



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월30일  
(11) 등록번호 10-2403763  
(24) 등록일자 2022년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 7/0417 (2017.01) H04B 7/06 (2017.01)  
(52) CPC특허분류  
H04B 7/0417 (2013.01)  
H04B 7/0626 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0081028  
(22) 출원일자 2017년06월27일  
심사청구일자 2020년06월26일  
(65) 공개번호 10-2019-0001282  
(43) 공개일자 2019년01월04일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020160030457 A\*  
KR1020160048684 A\*  
KR1020150031153 A  
KR1020160118086 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
노훈동  
경기도 수원시 영통구 영통로290번길 26 벽적골주  
공아파트 834동 503호  
최수용  
서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공  
학관 B716호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
이건주, 김정훈

전체 청구항 수 : 총 16 항

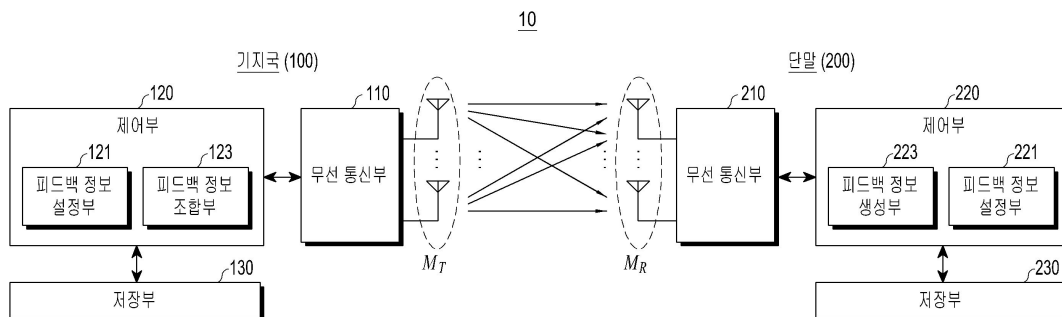
심사관 : 이미현

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 명시적 채널 상태 정보 피드백을 위한 피드백 정보 설정하기 위한 방법

(57) 요약

본 발명은 MIMO(multiple-input multiple-output) 시스템 동작을 위한 CSI(channel state information) 피드백을 위한 피드백 정보 설정 방법을 제안한다. 단말은 복수의 채널 요소를 성분 별로 분리하기 위한 채널 성분 정보를 설정하고, 복수의 채널 요소를 그룹화하기 위한 그룹화 정보를 설정하며, 복수의 채널 요소의 순서를 정렬하기 위한 순서 정렬 정보를 설정하고, 복수의 채널 요소를 확률 분포 근사하기 위한 확률 분포 근사 정보를 설정하며, 설정된 채널 성분 정보, 그룹화 정보, 순서 정렬 정보 및 확률 분포 근사 정보를 송신한다.

대표도



(72) 발명자

**장영록**

서울특별시 서대문구 신촌로9길 61, 301호

**곽영우**

경기도 수원시 영통구 센트럴파크로 34 광고센트럴  
타운62단지아파트 6209동 1402호

**김윤선**

경기도 성남시 분당구 내정로 186 파크타운대림아  
파트 103동 803호

**이동현**

대구광역시 수성구 상록로 69 래미안수성아파트  
104동 1602호

**한성배**

서울특별시 서대문구 연희로10가길 16, 201동 1호

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 통신 시스템에서 채널을 통해 통신하는 단말에 의한, 피드백 정보를 전송하는 방법에 있어서,  
 기지국으로부터 수신한 기준 신호를 기반으로 상기 채널을 측정하는 과정;  
 상기 측정된 채널의 복수의 채널 요소들 각각을 채널 성분들로 분리하는 과정;  
 상기 복수의 채널 요소들 각각의 채널 성분들 중 실수 부분에 대응되는 채널 성분들을 그룹화하는 과정;  
 그룹별로, 각 그룹에 포함된 적어도 하나의 채널 요소의 실수 부분에 대응되는 채널 성분을 크기에 따라 정렬하는 과정;  
 그룹별로, 상기 각 그룹에 포함되고 상기 크기에 따라 정렬된 상기 적어도 하나의 채널 요소의 실수 부분에 대응되는 채널 성분을 특정 확률 분포로 근사하는 과정;  
 상기 복수의 채널 요소들 각각을 상기 채널 성분들로 분리한 방식을 나타내는 분리 방식 정보를 설정하는 과정;  
 상기 복수의 채널 요소들 각각의 채널 성분들 중 상기 실수 부분에 대응되는 채널 성분들을 그룹화한 방식을 나타내는 그룹화 방식 정보를 설정하는 과정;  
 그룹별로, 상기 각 그룹에 포함된 상기 적어도 하나의 채널 요소의 실수 부분에 대응되는 채널 성분의 원 정렬 순서를 나타내는 순서 정렬 정보를 설정하는 과정;  
 그룹별로, 상기 근사된 특정 확률 분포를 나타내는 확률 분포 근사 정보를 설정하는 과정; 및  
 상기 분리 방식 정보, 상기 그룹화 방식 정보, 상기 그룹별 순서 정렬 정보 및 상기 그룹별 확률 분포 근사 정보를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 분리 방식 정보는,  
 상기 복수의 채널 요소들을 실수 성분과 허수 성분으로 분리하는 방식, 상기 복수의 채널 요소들을 크기 성분과 위상 성분으로 분리하는 방식 또는 상기 복수의 채널 요소들을 실수 성분과 위상 성분으로 분리하는 방식 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,  
 상기 그룹화 방식 정보는 균등 개수 방식 또는 불균등 개수 방식 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
 상기 그룹별 확률 분포 근사 정보는,  
 확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류 또는 확률 분포 표현 파라미터 별 스칼라 양자화(scalar quantization) 범위 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 방법.

