경우, 분산형 조정 구조에서도 수신자 eNB는 상기 CSI 정보에 기초하여 CB(Coordinated Beamforming)를 포함하는 CoMP 동작을 고려할 수 있다.
- [0375] 이러한 UE-특정 정보의 시그널링은 eNB간의 Xn-signaling을 위해서 보다 많은 오버로드를 야기하므로, QCI, 버퍼 상태, 평균 사용자 처리율 등의 요소 정보들이 동시에 Xn-signaling되지 못할 수도 있으므로, 이러한 UE-특정 시그널링은 보조적(supplementary) 또는 선택적(optional) 정보로서 취급될 수 있다.
- [0376] 개선된 RNTP
- [0377] 개선된 RNTP의 시그널링은 지시된 주파수/시간 자원 맵 상에서의 송신자 eNB의 전력 레벨 및/또는 빔포밍 정보에 관련된 자신의 동작에 대한 통지로서 인식되므로, NIB CoMP에서 분산형 조정 구조를 지원할 수 있다. 기존의

RNTP/ABS(Almost Blank Subframe) 방식의 시그널링과의 차이점은, 그 자원 설정단위(granularity)가 주파수-시간 자원 맵의 2 차원 도메인으로 확장되고, 다중-레벨 전력 할당 정보가 지시되고, 공간 도메인에서의 지시 정보(예를 들어, 프리코딩 정보)를 포함한다는 것이다.

[0378] 개선된 RNTP에는, 전송 전력 임계치 및 주파수/시간 도메인 2-차원 비트맵이 포함될 수 있다. 2-차원 비트맵의 각각의 비트는 해당 임계치 이하의 전력 레벨을 보장하거나 그렇지 않음을 나타낼 수 있다. 자원 설정단위는, 주파수 상에서는 RB 단위이고, 시간 상에서는 서브프레임 단위로 정의될 수 있다. 2-차원 자원 맵에 대해서, K 개의 RB 및 L 개의 서브프레임에 대한 비트맵은, K-비트의 비트맵과 L-비트의 비트맵으로 설계될 수 있다. 이 경우, L-비트의 비트맵에서 지시되는(예를 들어, 1로 설정되는 비트에 해당하는) 서브프레임에서만 K-비트의 비트맵이 유효한 것으로 해석될 수 있다. 다중-레벨의 전력 임계치를 사용하는 대신에, 오직 하나의 전력 임계치를 사용하는 것으로도 충분할 수도 있다.

[0379] 통합 Xn-signaling

[0380] 전술한 "NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 통지/결과를 지시하는 경우" 및 "NW-CSI-IM 지시 정보가 자원 조정 요청을 지시하는 경우"에 대한 설명에서 언급한 간접 조정에 대한 결과/통지/요청/추천/명령 등을 지시하는 시그널링은 하나의 통합 Xn-signaling 포맷으로서 설계될 수 있다. 이하에서는, 이러한 통합 시그널링 포맷은 CoMP 조정 CSI-IM 맵(CoMP Coordination CSI-IM map), 즉, CCC 맵이라고 칭한다. 표 11은 CCC 맵의 일례를 나타낸다.

표 11

정보요소/그룹 명칭 (IE/Group Name)	의미 설명 (Semantics description)
CoMP 조정 CSI-IM 맵 (CCC 맵) (CoMP Coordination CSI-IM map; CCC map)	PRB 단위로 (및/또는 서브프레임 비트맵에 기초한 서브프레임 인덱스 단위로), NW-CSI-IM 인덱스(들)이 리스트되며, 리스트된 NW-CSI-IM 인덱스들에 해당하는 RE들 상에서의 송신자 eNB의 송신 가정(전송 전력 및/또는 프리코딩 정보 포함)은 지시된 PRB(및/또는 서브프레임 인덱스) 상에서와 동일하다고 가정되며, 그리고 리스트된 NW-CSI-IM 인덱스들에 해당하는 RE들 상에서의 CoMP 클러스터 내의 다른 eNB들에 대한 전송 가정들(전송 전력 및/또는 프리코딩 정보 포함)은 지시된 PRB(및/또는 서브프레임 인덱스) 상에서와 동일하다고 가정되는 것이 (강하게) 추천됨을 의미함. (Per PRB (and/or per subframe index based on a subframe bitmap), NW-CSI-IM index(es) are listed, meaning the transmission assumption for the sender eNB (including transmitted power and/or precoding information) on the REs corresponding to the listed NW-CSI-IM indexes can be assumed the same on the indicated PRB (and/or subframe index), and the transmission assumptions for other eNBs within the CoMP cluster (including transmitted power and/or precoding information) on the REs corresponding to the listed NW-CSI-IM indexes are (highly) recommended to be assumed the same on the indicated PRB (and/or subframe index))

[0381]

[0382] 표 11과 같은 통합 CCC map의 경우, CoMP 클러스터 내의 송신자 eNB, 수신자 eNB(들) 및 다른 eNB들의 동작들을 한꺼번에 모두 나타낸다는 특징을 가진다. 즉, CCC map에서 특정 주파수/시간 자원별로 리스트된 NW-CSI-IM 인덱스(들) 정보를 통해 각각의 eNB들의 전송 가정(전송 전력(무팅여부 포함) 및/또는 프리코딩 정보)을 알 수 있다. 그 중에서 송신자 eNB에 대한 전송 가정은, 송신자 eNB가 자신이 해당 전송 가정을 상기 지시된 주파수/시간 자원 상에서 동일하게 유지하겠다는 통지의 의미로 해석될 수 있다. 이와 함께 또는 이 대신에, 수신자 eNB에 대한 전송 가정은, 수신자 eNB가 해당 전송 가정을 상기 지시된 주파수/시간 자원 상에서 동일하게 유지시켜

줄 것을 송신자 eNB가 (강하게) 추천한다는 의미로 해석될 수 있다. 이와 함께 또는 이 대신에, 그 외의 다른 eNB(즉, CoMP 클러스터 내의 나머지 eNB)에 대한 전송 가정은, 해당 eNB가 해당 전송 가정을 상기 지시된 주파수/시간 자원 상에서 동일하게 유지시켜 주기를 송신자 eNB가 (강하게) 추천한다는 의미로 해석될 수 있다.

[0383] 따라서, 수신자 eNB는 다른 eNB들의 동작이 높은 확률로 CCC map에 따라서 수행될 것으로 가정할 수 있고, 해당 NW-CSI-IM 인덱스(들)에 대한 CSI 피드백 보고를 수행한 UE를 스케줄링함에 있어서, 해당 CSI 피드백 정보를 고려한 최종 스케줄링 결정을 할 수 있다.

[0384] 중심형 조정 구조에서는, 상기 표 11과 같은 CCC map 시그널링은 특정 eNB(예를 들어, CCN 또는 Marco-eNB)만이 전송하도록 정의 또는 설정될 수 있다. 이 경우, 수신자 eNB는 전송한 바와 같이 다른 eNB들의 동작이 CCC map에 따라 수행될 것으로 가정하고, 해당 NW-CSI-IM 인덱스(들)에 대한 CSI 피드백 보고를 수행한 UE를 스케줄링함에 있어서, 해당 CSI 피드백 정보를 고려한 최종 스케줄링 결정을 할 수 있다.

[0385] 만약 특정 주파수/시간 자원에 연관되는 NW-CSI-IM 인덱스들이 여러 개가 지시되고, 수신자 eNB(또는 다른 eNB)에 대한 전송 가정이 상기 지시된 복수개의 NW-CSI-IM 인덱스들 간에 상이한 경우에는, 상기 수신자 eNB(또는 다른 eNB)의 동작은 "don't care"로 해석하도록 정의 또는 설정될 수 있다. 또는, 세 개 이상의 NW-CSI-IM 인덱스들이 지시되는 경우에는, 상대적으로 더 많은 수의 동일한 전송 가정이 지시된 NW-CSI-IM 인덱스들에 기초하여 수신자 eNB(또는 다른 eNB)의 동작이 정의 또는 설정될 수도 있다.

[0386] 상기 표 11과 같은 CCC map의 예시에, 상기 표 9 또는 표 10과 같은 유용성 메트릭(또는 선호도 등급, 우선순위 맵, 또는 이익 메트릭) 정보를 함께 포함시켜서 통합 Xn-signaling 포맷을 구성할 수도 있다. 이에 대한 예시는 아래의 표 12와 같으며, 전송한 유용성 메트릭, 선호도 등급, 또는 우선순위 맵이라는 용어는 이하의 예시들에서 이익 메트릭(benefit metric)이라는 용어를 이용하여 통칭한다.

표 12

정보요소/그룹 명칭 (IE/Group Name)	의미 설명 (Semantics description)
CoMP 조정 CSI-IM 맵 (CCC 맵) (CoMP Coordination CSI-IM map; CCC map)	PRB 단위로 (및/또는 서브프레임 비트맵에 기초한 서브프레임 인덱스 단위로), {NW-CSI-IM 인덱스(들), benefit metric}의 쌍(들)이 리스트되며, 리스트된 NW-CSI-IM 인덱스들에 해당하는 RE들 상에서의 송신자 eNB의 송신 가정(전송 전력 및/또는 프리코딩 정보 포함)은 지시된 PRB(및/또는 서브프레임 인덱스) 상에서와 동일하다고 가정되며, 그리고 리스트된 NW-CSI-IM 인덱스들에 해당하는 RE들 상에서의 CoMP 클러스터 내의 다른 eNB들에 대한 전송 가정들(전송 전력 및/또는 프리코딩 정보 포함)은 지시된 PRB(및/또는 서브프레임 인덱스) 상에서와 동일하다고 가정되는 것이 (강하게) 추천됨을 의미함. (Per PRB (and/or per subframe index based on a subframe bitmap), pair(s) of {NW-CSI-IM index(es), benefit metric} are listed, meaning the transmission assumption for the sender eNB (including transmitted power and/or precoding information) on the REs corresponding to the listed NW-CSI-IM indexes can be assumed the same on the indicated PRB (and/or subframe index), and the transmission assumptions for other eNBs within the CoMP cluster (including transmitted power and/or precoding information) on the REs corresponding to the listed NW-CSI-IM indexes are (highly) recommended to be assumed the same on the indicated PRB (and/or subframe index))

[0387]

[0388] 표 12에 대해서 표 11에 대한 설명이 그대로 적용될 수 있고, 이에 추가적으로, 지시된 NW-CSI-IM 인덱스(들)

별로 "이익 메트릭" 정보가 함께 제공될 수 있다.

[0389] 분산형 조정 구조에서는, 표 12의 통합 시그널링은 송신 eNB가 자신의 입장에서 추천/희망하는 CoMP 클러스터 내의 각각의 eNB들의 동작(즉, CoMP 가설)을 알려주면서, 해당 CoMP 가설이 송신 eNB의 입장에서 어느 정도로 이익이 되는지를 추가적으로 알려주는 것으로 해석될 수 있다.

[0390] 중심형 조정 구조에서는, 표 12의 통합 시그널링은 송신 eNB가 CCN 또는 Macro-eNB인 경우에는, 해당 CoMP 클러스터 내의 각각의 eNB들이 유지해야 할 동작(즉, CoMP 가설)을 명령/통지하는 것으로 해석될 수 있으며, 이를 수신한 각각의 eNB들은 해당 NW-CSI-IM 인덱스(들)에서 적용하는 전송 가정을 지시된 주파수/시간 자원에 대해서 동일하게 적용하여 줄 수 있다. 이 경우, CCN이 전송하는 통합 시그널링 포맷의 "이익 메트릭" 정보는 원래의 의미를 가지지 못하고, 통합 시그널링 포맷에서 유보되거나(또는 포함되지 않거나), 또는 본 발명에서 제안하는 선택자 비트로서 활용될 수 있다 (예를 들어, 이익 메트릭 정보의 값이 미리 정해진 특별한 값을 가지는 경우에는, 통합 시그널링은 자원 조정 명령/통지로서 기능하고, 그 외의 값을 가지는 경우에는 멤버 네트워크 노드(들)이 CCN에게 알려주는 시그널링임을 식별하는 용도로 사용될 수도 있다). 본 발명의 범위는 이에 제한되지 않고, 통합 시그널링 포맷에서 이익 메트릭 정보가 아닌 그 외의 정보가 상기 선택자 비트로서 기능하는 예시들을 모두 포함한다.