**청구항 6**

무선 통신 시스템에서 채널을 통해 통신하는 단말에 있어서,  
 데이터를 송수신하기 위한 무선 통신부; 및  
 상기 단말을 제어하기 위한 제어부;를 포함하고,  
 상기 제어부는,  
 기지국으로부터 수신한 기준 신호를 기반으로 상기 채널을 측정하고,  
 상기 측정된 채널의 복수의 채널 요소들 각각을 채널 성분들로 분리하고,  
 상기 복수의 채널 요소들 각각의 채널 성분들 중 실수 부분에 대응되는 채널 성분들을 그룹화하고,  
 그룹별로, 각 그룹에 포함된 적어도 하나의 채널 요소의 실수 부분에 대응되는 채널 성분을 크기에 따라 정렬하  
 고,  
 그룹별로, 상기 각 그룹에 포함되고 상기 크기에 따라 정렬된 상기 적어도 하나의 채널 요소의 실수 부분에 대  
 응되는 채널 성분을 특정 확률 분포로 근사하고,  
 상기 복수의 채널 요소들 각각을 상기 채널 성분들로 분리한 방식을 나타내는 분리 방식 정보를 설정하고,  
 상기 복수의 채널 요소들 각각의 채널 성분들 중 상기 실수 부분에 대응되는 채널 성분들을 그룹화한 방식을 나  
 타내는 그룹화 방식 정보를 설정하고,  
 그룹별로, 상기 각 그룹에 포함되고 상기 적어도 하나의 채널 요소의 실수 부분에 대응되는 채널 성분의 원 정렬  
 순서를 나타내는 순서 정렬 정보를 설정하고,  
 그룹별로, 상기 근사된 특정 확률 분포를 나타내는 확률 분포 근사 정보를 설정하고,  
 상기 분리 방식 정보, 그룹화 방식 정보, 상기 그룹별 순서 정렬 정보 및 상기 그룹별 확률 분포 근사 정보를  
 상기 기지국으로 전송하도록 상기 무선 통신부를 제어하는 것을 특징으로 하는 단말.

**청구항 7**

제6항에 있어서,  
 상기 분리 방식 정보는 상기 복수의 채널 요소들을 실수 성분과 허수 성분으로 분리하는 방식, 상기 복수의 채  
 널 요소들을 크기 성분과 위상 성분으로 분리하는 방식 또는 상기 복수의 채널 요소들을 실수 성분과 위상 성분  
 으로 분리하는 방식 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 단말.

**청구항 8**

제6항에 있어서,  
 상기 그룹화 방식 정보는 균등 개수 방식 또는 불균등 개수 방식 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는  
 단말.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

제6항에 있어서,  
 상기 그룹별 확률 분포 근사 정보는,  
 확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류 또는 확률 분포 표현 파라미터 별 스칼라 양자화(scalar  
 quantization) 범위 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 단말.

**청구항 11**

무선 통신 시스템에서 채널을 통해 통신하는 기지국에 의한, 채널을 복원하는 방법에 있어서,

단말로 상기 채널의 측정을 위한 기준 신호를 전송하는 과정;

상기 기준 신호로부터 측정된 상기 채널에 기반하여 생성된 분리 방식 정보, 그룹화 방식 정보, 그룹별 순서 정렬 정보 및 그룹별 확률 분포 근사 정보를 단말로부터 수신하는 과정;

상기 그룹별 확률 분포 근사 정보에 기반하여 그룹별로 특정 확률 분포에 따르고 크기에 따라 정렬된 적어도 하나의 채널 성분을 생성하는 과정;

상기 그룹별 순서 정렬 정보에 기반하여 그룹별로 각 그룹에 포함된 상기 적어도 하나의 채널 성분의 정렬 순서를 복원하는 과정;

상기 그룹화 방식 정보에 기반하여 상기 각 그룹을 해제함으로써 상기 각 그룹에 포함된 상기 적어도 하나의 채널 성분을 결합하는 과정; 및

상기 분리 방식 정보를 기반으로 상기 각 그