[0391] 상기 표 11 또는 표 12의 통합 시그널링(또는 CCC map)과 유사하지만, 이들을 대신하여 사용될 수 있는 통합 시그널링으로서, 아래의 표 13과 같은 개선된 RNTP/개선된 ABS 타입의 시그널링이 정의될 수도 있다.

표 13

정보요소/그룹 명칭 (IE/Group Name)	의미 설명 (Semantics description)
개선된 RNTP (또는 개선된 ABS) 맵 (Enhanced RNTP (or Enhanced ABS) map)	PRB 단위로 (및/또는 서브프레임 비트맵에 기초한 서브프레임 인덱스 단위로), 개선된 RNTP (또는 개선된 ABS) 맵(들)이 리스트되고, 각각의 개선된 RNTP (또는 개선된 ABS) 맵(들)은 (eNB 그룹, 예를 들어, CoMP 클러스터 내의) 각각의 eNB에 대한 (다중-레벨의) RNTP (또는 ABS 또는 선호도 등급) 값으로 구성됨. (Per PRB (and/or per subframe index based on a subframe bitmap), Enhanced RNTP (or Enhanced ABS) map(s) are listed, where each enhanced RNTP (or Enhanced ABS) map consists of a (multi-level) RNTP (or Enhanced ABS or preference rating) value for each eNB (within an eNB group, e.g., CoMP cluster))

[0392]

[0393] 표 13의 통합 시그널링의 예시를 도 14를 참조하여 설명한다.

[0394] 도 14는 주파수/시간 자원에 대해서 시그널링되는 개선된 RNTP 맵(또는 개선된 ABS 맵)을 설명하기 위한 도면이다.

[0395] 예를 들어, 송신자 eNB가 eNB1이고, 수신자 eNB가 eNB2인 것으로 가정한다. 도 14의 M1 값은 eNB1이 자신의 전력 할당이 M1 값을 넘지 않을 것을 통지하는 의미로 해석된다. M2 값은 eNB2의 전력 할당이 M2 값을 넘지 않을 것으로 eNB1이 eNB2에게 추천하는 의미로 해석된다. M3, M4, ...의 값은, 다른 eNB들(eNB3, eNB4, ...)의 전력 할당이 각각 해당 값(M3, M4, ...)을 넘지 않을 것을 eNB1이 다른 eNB들에게 추천하는 것으로 해석되며, 수신자 eNB2의 입장에서 다른 eNB들이 해당 전력 할당 추천 값에 따라 동작할 것으로 가정하고 자신의 스케줄링 결정을 수행할 수 있다.

[0396] 또한, 도 14의 예시에서 전력 할당 값 M1, M2, M3, M4, ... 으로 설정될 수 있는 후보 값 또는 범위가 사전에 정의 또는 설정될 수 있다. 예를 들어, 전력 할당 값의 가능한 범위는 P_min 부터 P_max 까지로 설정될 수 있고, 각각의 값은 최대 전력 임계치 값의 의미한다(즉, 상기 범위 중의 하나의 값을 지시하는 것은, 그 지시된 값을 초과하지 않는 전력 할당을 의미한다). 또한, 전력 할당 임계치 값이 0으로 지시되는 것은(예를 들어, P_min=0으로 사전에 정의되어 있고, P_min이 지시되는 것), 뮤팅하는 것을 의미할 수 있다.

- [0397] 도 14와 같은 개선된 RNTP 또는 개선된 ABS는, 기존의 RNTP 또는 ABS에 대한 시그널링을, 다중 레벨에 대한 시그널링으로 확장한다는 특징과, 송신자 eNB 자신의 전력 할당에 대한 정보 뿐만 아니라 다른 eNB들에 대한 전력 할당 추천/요청을 포함한다는 특징을 가진다.
- [0398] 전술한 본 발명의 예시들에서, eNB1, eNB2, eNB3,...등의 특정 eNB에 대한 식별은, 사전에 CoMP 클러스터 등의 특정 eNB 집합 형태로 정의 또는 설정되어 있을 수 있다. 이에 따라, 도 14의 M1, M2,...의 값들은 어떤 eNB에 대한 값임이 미리 정의되어 있을 수도 있으며, 또는 각각의 전력 할당 값이 어떤 eNB에 대한 것인지를 지시하는 식별자(예를 들어, 해당 eNB의 셀 ID)를 전력 할당 값과 쌍(pair)의 형태로 시그널링될 수도 있다.
- [0399] 또한, 전술한 본 발명의 예시들에서, 하나의 통합 시그널링으로 위와 같은 다양한 해석이 적용되는 것을 보다 명확하게 지시하기 위해서, 소정의 선택자(selector) 비트를 정의할 수 있다. 즉, 선택자 비트의 값이 무엇인지에 따라, 상기 통합 시그널링이 어떤 의미로 해석되어야 하는지를 알려줄 수도 있다.
- [0400] 또한, 전술한 본 발명의 예시들에서, 중심형 조정 구조에서는 표 13과 같은 Xn-signaling은 특정 eNB(예를 들어, CCN 또는 Macro-eNB)만 전송할 수 있는 것으로 한정할 수도 있다.
- [0401] 또한, 상기 표 13의 예시에 상기 표 12의 이익 메트릭 정보를 함께 포함시킨 통합 시그널링 포맷을 아래의 표 14와 같이 정의할 수도 있다.

표 14

정보요소/그룹 명칭 (IE/Group Name)	의미 설명 (Semantics description)
개선된 RNTP (또는 개선된 ABS) 맵 (Enhanced RNTP (or Enhanced ABS) map)	PRB 단위로 (및/또는 서브프레임 비트맵에 기초한 서브프레임 인덱스 단위로), {개선된 RNTP (또는 개선된 ABS) 맵(들), 이익 메트릭}의 쌍(들)이 리스트되고, 각각의 개선된 RNTP (또는 개선된 ABS) 맵(들)은 (eNB 그룹, 예를 들어, CoMP 클러스터 내의) 각각의 eNB에 대한 (다중-레벨의) RNTP (또는 ABS 또는 선호도 등급) 값으로 구성됨. (Per PRB (and/or per subframe index based on a subframe bitmap), pair(s) of {Enhanced RNTP (or Enhanced ABS) map(s), benefit metric} are listed, where each enhanced RNTP (or ABS) map consists of a (multi-level) RNTP (or ABS) value for each eNB (within an eNB group, 예를 들어, CoMP cluster))

[0402]

- [0403] 아래의 표 15는 전술한 표 7 내지 표 14의 예시들을 일반화한 통합 일반적인 시그널링 포맷의 예시를 나타낸다.

표 15

정보요소/그룹 명칭 (IE/Group Name)	의미 설명 (Semantics description)
특징-통합 백홀 시그널링(FIBS) (Feature-integrated backhaul signalling (FIBS))	{애플리케이션 타입, 자원 맵 (ABS 또는 주파수/시간 맵), 관련 파라미터 세트}가 리스트되고, "애플리케이션 타입"은 애플리케이션 {eICIC, CoMP, eIMTA, NAICS, ...} 중의 (적어도) 하나를 선택하고, "자원 맵"은 미리 정의된 형태(예를 들어, ABS 서브프레임 (비트맵), 주파수/자원 맵 등)이고, "관련 파라미터 세트"는 각각의 애플리케이션 타입에 기초하여 특정적으로 정의된다. ({application type, resource map (ABS or frequency/time map), associated parameter set} are listed, where "application type" will select (at least) one of the following applications - {eICIC, CoMP, eIMTA, NAICS, ...}, and "resource map" is a predefined form, e.g., ABS subframe (bitmap), frequency/time map, etc., and "associated parameter set" is specifically defined based on each application type.)

[0404]

[0405]

표 15의 예시에서 자원 맵은 eICIC(Enhanced Inter-Cell Interference Coordination) ABS 패턴 시그널링 포맷을 재사용할 수도 있다(예를 들어, eICIC를 위해서 설계된 40 비트 크기의 ABS 패턴, 등)

[0406]

또한, 애플리케이션 타입이 CoMP인 경우에 "관련된 파라미터 세트"는 {NW-CSI-IM 인덱스(들), NW-CSI-RS 인덱스(들), NW-CSI-process 인덱스(들), 개선된 RNTI 맵(들) (또는 개선된 ABS 맵(들)), 이익 메트릭(또는 유용성 메트릭, 신호도 등급, 우선순위 맵), 빔 방향/계수를 포함하는 프리코딩 정보, NIB CoMP 동작에 이용되는 파라미터(예를 들어, CSI 보고, RSRP, SRS 전력, UPT, PF 메트릭, QCI)}의 세트의 요소들 중에서 하나 이상의 요소를 리스트하는 형태로 구성될 수 있다.

[0407]

또한, eICIC, eIMTA(Enhanced Interference Mitigation & Traffic Adaptation), 및 NAICS(Network-Assisted Interference Cancellation and Suppression) 등의 다른 애플리케이션 타입의 경우에도, 해당 애플리케이션에 연관된 파라미터들(예를 들어, 상기 CoMP 애플리케이션 타입 관련 파라미터들, 프리코딩 정보, 다중 레벨 전력 정보, 변조 차수 정보) 중에서 하나 이상의 요소를 포함하는 파라미터 세트가 설정 또는 지시될 수 있다.

[0408]

예를 들어, "애플리케이션 타입"이 CoMP 또는 eICIC인 경우, "관련 파라미터 세트"는 CSI 측정 파라미터와 CSI-IM 매핑 관련 정보를 포함할 수 있다.

[0409]

"애플리케이션 타입"이 NAICS인 경우, "관련 파라미터 세트"는 변조 차수, CFI, PMI, RI, MCS, 자원 할당, DMRS 포트, n_{ID}^{DMRS} , 전송 모드(TM), RS 설정 정보 등을 포함할 수 있다. 또한, NAICS의 경우에는 상기 관련 파라미터들이, 지시된 주파수/시간 자원 맵에 대해서 적용되는 정보라고 해석될 수 있다.

[0410]

또한, "애플리케이션 타입" 정보는 미리 정해진 인덱스(예를 들어, 00, 01, ...)에 의해서 지시되고, 인덱스 값이 무엇인지에 따라서 "관련 파라미터 세트"에 어떤 정보들이 포함되는지가 지시되는 형태로 설계될 수도 있다. 또는, "애플리케이션 타입" 정보는 선택적인(optional) 것으로 정의될 수도 있고, 이 경우에는 "관련 파라미터 세트"가 어떤 정보를 포함하는지 또는 어떻게 해석해야 하는지가 디폴트로 설정되어 있을 수도 있다. 또는, "관련 파라미터 세트"의 정보 구성 형태에 따라서 묵시적으로 특정 "애플리케이션 타입" (또는 애플리케이션 타입을 지시하는 특정 인덱스)가 지시되는 것으로 정의 또는 설정될 수도 있다.

[0411]

전술한 예시들에서 제안하는 Xn-signaling 포맷들은, 기지국과 단말간에 교환되는 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링)을 위한 포맷으로도 적용할 수 있다. 예를 들어, 단말이 이러한 RRC 시그널링을 수신하면, CoMP 클러스터 내의 eNB들의 동작(또는 전송 가정)을 알 수 있고, 이를 고려하여 CoMP 수신 동작을 수행할 수

있다.

- [0412] NIB CoMP eNB-간 시그널링에 대한 추가 예시 2
- [0413] NIB CoMP를 위해 eNB 간의 Xn 인터페이스(예를 들어, X2 인터페이스) 상에서 다음과 같은 정보들이 시그널링될 수 있다.
- [0414] - 개별 UE들에 대한 CSI 보고(RI, PMI, CQI)의 하나 이상의 세트
- [0415] - 개별 UE들에 대한 하나 이상 측정 보고(RSRP)
- [0416] - 개별 UE들에 대한 SRS 수신 전력
- [0417] - 개별 UE들에 대한 UPT(User Perceived Throughput)
- [0418] - 셀 별 자원 활용 정보
- [0419] - 개별 UE들에 대한 PF 메트릭
- [0420] - 주파수/시간/전력/공간 도메인 상에서 정의되는 개선된 RNTP 타입의 정보
- [0421] - 전력 및 공간 도메인 상에서 정의되는 개선된 ABS 정보
- [0422] - QCI
- [0423] - 자원 조정 결과 또는 자원 조정 요청의 지시 (주파수/시간/전력/공간 도메인 상에서의 자원 할당)
- [0424] - 참조신호, CSI 프로세스 및 CSI-IM 설정 대해서 사용된 설정을 지시하는 정보
- [0425] - 참조신호 설정, CSI 프로세스 및 CSI-IM 설정에 대해서 조정 결과 또는 조정 요청을 지시하는 정보
- [0426] CoMP를 위한 전제 조건
- [0427] NIB CoMP 동작을 위해서, CoMP 클러스터 내에서 소정의 전제조건에 대한 정보(예를 들어, 참조신호, CSI 프로세스 및 CSI-IM 설정에 대해서 사용된 설정에 대한 정보)가 주어져야 한다. 비록 참조신호 설정, CSI 프로세스 및 CSI-IM 설정은 UE-전용 RRC 시그널링을 통해서 결국 UE에게 주어지지만, CSI-RS 및 CSI-IM 설정 등은, O&M(operation and maintenance) 또는 백홀 시그널링 지원에 의해서 사전에 네트워크-와이즈(NW) 조정을 하는 것이 바람직하다. 예를 들어, NW CSI-IM 인덱스 세트가 CoMP 클러스터 내에서 미리 정의되고, 이는 CSI-IM 자원 별로 각각의 eNB의 muting/non-muting 또는 "don't care" 동작을 지시하는 것일 수 있다. 또한, 이들 NW CSI-IM 인덱스 세트 중의 일부 인덱스들은 eNB에 의해서 선택되어, 해당 eNB에 연관된 UE에게 RRC 시그널링에 의해서 설정해 줄 수 있다.
- [0428] CSI-IM 자원 별로 개별 eNB의 동작에 대한 유연성을 제고하기 위해서, 예를 들어, 다중-레벨 전력 할당 및/또는 CB를 위한 프리코딩 정보 설정 등이 CoMP 클러스터 내에서 시그널링되도록 할 수 있다. CSI-IM에 대한 예시와 유사하게, NW RS 설정 인덱스, NW CSI 프로세스 설정 인덱스가 CoMP 클러스터 내에서 설정될 수 있다.
- [0429] 자원 조정에 대한 통합 시그널링
- [0430] NIB CoMP 자원 조정을 위해서 필요한 정보들은 공통의 목적(예를 들어, CoMP 클러스터 내에서의 자원 조정 요청/추천의 목적이거나, 또는 자원 조정 결과/통지의 목적)을 가지는 점을 고려하면, 이들 정보의 시그널링을 단순화(simplify)하고 통합화(unify)하는 것이 바람직하다.
- [0431] 자원 조정 요청/추천은, CoMP 스케줄링을 위한 요소 정보를 멤버 eNB로부터 CCN에게 제공하는 것이며, 예를 들어, 개별 UE들에 대한 CSI 보고(RI, PMI, CQI)의 하나 이상의 세트, 개별 UE들에 대한 하나 이상 측정 보고(RSRP), 개별 UE들에 대한 SRS 수신 전력, 개별 UE들에 대한 UPT(User Perceived Throughput), 셀 별 자원 활용 정보, QCI, 개별 UE들에 대한 PF 메트릭, 자원 조정 요청의 지시(주파수/시간/전력/공간 도메인 상에서의 자원 할당), 참조신호 설정/CSI 프로세스/CSI-IM 설정에 대한 조정 요청의 지시 등을 포함할 수 있다.
- [0432] 자원 조정 결과/통지는, 조정 결과를 CCN으로부터 멤버 eNB(들)에게 통지하는 것이며, 예를 들어, 자원 조정 결과의 지시(주파수/시간/전력/공간 도메인 상에서의 자원 할당), 참조신호 설정/CSI 프로세스/CSI-IM 설정에 대한 조정 결과 지시 등을 포함할 수 있다.
- [0433] 위와 같은 두 가지 타입의 시그널링 중에서, 자원 조정 요청/추천을 위한 시그널링은 상이한 여러가지 시그널링

포맷을 정의할 필요가 없이, 통합 시그널링 포맷을 정의하는 것이 바람직하다.

- [0434] 또한, "개별 UE들에 대한" 정보들은, 클러스터 내에서 반드시 공유될 필요는 없을 수도 있다. 그 대신에, 송신자 eNB의 관점에서 특정 주파수/시간 자원 맵 상에서 "스케줄링될 UE에 대한" 정보를 포함시키는 것이 보다 효율적일 수 있다. 각각의 eNB에서의 최종 스케줄링 결정(즉, 스케줄링될 UE를 최종적으로 결정)은 개별 eNB가 알아서 하는 것이고, 자신의 모든 스케줄링가능한 UE에 대한 정보를 다른 eNB와 공유하는 것은 불필요한 정보 교환에 대한 오버헤드를 발생시킬 수도 있기 때문에, 최적의 (또는 대표적인) UE(들)에 대한 정보를 공유하는 것으로 충분하다.
- [0435] 또한, 중심형 조정 구조에서도 UE 별로 CSI 보고 정보, RSRP, SRS 전력, UPT, QCI와 같은 정보가 반드시 필요하지는 않을 수도 있다. 반면, 주파수/시간 자원 별로 스케줄링될 최적의 대표적인 UE(들)에 대한 선호도 등급 값(또는 유용성 메트릭(utility metric), 또는 PF metric, 또는 이익 메트릭)을 공유하는 것으로 충분할 수 있다. 이는 CoMP 클러스터 내에서 정보를 공유하는 것은 eNB들 간의 자원 조정을 위한 것일 뿐, 개별 eNB들의 최종적인 스케줄링 결정을 내리기 위한 것은 아니기 때문이다. 따라서, 단순화된 선호도 등급 값(또는 이익 메트릭 값)을 이용하는 것을 고려할 수 있다.
- [0436] 특정 주파수/시간 자원 맵에 대한 단순화된 선호도 등급 정보(또는 이익 메트릭 정보)는, 가정되는 CoMP 가설에 대한 지시와 함께 시그널링되는 것이 바람직하다. 여기서, CoMP 가설은 CoMP 클러스터 내의 eNB들의 동작에 대한 가정(예를 들어, eNB1은 뮤팅하고, eNB2는 뮤팅을 하지 않는 등)이며, 이는 미리 정의된 NW-CSI-IM 인덱스 또는 개별 eNB들에 대한 명시적인 전력 할당 리스트를 이용하여 간단하게 표현될 수 있다.
- [0437] 도 15는 주파수/시간 자원 맵에 대해서 CoMP 가설과 함께 시그널링되는 이익 메트릭을 설명하기 위한 도면이다.
- [0438] 도 15에서 CoMP 가설은 개별 eNB들에 대한 전력 할당 리스트에 의해서 지시될 수 있다. 전력 할당 리스트는 eNB1에 대한 전력 할당 값, eNB2에 대한 전력 할당 값, ..., eNB_N에 대한 전력 할당 값을 명시적으로 지시하는 형태로 구성될 수 있다. 또는, CoMP 가설은 NW CSI-IM 인덱스와 같이 보다 간단한 형태로 지시될 수도 있다. 즉, 하나의 인덱스 값이 개별 eNB들의 동작을 지시할 수 있다.
- [0439] 선호도 등급 값은 0 내지 L (L>0) 사이의 정수 값으로 정의될 수 있다. 예를 들어, L=100으로 설정될 수 있다. 선호도 등급 값은, 지시된 CoMP 가설이 적용되는 것으로 가정하였을 때의 송신자 eNB가 예상하는 스케줄링 이익을 고려한 선호도의 레벨로서 표현될 수 있다. 또는, 상기 도 13 등에서 설명하는 이익 메트릭 값이 선호도 등급 값 대신에 적용될 수도 있다.
- [0440] 도 15의 통합 시그널링 포맷의 예시에 대한 해석에 대해서 이하에서 설명한다.
- [0441] 중심형 조정 구조에서 송신자 eNB가 CCN이 아니고 멤버 eNB인 경우에는, 도 15의 통합 시그널링은 멤버 eNB의 관점에서의 자원 조정 요청/추천을 나타내는 것으로 해석된다. 이에 따라, CCN은 멤버 eNB들로부터 제공된 모든 정보들에 기초하여 조정 결정을 수행할 수 있다. 각각의 멤버 eNB는 복수개의 시그널링을 제공할 수 있고, 각각의 시그널링은 상이한 CoMP 가설(송신자 eNB의 동작뿐만 아니라 다른 eNB의 동작에 대한 가설)에 대한 상이한 선호도 등급 값(또는 이익 메트릭 값)을 표시하는 정보를 포함할 수 있다.
- [0442] 중심형 조정 구조에서 송신자 eNB가 CCN인 경우에는, 도 15의 통합 시그널링은, CCN에 의해서 결정된 자원 조정 결과/통지를 나타내는 것으로 해석되며, 이를 수신하는 모든 멤버 eNB들은 해당 통지 내용에 따르게 된다. 구체적으로, 각각의 수신 eNB는 도 15에서 가정된 CoMP 가설을 지시하는 NW-CSI-IM 인덱스가 지시하는 CSI-IM 자원 상에서의 동작 내용(예를 들어, 전송 전력 값, 뮤팅 여부, 프리코딩 등)과 동일하게, 지시된 주파수/시간 자원에서의 동작을 유지해야 한다. 그렇게 해야만, 각각의 eNB가 다른 eNB들의 동작이 지시된 대로 보장된 것으로 가정하고, 해당 CSI-IM 자원에 기초한 UE의 가장 최근의 CSI 피드백 보고를 직접적으로 적용하여, 지시된 주파수/시간 자원 상에서 자신의 UE 스케줄링 결정을 최종적으로 할 수 있다. 또한, 이러한 방식에 따르면, 각각의 eNB가 CSI-IM 자원 상에서 전송되는 신호의 종류를 자유롭게 선택할 수 있고, 이에 따라 CB 타입의 CoMP 기법이 NIB 조건에서도 활용될 수도 있다.
- [0443] 도 15에서 개별 eNB들의 (개별 eNB들의 셀 ID 지시에 의해 식별되는) 명시적인 전력 할당 리스트가 이용되는 포맷의 경우에는, 지시된 주파수/시간 자원 상에서의 해당 eNB의 전송 전력은, 해당 eNB의 전력 임계치 값으로 지시되는 값을 넘지 않아야 한다. 이러한 전력 임계치는 상이한 레벨로 설정될 수 있고, CCN으로부터 이러한 시그널링이 전송되는 경우, 이는 복수개의 eNB의 동작을 포함하는 개선된 RNTI/ABS 시그널링으로 해석될 수 있다.
- [0444] 또한, 도 15의 포맷의 송신자 eNB가 CCN인 경우에는, 선호도 등급 정보(또는 이익 메트릭 정보)는 생략

(omitted)되거나 고정된 값(fixed value)으로 설정될 수도 있다. 이는, 중심형 조정 구조에서 CCN으로부터의 시그널링은 자원 조정 결과/통지로서 해석되기 때문이다. 즉, CCN은 멤버 eNB가 기대하는 선호도 등급 정보(또는 이익 메트릭 정보)를 고려하여 자원 조정 결정을 수행하는 기능을 하므로, 멤버 eNB에게 CCN이 기대하는 선호도 등급 정보(또는 이익 메트릭 정보)가 제공될 필요는 없기 때문이다. 본 실시예에서와 같이 멤버 eNB가 CCN에게 전송하는 시그널링과 CCN이 멤버 eNB에게 전송하는 시그널링이 통합 시그널링 포맷으로 정의되는 경우에는, 선호도 등급 정보(또는 이익 메트릭 정보)는 해당 시그널링이 CCN이 멤버 eNB에게 전송하는 자원 조정 결정의 통지/명령 타입임을 나타내는 고정된/특별한 값으로 설정되거나, 또는 생략되거나(omitted), 또는 유보될(reserved) 수도 있다.

[0445] 분산형 조정 구조에서의 도 15의 통합 시그널링은, 상기 예시들 중에서 중심형 조정 구조에서 송신자 eNB가 CCN이 아닌 경우에 대한 설명이 대부분 그대로 적용될 수 있다. 예를 들어, 송신자가 eNB1이고 수신자가 eNB2인 경우에, 도 15의 통합 시그널링은 eNB1의 선호도 등급 값을 포함하는 eNB1 관점에서의 자원 조정 요청/추천으로 해석된다. 수신자 eNB2는 수신한 정보를 자신의 스케줄링 결정을 위해서 고려할 수 있다. 구체적으로, 송신자 eNB1의 동작은

[0446] 구체적으로, eNB2의 입장에서는 송신자 eNB1의 동작에 대한 정보는 향후 eNB1의 적용할 것으로 보장(guarantee)하는 것으로 고려할 수 있고, 이에 따라 수신자 eNB2는 관련 UE의 CSI 피드백 보고를 활용할 수 있다. 수신자 eNB2의 동작에 대한 정보는, eNB2가 최선의 노력(best effort) 방식으로 동작할 때에 고려할 수도 있다. 분산형 조정 구조에서는 이러한 시그널링이 매우 많이 교환될 수 있으므로, 다른 eNB들의 동작에 대한 정보 역시 수신자 eNB2가 자신의 스케줄링에 고려할 수 있다. 예를 들어, 여러가지 CoMP 가설 중에서 가장 공통적으로 선호되는 (즉, 많은 개수의 eNB들이 다른 CoMP 가설에 비하여 상대적으로 높은 선호도 등급 값을 부여한) CoMP 가설을, 수신자 eNB2의 최종적인 스케줄링 결정의 가정으로서 사용될 수 있다.

[0447] 분산형 조정 구조에 적용되는 시그널링

[0448] 분산형 조정 구조에서 개선된 RNTF-타입 정보(예를 들어, 주파수/시간/전력/공간 도메인) 및 개선된 ABS 정보(예를 들어, 전력/공간 도메인)가 시그널링될 수 있는데, 이들 정보는 지시된 주파수/시간 자원 상에서의 송신자 eNB의 전력 레벨 및/또는 빔포밍 정보에 관련된 자신의 동작에 대한 통지로서 인식된다.

[0449] 기존의 RNTF/ABS(Almost Blank Subframe) 방식의 시그널링과의 차이점은, 그 자원 설정단위(granularity)가 주파수-시간 자원 맵의 2 차원 도메인으로 확장되고, 다중-레벨 전력 할당 정보가 지시되고, 공간 도메인에서의 지시 정보(예를 들어, 프리코딩 정보)를 포함한다는 것이다.

[0450] 상기 도 15의 통합 시그널링 포맷은 중심형 조정 구조(예를 들어, 송신자 eNB가 CCN인 경우, CCN이 아닌 경우) 또는 분산형 조정 구조에 모두 적용될 수 있으며, 송신자 eNB의 동작을 통지하는 용도로 사용될 수 있으므로, 개선된 RNTF/ABS 시그널링도 포함할 수 있다. 또한, 상기 도 15의 통합 시그널링 포맷은 다른 eNB들의 동작을 요청/추천하는 목적으로도 사용될 수 있다. 따라서, 개선된 RNTF/ABS 타입 정보는 통합 시그널링 포맷의 서브셋 정보에 대한 시그널링으로 볼 수 있다. 즉, 도 15의 통합 시그널링에서 선호도 등급 값에 대한 정보 요소 및/또는 다른 eNB들의 동작을 요청/추천하는 정보 요소를 선택적인(optional) 요소인 것으로 설계한다면, 네트워크 사업자가 중심형 조정 구조나 분산형 조정 구조에 모두 사용할 수 있는 유연한 시그널링 포맷을 정의할 수 있다.

[0451] 그러나, 분산형 조정 구조에만 적용가능한 시그널링을 도입한다면, 위와 같은 개선된 RNTF/ABS 타입 정보 시그널링은 별도로 정의되고, 또한, 도 15와 같은 통합 시그널링 포맷은 NIB CoMP의 중심형 조정 구조를 적절하게 지원하는 것으로 정의할 수도 있다.

[0452] 이 경우, 지시된 주파수/시간 자원 상에서의 사용도(usage)에 대한 상태 보고 시그널링(즉, 수신자 eNB로부터의 피드백 정보)이 필요할 수도 있다. 예를 들어, 송신자 eNB가 지시한 정보가 non-CoMP UE 및 CoMP UE 스케줄링을 위해서 얼마나 사용되는지를 피드백 보고할 수 있다. 이러한 피드백 정보는, 기존의 ABS 상태 보고와 유사하게, 각각의 eNB가 다른 eNB들로부터의 피드백 정보를 고려하여 다음 백홀 시그널링 메시지를 결정하는 데에 사용될 수 있다.

[0453] Xn-signaling에 대한 설정단위(granularity)

[0454] 전술한 본 발명의 예시들에서 설명한 바와 같이, 이익 메트릭은 CoMP 가설과 연관되어 Xn-시그널링될 수 있다.

[0455] CoMP 가설은 시간/주파수 도메인에서 적어도 수신 노드를 위한 가설적인 자원 할당을 포함한다.

- [0456] 수신된 CoMP 가설 시그널링에 대해서 어떻게 반응하는지는 수신 eNB의 구현에 따르지만, 수신 eNB가 이에 대한 수용/무시를 각각 의미하는 피드백(예를 들어, YES/NO)을 송신 노드로 보낼 수도 있다.
- [0457] 시간/주파수 도메인 상에서 CoMP 가설에 필요한 설정단위(granularity) 및 레이트는 다음과 같이 주어질 수 있다. 예를 들어, CoMP 가설은 최대 $T(T=5)$ ms 의 시그널링 주기를 가질 수 있다. 또한, 시그널링 주기와 동일한 서브프레임 개수를 기반으로 정의되는 서브프레임 인덱스에 의해서 식별되는 서브프레임 단위로, 조정 영역(예를 들어, CoMP 클러스터) 내에서 셀 ID에 의해서 식별되는 셀 단위로, 하나의 RB의 설정단위로 CoMP 가설이 비트맵의 형태로 시그널링될 수 있다.
- [0458] 여기서, 시그널링 설정단위는 상기 SSPM에 대한 1-way 시그널링, 2-way 시그널링의 예시들에서 설명한 특정 시간 구간 및/또는 특정 대역에 대한 실시예로 볼 수 있다.
- [0459] 또한, 하나의 RB가 아니라 하나의 서브대역(subband)에 대한 설정단위로 CoMP 가설이 비트맵의 형태로 시그널링될 수도 있다. 이는 UE의 CSI 피드백의 최소 설정단위가 서브대역 단위인 점을 고려한 것이다. 또한, CoMP 가설의 Xn-signaling에 대한 설정단위로서의 서브대역은, 송신 노드(즉, 송신자 eNB)는 자신의 시스템 대역폭(system bandwidth)를 CoMP 가설이 전달되는 Xn-signaling과 함께 또는 별도의 Xn-signaling으로 전달할 수 있다.
- [0460] 예를 들어, 시스템 대역폭에 따라 정의되는 서브대역 크기는 아래의 표 16 또는 표 17과 같이 정의될 수 있다.

표 16

System Bandwidth N_{RB}^{DL}	Subband Size (k)
6 - 7	NA
8 - 10	4
11 - 26	4
27 - 63	6
64 - 110	8

[0461]

표 17

System Bandwidth N_{RB}^{DL}	Subband Size k (RBs)	Bandwidth Parts (J)
6 - 7	NA	NA
8 - 10	4	1
11 - 26	4	2
27 - 63	6	3
64 - 110	8	4

[0462]

[0463] 표 16은 시스템 대역폭에 따른 서브대역의 크기(RB 단위)를 정의하는 것이고, 표 17은 주기적 CSI 보고의 경우에 하향링크 시스템 대역폭, 대역폭 부분과 서브대역의 크기(RB 단위)의 관계를 정의하는 것이다.

[0464] 또는, 시스템 대역폭에 따라 정의되는 서브대역 크기는 아래의 표 18과 같이 정의될 수도 있다.

표 18

System Bandwidth N_{RB}^{DL}	Subband Size k (RBs)	M
6 - 7	NA	NA
8 - 10	2	1
11 - 26	2	3
27 - 63	3	5
64 - 110	4	6

[0465]

[0466]

표 18은 비주기적 CSI 보고의 경우에 하향링크 시스템 대역폭, 대역폭 부분과 서브대역의 크기(RB 단위)의 관계를 정의하는 것이다. 표 16 또는 표 17의 예시와 비교하여, 동일한 시스템 대역폭에 대해서 서브대역의 크기가 더 작게 설정되므로, 서브대역의 설정단위가 좀더 세밀한 것으로 이해될 수 있다.

[0467]

위와 같은 예시에서와 같은 서브대역 설정단위를 이용하여, CoMP 가설의 주파수 도메인 설정단위를 정의할 수 있다.

[0468]

또한, UE 세트에 대한 CSI 정보가 Xn-signaling될 수도 있는데, 이를 위한 설정단위를 상기 표 16, 표 17 또는 표 18과 같은 서브대역 설정단위로 정의할 수도 있다.

[0469]

예를 들어, UE들의 세트에 대해서 CSI 정보의 하나 이상의 세트가 Xn-signaling될 수 있다. 상기 CSI 정보의 하나 이상의 세트의 교환에 대한 필요한 레이트는 다음과 같이 주어질 수 있다. 예를 들어, 최대 5 ms 의 시그널링 주기를 가질 수 있으며, 추가적으로, eNB의 요청에 의해서 CSI 보고를 제공하는 비주기적 방식도 지원될 수 있다. 또한, 시그널링 주기와 동일한 서브프레임 개수를 기반으로 정의되는 서브프레임 인덱스에 의해서 식별되는 서브프레임 단위로, 셀 ID에 의해서 식별되는 셀 단위로, 서브대역 인덱스에 의해서 식별되는 서브대역(여기서, 서브대역의 크기는 상기 표 16, 표 17 또는 표 18에 따를 수 있음) 단위로, UE ID에 의해서 식별되는 UE 단위로, CSI 정보의 하나 이상의 세트(최대 4개의 세트) 및 각각의 CSI 정보 세트에 연관된 CSI 프로세스(이는 셀-특정 CSI 프로세스 ID에 의해서 식별됨)에 대한 가정이 시그널링될 수 있다.

[0470]

여기서, CSI 정보에 연관된 CSI 프로세스에 대한 가정을 시그널링하기 위해서, 해당 UE에게 설정된 CSI 프로세스 ID 마다 포함된 정보(예를 들어, 하나의 NZP CSI-RS 자원, 하나의 CSI-IM 자원 등)를 CSI 정보 세트에 대한 Xn-signaling과 함께 또는 별도로 시그널링할 수 있다. 또는, 개별 UE 마다의 CSI 프로세스 설정 정보 및 해당 CSI 프로세스 ID를 복수개의 eNB들 간에 미리 교환 또는 알고 있는 상태에서(예를 들어, OAM(Operation And Management) 등에 의해서 "셀-특정 CSI 프로세스 ID"와 같이 네트워크-와이즈(NW)로 eNB들 간에 고유하게(unique) 식별가능한 CSI 프로세스 ID가 eNB들 간에 미리 설정되어 있는 상태에서), "연관된 CSI 프로세스에 대한 가정"은 CSI 프로세스 ID(즉, NW-CSI-process ID) 만을 시그널링하는 것으로 충분하다.

[0471]

또한, "각각의 CSI 정보 세트에 연관된 CSI 프로세스에 대한 가정"을 시그널링하기 위해서, (주파수/시간 자원 설정단위에 무관하게) CoMP 가설에 대한 가정을 시그널링하는 포맷을 이용할 수 있다. 즉, 특정 CoMP 가설에 해당하는 CSI 정보 세트임을 시그널링하는 형태로 확장될 수도 있다. 여기서, 원래 CoMP 가설은 주파수/시간 자원 설정단위를 기반으로 정의되는 것이지만, CSI 정보 세트를 시그널링함에 있어서는 각각의 eNB의 전력 할당 상태만이 기반이 되므로 (즉, CSI 프로세스에 포함된 CSI0\ -IM 설정과 같이, 어떤 셀이 뮤팅을 수행하는지 여부를 표현하는 목적으로만 CoMP 가설이 필요한 것이지, 어떤 주파수/시간 자원 상에서 각각의 셀의 동작을 표현할 필요는 없으므로), CoMP 가설에 연관된 CSI 정보 세트를 시그널링함에 있어서는 "주파수/시간 자원 설정단위에 무관하게" 라는 정의가 추가될 수 있다.

[0472]

또한, CoMP 가설의 설정단위 및 레이트에 대한 추가 예시로서, 개별 UE 마다 설정된 피드백 주기를 고려하여 CoMP 가설 시그널링 주기(즉, T ms)가 설정될 수 있다. 예를 들어, 상기 T 값은 미리 정의된 것이 아니라, 송신자 eNB가 결정하여 시그널링(CoMP 가설 및 이의 메트릭의 시그널링과 함께 또는 별도로)할 수 있다. 송신자 eNB가 CoMP 가설 및 이의 메트릭을 포함하는 시그널링을 전송할 때마다 (또는 복수개의 시그널링마다 한 번씩) 상기 T 값을 알려주도록 하면, T 값이 변경될 때마다 변경된 T ms의 주기로 CoMP 가설 및 이의 메트릭 등을 포함하는 시그널링이 전송된다는 것을 표현할 수 있다. 즉, T 값이 포함되지 않으면 이전에 시그널링된 T 값과 동일한 T 값이 적용되는 것으로 표현할 수 있다. 예를 들어, T1 값이 시그널링된 후에 변경된 T2 값이

시그널링되면, 이 때부터 또 다른 변경된 T3 값이 시그널링되기 전까지는, 주기 T2에 따라서 CoMP 가설 및 이익 매트릭 등을 포함하는 시그널링이 전송되는 것을 의미한다.

[0473] 또는 CoMP 가설 및 이익 매트릭 등을 포함하는 시그널링의 주기 T 값을, 수신자 eNB 측에서 요청/지정하여 시그널링할 수도 있다. 이는 수신자 eNB의 입장에서 CoMP 가설 및 이익 매트릭 등을 포함하는 시그널링을 수신하기를 희망하는 주기를 알려주는 것을 의미하고, 송신자 eNB는 이러한 T 값을 반영하여 시그널링을 전송할 수 있다. 또는 송신자 eNB는 수신자 eNB가 원하는 T1 값을 반드시 반영할 필요는 없고, T1 값을 고려하여 송신자 eNB가 원하는 주기 T2에 따라서 시그널링을 전송할 수 있다. 만약 수신자 eNB가 원하는 T1 값과 다른 주기 T2에 따라서 시그널링을 전송하는 경우, 시그널링 주기 T2에 대한 정보를 수신자 eNB에게 알려줄 수도 있다.

[0474] 주기 T에 따라서 CoMP 가설, CSI 정보 세트 및 이익 매트릭 등을 포함하는 시그널링이 전송되는 상황에서, CSI 정보 세트는 UE들의 세트에 대한 정보를 포함하는데, 시그널링 전송 시점마다 상기 UE들의 세트에 포함되는 UE들이 상이할 수 있다. 이는, UE 별로 피드백 주기가 상이할 수 있기 때문이다. 예를 들어, UE1의 피드백 주기는 5ms이고 UE2의 피드백 주기는 10ms이라면, T=5 ms로 설정하여 상기 CSI 정보 세트를 포함하는 시그널링을 전송하되, 특정 전송시점의 CSI 정보 세트에 관련된 "UE들의 세트"에는 UE1만이 포함되어 있고, 그 다음 5ms 이후의 전송시점의 CSI 정보 세트에 관련된 "UE들의 세트"에는 UE2만이 포함될 수 있다.

[0475] CB 기법

[0476] 도 16은 CB 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0477] CB는 CoMP에 참여하는 어떤 TP가 전송하는 빔의 방향이 다른 TP가 서빙하는 UE에게 미치는 간섭을 최소화하는 기법이다. 예를 들어, 도 16에서와 같이, TP2가 자신에게 연관된 UE2에게 데이터 전송을 함에 있어서 사용하는 프리코더를 선택함에 있어서, TP1에 의해 서빙받는 UE1에게 미치는 간섭량을 최소화하도록 빔 회피가 가능한 프리코더를 선택하는(예를 들어, PMI2를 선택)할 수 있다. 이를 위해서, TP1과 TP2는 NIB 환경에서 Xn-signaling을 통해 PMI 등의 채널 상태 정보를 서로 주고 받는 것이 요구된다.

[0478] CB 개시를 위한 1-way Xn-signaling 방안

[0479] CB를 위한 Xn-signaling은 특정 TP(예를 들어, 도 16의 TP2)가 일방향(1-way)으로 브로드캐스트(또는 하나 이상의 다른 TP에게 유니캐스트 또는 멀티캐스트)하는 것으로 정의될 수 있다.

[0480] 이 때 Xn-signaling을 전송하는 TP가 제공하는 정보는, "특정 시간 구간" 동안 "특정 대역"에 대해 자신이 적용할 PMI가 무엇인지를 알려주는 메시지일 수 있다.

[0481] 상기 Xn-signaling에 포함되는 PMI 정보는 단일 PMI일 수도 있고 두 개 이상의 PMI를 포함하는 PMI 세트일 수도 있다. PMI 정보를 수신하는 다른 TP(들)은, PMI 세트에 의해서 형성되는 빔에 의해서 가능한 한 간섭을 최대한 적게 받을 UE(들)을 선택하여 스케줄링할 수 있다. 또는, TP2에 의해서 송신된 Xn-signaling에 포함된 "PMI 세트"와, UE(들)이 TP2에 대해서 측정한 최적의 PMI2를 TP1이 비교하여, "PMI 세트"와 최대한 직교하는 PMI2를 보고하는 UE(들)을 스케줄링 대상으로 선택함으로써, TP2로부터의 간섭을 최소화하는 UE를 스케줄링할 수 있다. 이에 따라, 빔 회피에 의한 신호 품질 개선의 효과를 기대할 수 있다.

[0482] 여기서, "특정 시간 구간"은 소정의 시간 단위(예를 들어, 서브프레임)에 의해 표현되는 값일 수도 있다. 또한, "특정 시간 구간"은 TP간에 서로 확실히 알고 있는 기준 시간을 기반으로 언제부터 CB를 시작하고 언제까지 끝내는지를 나타내는 시간 정보(예를 들어, 서브프레임 비트맵의 형태로 구성되어, 연속적 또는 불연속적인 시간 정보)로 표현될 수도 있다. 또한, 위와 같은 서브프레임 비트맵 형태에 추가적으로 어느 시점(예를 들어, 특정 서브프레임 인덱스 등)부터 해당 "특정 시간 구간"이 개시되는 것인지를 명시적으로 지시할 수도 있고, 상기 서브프레임 비트맵이 몇 번 순환한 후에 어느 시점(예를 들어, 특정 서브프레임 인덱스 등)에서 "특정 시간 구간"이 종료하는지를 명시적으로 지시할 수도 있다.

[0483] 이러한 "특정 시간 구간"을 표현하기 위해서 CoMP 동작(muting/non-muting 등)이 적용되는(또는 시작되는) 프레임 번호(frame number) (예를 들어, 시스템 프레임 번호(SFN))가 사용될 수 있다. 예를 들어, Xn-signaling에 포함된 SFN이 명시적으로 지시하는 무선 프레임에서 CoMP 동작이 적용되는 것을 나타낼 수 있다. 이 때의 프레임 번호 (예를 들어, SFN)는 Xn-signaling을 전송하는 TP의 타이밍을 기준으로 하는 것으로 정의될 수 있다. 또는, Xn-signaling을 수신하는 TP의 타이밍에 관한 정보를 Xn-signaling을 전송하는 TP가 알고 있는 경우에는, 상기 SFN 값을 Xn-signaling을 수신하는 TP의 타이밍을 기준으로 하는 값으로 설정하여 전송할 수도 있다.

- [0484] 또한, "특정 대역"은 소정의 주파수 단위(예를 들어, RB 단위)에 의해 표현되는 값일 수도 있다.
- [0485] CB 개시를 위한 2-way Xn-signaling 방안
- [0486] CB를 위한 Xn-signaling은 TP1이 TP2에게 특정 PMI 세트(하나 이상의 PMI에 대한 정보)를 사용하여 CB를 수행할 것을 요청(request)하고, TP2가 이에 대해서 TP1에게 응답하는 형태의 양-방향(2-way) 시그널링으로 정의될 수 있다. 이 때, TP2가 전송하는 응답 메시지는 TP1 및 다른 TP(예를 들어, TP3, TP4,...)에게도 멀티캐스트/브로드캐스트 방식으로 전달될 수도 있고, 또는 TP2가 TP1 및 다른 TP(들)에게 개별적으로 유니캐스트 방식으로 전달할 수도 있다.
- [0487] 이 때 TP1이 전송하는 요청 메시지에 포함되는 정보는, "특정 시간 구간" 동안 "특정 대역"에 대해 특정 PMI 세트(하나 이상의 PMI에 대한 정보)를 사용하여 CB를 수행할 것을 요청하는 메시지일 수 있다.
- [0488] 또한, "특정 시간 구간" 및 "특정 대역"은, 상기 CB를 위한 1-way Xn-signaling 방안에서 설명한 사항이 동일하게 적용될 수 있다.
- [0489] 상기 예시에서 TP1이 요청 메시지를 전송하기 위한 "특정 조건"이 정의될 수 있다.
- [0490] 예를 들어, TP1과 TP2가 서로의 트래픽 로드 상황을 비교하여(서로 간의 Xn-signaling 교환을 통해), 로딩 상황이 소정의 기준 값 이상으로 차이나는 경우가, 상기 요청 메시지 전송에 대한 조건이 만족되는 것이라고 할 수 있다.
- [0491] 여기서, TP2의 로딩 상황이 소정의 기준값보다 여유가 있는 경우에만 상기 요청을 허용하는 것으로 정의될 수 있다. 또는, TP2의 로딩 상황이 소정이 기준값보다 혼잡한 경우에는, 상기 요청이 전달되더라도 TP2가 거절할 수도 있다.
- [0492] 또한, 이러한 "특정 조건"으로는 TP들간에 사전에 우선순위가 설정되도록 하고 (예를 들어 TP1이 마스터(master)이고 TP2가 슬레이브(slave) 관계로 미리 설정될 수 있음), 이 우선순위에 따라 TP1이 상기 요청을 보내면 TP2는 반드시 따라야 하는 방식으로 정의될 수도 있다.
- [0493] 상기 로딩 정보, 하나 이상의 CSI-RS 설정 정보, 하나 이상의 CSI-IM (또는 IMR) 설정 정보, 또는 DMRS 설정 정보와 같이 Xn-signaling으로 사전에 교환되는 정보를 통해 TP2가 위와 같은 요청을 수용할 것이라는 사전 확인(confirm)에 해당하는 정보를 TP1에게 미리 제공한 경우, TP1가 TP2에게 보내는 CB를 위한 뮤팅 요청만으로도 (즉, TP2의 응답 없이도) CB 동작이 개시될 수 있다.
- [0494] 위와 같은 요청 메시지 전송에 대한 특정 조건이 정의되어 있고, 해당 조건이 만족함으로써 TP1으로부터 상기 요청 메시지가 전송되는 경우라면, 이러한 요청 메시지를 수신하는 TP2는 이를 그대로 수용하도록 할 수도 있다. 이와 같이, 특정 조건이 만족하면 TP2가 TP1의 요청을 반드시 따라야 하는 경우(또는 TP2가 TP1에게 응답 메시지를 보내지 않고도 상기 요청을 따르는 경우)를 조건부 1-way 방식의 Xn-signaling 이라고 표현할 수도 있다.
- [0495] CB 동작 중의 Xn-signaling 방안
- [0496] 전술한 바와 같은 1-way 또는 2-way Xn-signaling 등을 통해 특정 시간 구간 동안 특정 대역에서의 CB가 개시된 경우, 해당 시간 구간이 종료되면 자동으로 CB는 종료되는 것으로 정의될 수 있다. 또는, 해당 시간 구간이 종료되기 이전에 추가적인 Xn-signaling(예를 들어, 1-way 방식 또는 2-way 방식)을 통해 해당 시간 구간의 연장이 성립하도록 할 수도 있다. 연장되는 시간 구간에 대한 정보는 새로운 형태의 시간 정보로 갱신될 수도 있으며, 대역 정보도 새로운 형태의 대역 정보로 갱신될 수 있다.
- [0497] CB에 대한 피드백을 위한 Xn-signaling 방안
- [0498] CB 시간 구간 동안에 또는 시간 구간이 종료된 이후에, 해당 CB를 고려하여 CoMP UE를 스케줄링한 (예를 들어, CB를 고려한 MCS 설정 등) PDSCH 전송이 수행되었는지에 대한 활용도 정보를 피드백하는 Xn-signaling이 추가 정의될 수 있다.
- [0499] 이에 따라, 인접 TP(들)이 CB를 수행한 시간 구간 및 대역이 실제 해당 CoMP UE를 스케줄링하는데에 사용되는지의 활용도를 파악함으로써, 불필요한 CB 동작이 적용되는 것을 방지하는 효과를 기대할 수 있다.
- [0500] SSPS와 CB의 결합

- [0501] 전술한 CB 동작은 기본적으로 PDSCH를 전송하는 TP는 고정(예를 들어, 도 16의 TP1)되어 있고 인접 TP(들)(예를 들어, TP2)에서 CB에 의한 빔 회피가 적용된 PMI를 사용하는 형태일 수 있다. 여기에, SSPS(Semi-static Point Switching) 방식이 결합되어, PDSCH를 전송하는 TP가 SSPS(예를 들어, 특정 자원에서 TP1과 TP2가 번갈아 가며 PDSCH를 전송)에 의해 변경되고(예를 들어, TP2), 인접 TP(들)(예를 들어, TP1)에서 CB를 적용해주는 형태로도 확장 적용될 수 있다. 이와 같이, 전술한 설명에서 TP1과 TP2의 역할을 서로 스위칭될 수 있다.
- [0502] 도 17은 본 발명에 따른 시그널링 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0503] 도 17에서 제 1 네트워크 노드와 제 2 네트워크 노드는 NIB 네트워크에서 CoMP에 참여하는 또는 관여하는 네트워크 노드들이다. 예를 들어, 제 1 및 제 2 네트워크 노드는 분산형 조정 구조에서 CoMP에 참여하는 네트워크 노드들일 수 있고, 제 1 및 제 2 네트워크 노드 각각은 중심형 조정 구조에서 멤버 노드 및 CCN에 해당할 수 있다.
- [0504] 단계 S1710에서 제 1 네트워크 노드는 제 2 네트워크 노드로 제 1 타입 시그널링을 전송할 수 있다. 제 1 타입 시그널링은 제 1 네트워크 노드의 입장에서의 하나 이상의 CoMP 가설(즉, 제 1 CoMP 가설)을 포함할 수 있고, 추가적으로 각각의 CoMP 가설에 대한 이익 메트릭을 포함할 수 있다. 이러한 제 1 타입 시그널링은 자원 조정 요청/추천 시그널링으로서 이해될 수 있다.
- [0505] 단계 S1720에서 제 1 네트워크 노드는 제 2 네트워크 노드로부터 제 2 타입 시그널링을 수신할 수 있다. 제 2 타입 시그널링은 제 2 네트워크 노드 입장에서의 하나 이상의 CoMP 가설(즉, 제 2 CoMP 가설)을 포함할 수 있고, 추가적으로 각각의 CoMP 가설에 대한 이익 메트릭을 포함할 수 있다. 분산형 조정 구조에서 제 2 타입 시그널링은 제 2 네트워크 노드 입장에서의 자원 조정 요청/추천 시그널링일 수도 있고, 제 1 네트워크 노드에 대한 자원 조정 결과/통지 시그널링일 수도 있다.
- [0506] 중심형 조정 구조에서 제 1 타입 시그널링은 멤버 노드가 CCN에게 보내는 자원 조정 요청/추천 시그널링일 수 있고, 제 2 타입 시그널링은 CCN이 멤버 노드에게 보내는 자원 조정 결과/통지 시그널링일 수 있다.
- [0507] 제 1 및 제 2 타입의 시그널링은 본 발명에서 제안하는 통합 시그널링 포맷(또는 정보 요소 포맷)에 의해 구성될 수 있다. 즉, 동일한 시그널링 포맷을 사용하면서, 제 1 및 제 2 타입은 그 시그널링 내용물에 의해서 식별/구분될 수 있다. 예를 들어, 통합 시그널링 포맷의 특정 비트가 제 1 타입/제 2 타입 시그널링을 식별하는 기능을 할 수 있다 (예를 들어, 중심형 조정 구조에서는 이익 메트릭 정보는 제 1 타입 시그널링에서만 의미를 가지므로 제 2 타입 시그널링에서는 이익 메트릭 정보에 해당하는 비트를 특별한 값으로 설정함으로써 제 2 타입 시그널링임을 표시할 수도 있다).
- [0508] 또한, 제 1 또는 제 2 CoMP 가설의 각각은, CSI-프로세스 인덱스 별로 CoMP 네트워크 노드들의 각각의 전송에 대한 정보를 포함할 수 있다. 즉, 특정 CSI-프로세스를 가정하였을 때의 CoMP 네트워크 노드들의 각각의 전송 전력 레벨(뮤팅 여부 포함), 프리코딩 정보 등이 CoMP 가설 정보를 구성할 수 있다. 여기서, CSI-프로세스 인덱스는 네트워크 내에서 고유하게 식별되는 값으로 정의(즉, 네트워크-와이즈(NW) 인덱스로서 정의)될 수 있다. 나아가, CSI-프로세스를 구성하는 NZP CSI-RS 인덱스 및 CSI-IM 인덱스의 각각 역시 NW-NZP-CSI-RS 인덱스 및 NW-CSI-IM 인덱스로서 정의될 수 있다.
- [0509] 또한, 상기 CoMP 가설의 각각은, 해당 CoMP 네트워크 노드들을 식별하는 ID(예를 들어, 셀 ID) 정보와 함께 "CoMP 가설 세트"로서 정의될 수 있다. 즉, 어떤 셀에 대한 CoMP 가설인지를 명시하는 정보가 상기 제 1 또는 제 2 타입 시그널링에 포함될 수 있다.
- [0510] 도 17을 참조하여 설명한 방법에 대해서, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용될 수 있으며, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0511] 도 17에서 설명하는 예시적인 방법은 설명의 간명함을 위해서 동작의 시리즈로 표현되어 있지만, 이는 단계가 수행되는 순서를 제한하기 위한 것은 아니며, 필요한 경우에는 각각의 단계가 동시에 또는 상이한 순서로 수행될 수도 있다. 또한, 본 발명에서 제안하는 방법을 구현하기 위해서 도 17에서 예시하는 모든 단계가 반드시 필요한 것은 아니다.
- [0512] 도 18은 본 발명에 따른 네트워크 노드 장치의 바람직한 실시예의 구성을 도시한 도면이다.
- [0513] 도 18을 참조하여 본 발명에 따른 네트워크 노드 장치(100)는, 송수신기(110), 프로세서(120), 메모리(130), 복수개의 안테나를 포함할 수 있다. 송수신기(110)는 외부 장치(예를 들어, 단말, 또는 다른 네트워크 노드 장치)와 각종 신호, 데이터 및 정보를 주고 받을 수 있다. 프로세서(120)는 네트워크 노드 장치(100) 전반의 동작

을 제어할 수 있다. 복수개의 안테나는 네트워크 노드 장치(100)가 MIMO 송수신을 지원하는 것을 의미한다.

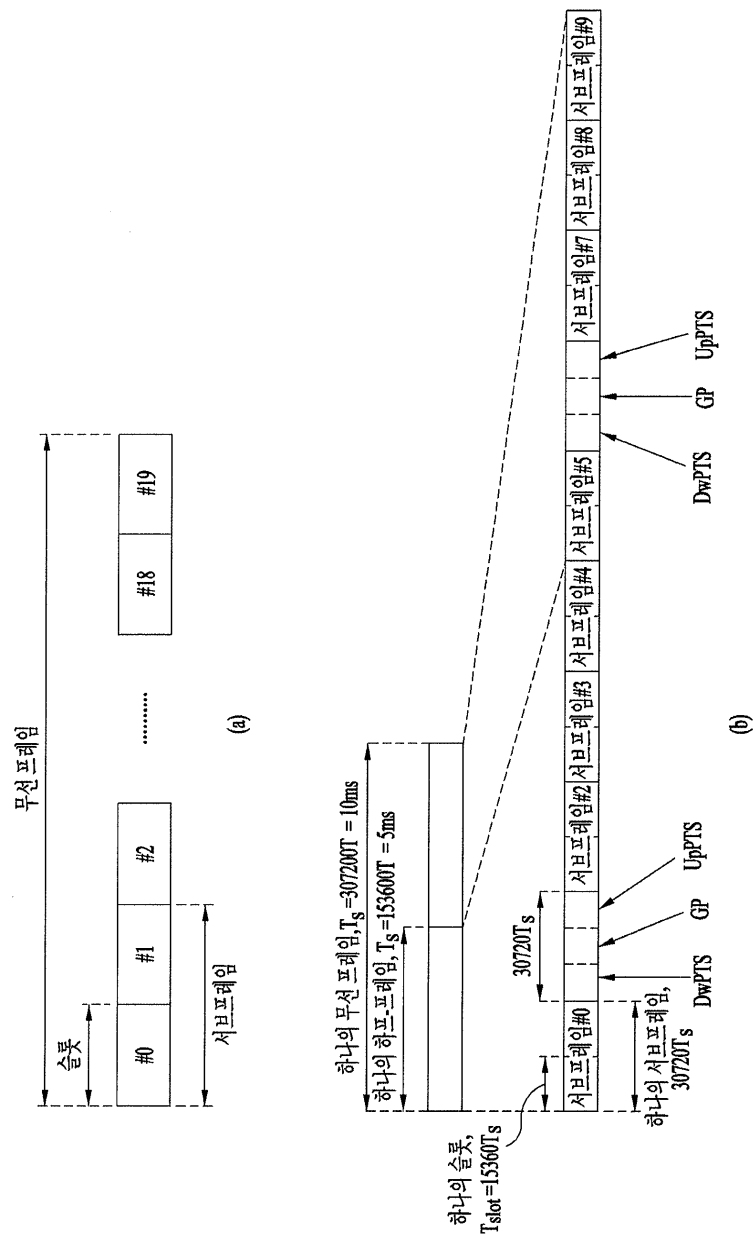
- [0514] 본 발명의 일례에 따른 네트워크 노드 장치(100)는, 무선 통신 네트워크에서 CoMP 전송을 수행 또는 지원하도록 설정될 수 있다. 프로세서(120)는, 하나 이상의 제 1 CoMP 가설 세트(hypothesis set)를 포함하는 제 1 타입 시그널링을 제 1 네트워크 노드로부터 제 2 네트워크 노드로 상기 송수신기(110)를 이용하여 전송하도록 설정될 수 있다. 또한, 프로세서(120)는, 하나 이상의 제 2 CoMP 가설 세트를 포함하는 제 2 타입 시그널링을, 상기 제 1 네트워크 노드에서 상기 제 2 네트워크 노드로부터 상기 송수신기(110)를 이용하여 수신하도록 설정될 수 있다.
- [0515] 네트워크 노드 장치(100)의 프로세서(120)는 그 외에도 네트워크 노드 장치(100)가 외부로부터 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(130)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [0516] 네트워크 노드 장치(100)는, CoMP 동작에 참여하는 기지국, TP 등에 해당할 수 있다.
- [0517] 위와 같은 네트워크 노드 장치(100)의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 설명을 생략한다.
- [0518] 또한, 본 발명의 다양한 실시예들을 설명함에 있어서, 하향링크 전송 주체(entity) 또는 상향링크 수신 주체는 주로 기지국을 예로 들어 설명하였고, 하향링크 수신 주체 또는 상향링크 전송 주체는 주로 단말을 예로 들어 설명하지만, 본 발명의 범위가 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 기지국에 대한 설명은 셀, 안테나 포트, 안테나 포트 그룹, RRH, 전송 포인트, 수신 포인트, 액세스 포인트, 중계기 등이 단말로의 하향링크 전송 주체가 되거나 단말로부터의 상향링크 수신 주체가 되는 경우에 동일하게 적용될 수 있다. 또한, 중계기가 단말로의 하향링크 전송 주체가 되거나 단말로부터의 상향링크 수신 주체가 되는 경우, 또는 중계기가 기지국으로의 상향링크 전송 주체가 되거나 기지국으로부터의 하향링크 수신 주체가 되는 경우에도 본 발명의 다양한 실시예를 통하여 설명한 본 발명의 원리가 동일하게 적용될 수도 있다.
- [0519] 상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0520] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0521] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0522] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.
- [0523] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

산업상 이용가능성

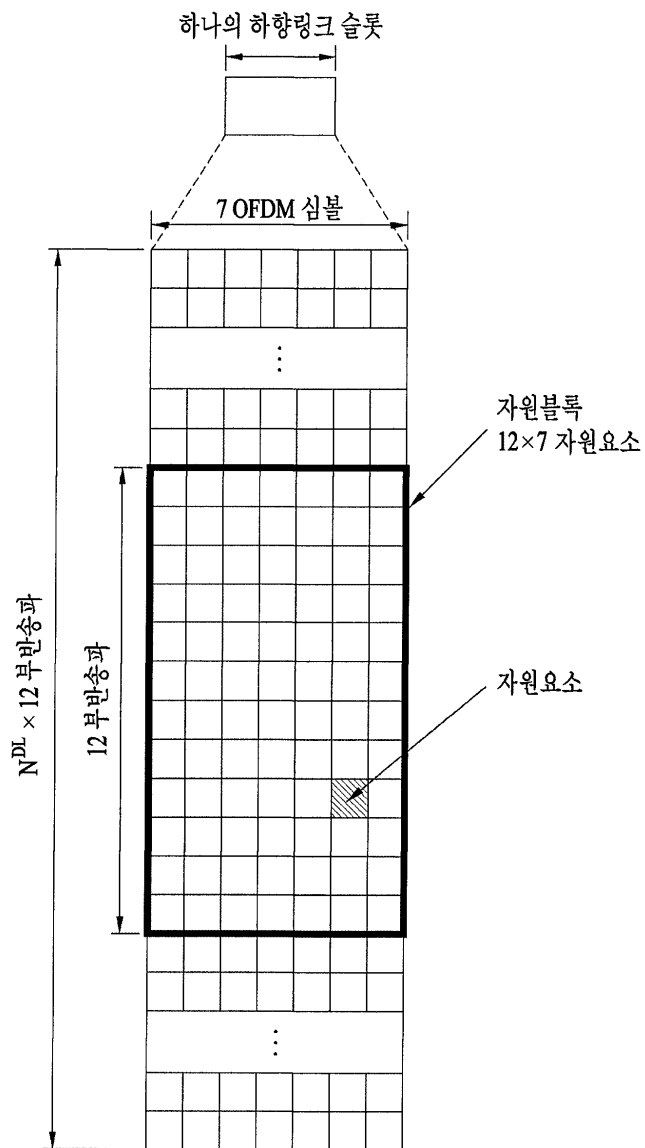
[0524] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들은 다양한 이동통신 시스템에 적용될 수 있다.

도면

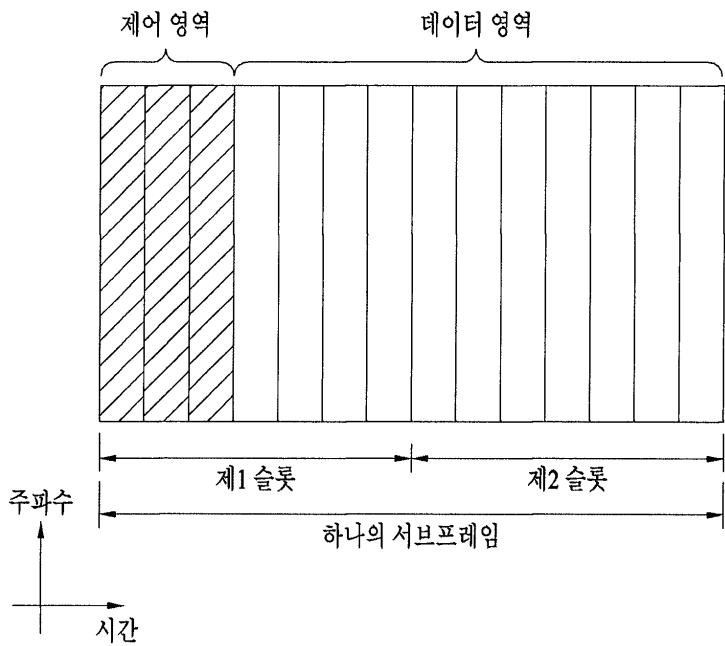
도면1



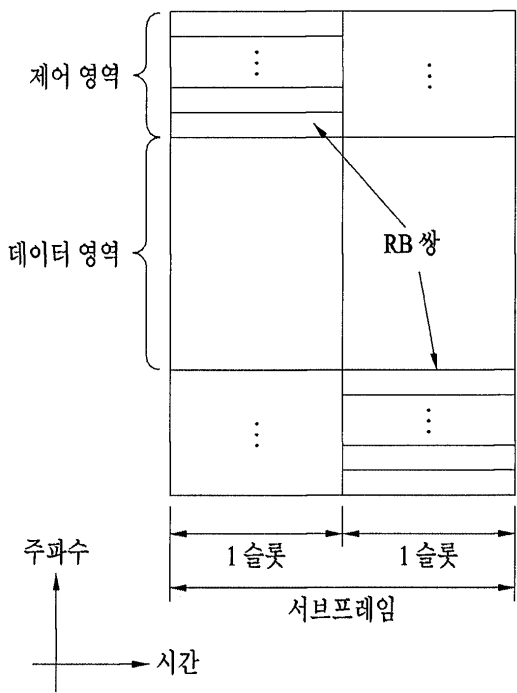
도면2



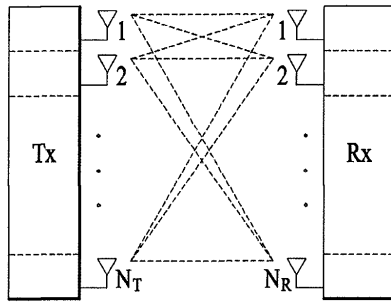
도면3



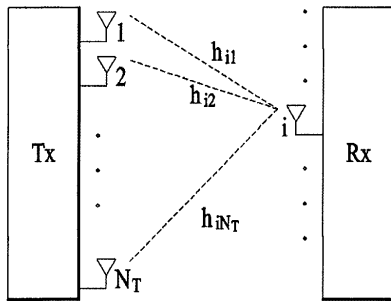
도면4



도면5

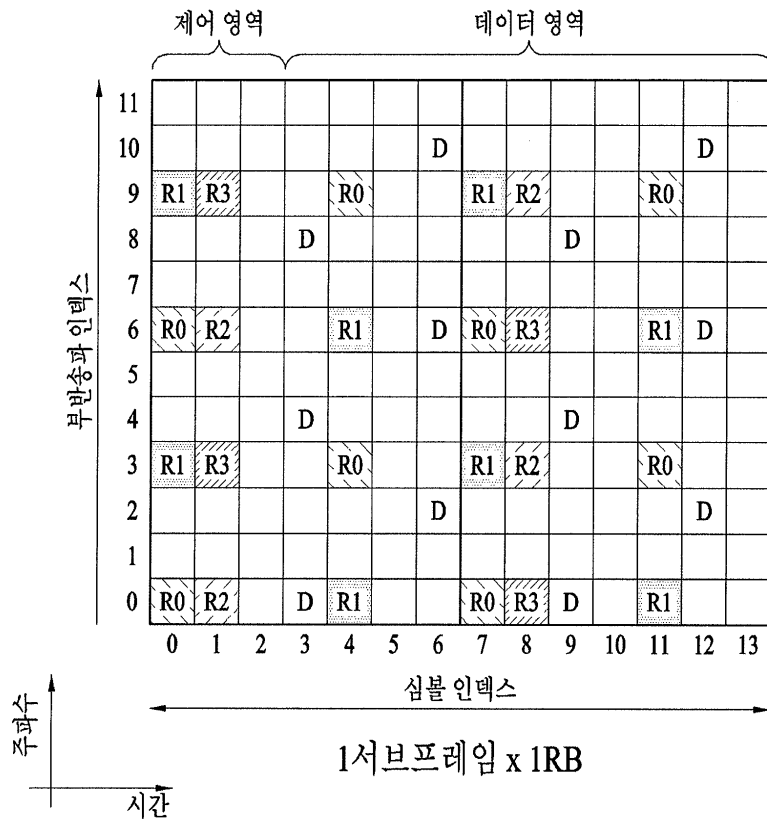


(a)

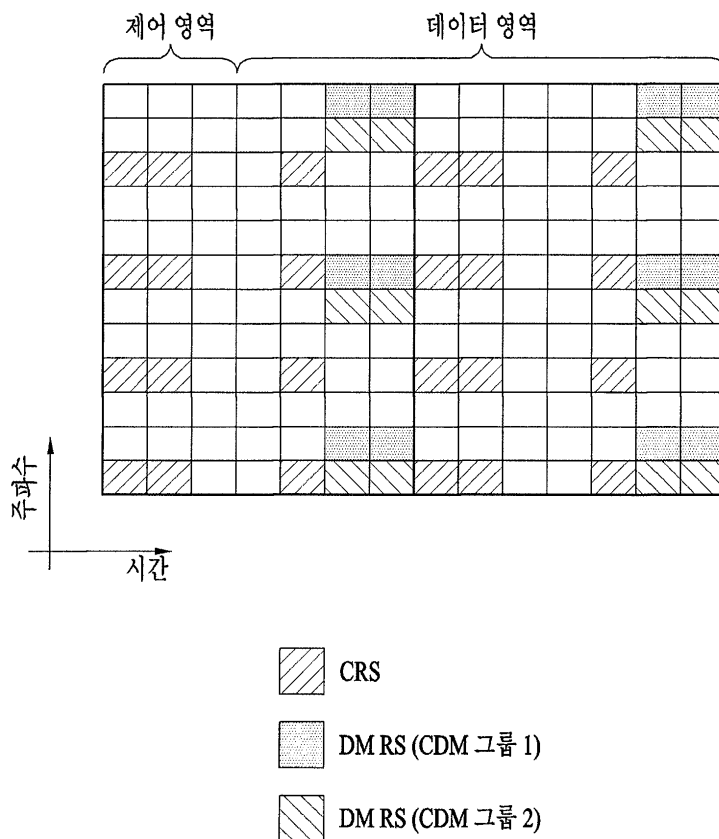


(b)

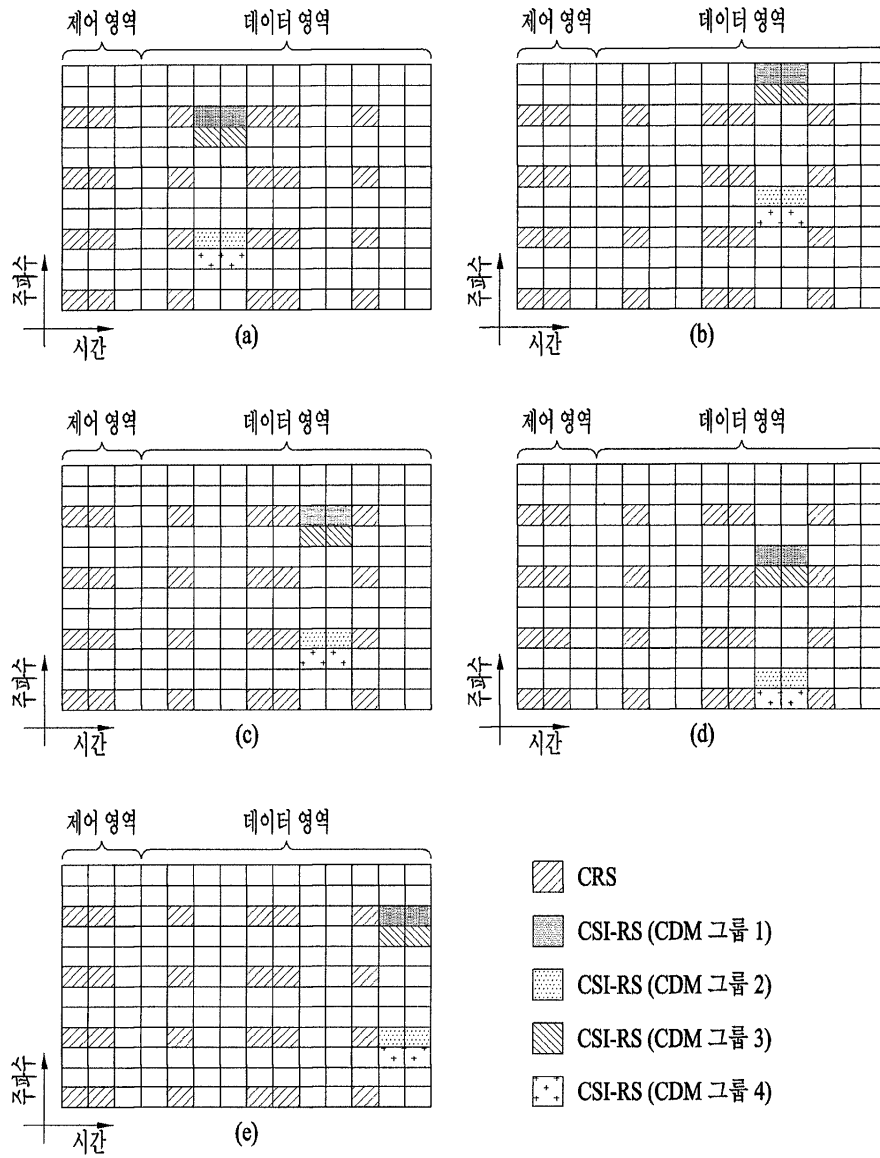
도면6



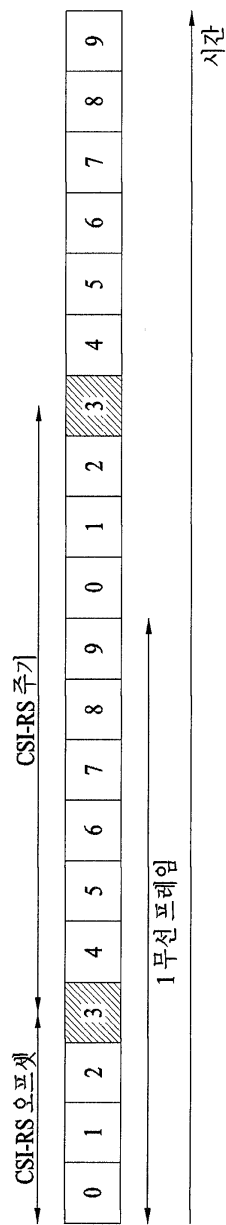
도면7



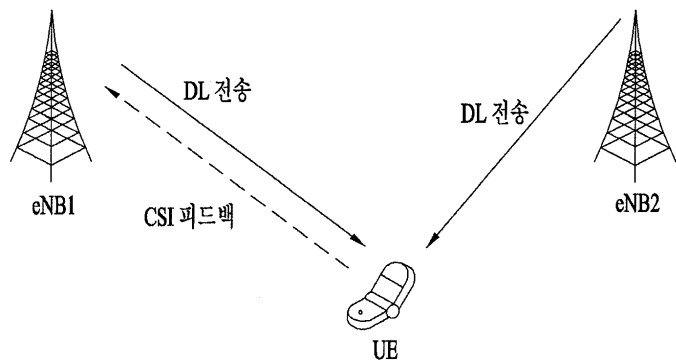
도면8



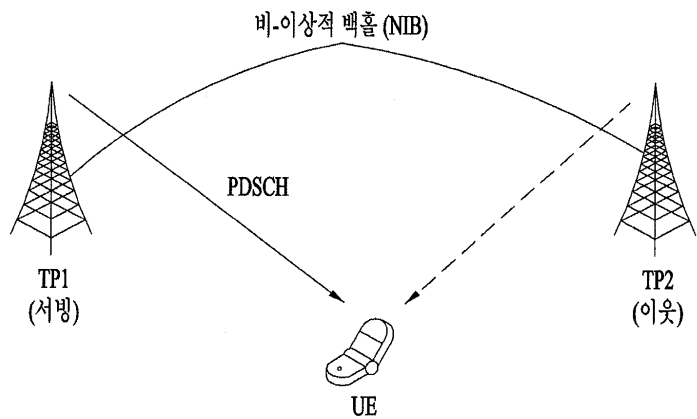
도면9



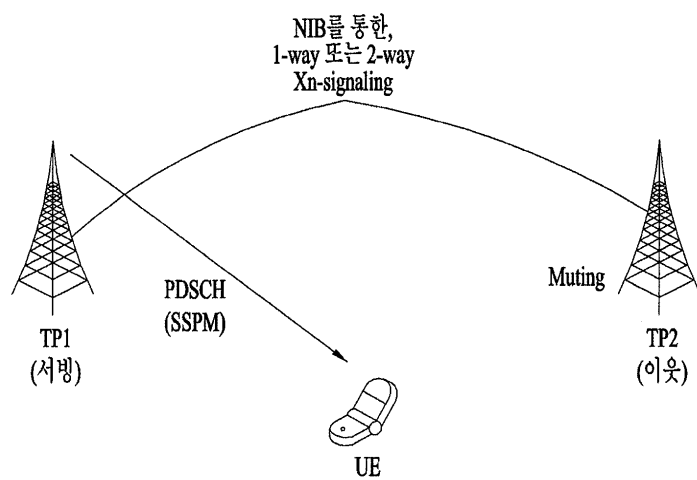
도면10



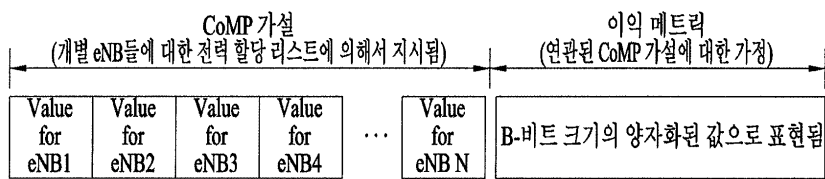
도면11



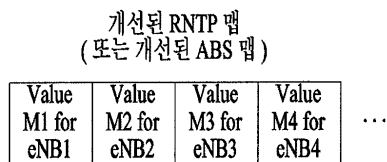
도면12



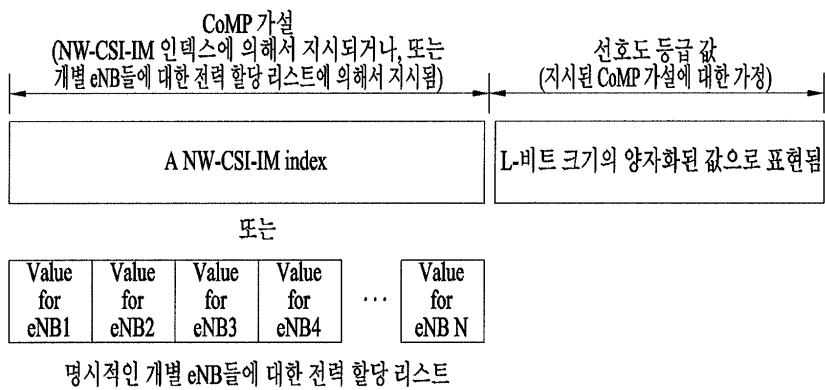
도면13



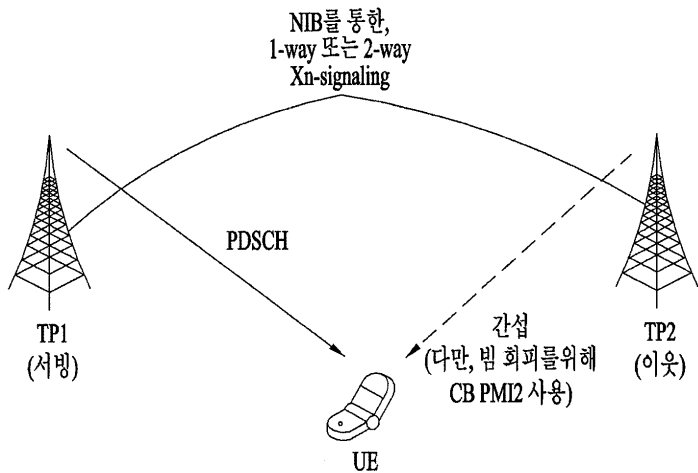
도면14



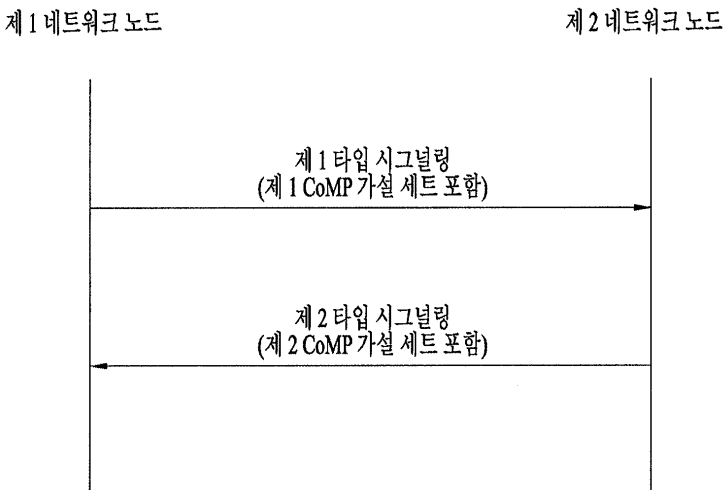
도면15



도면16



도면17



도면18

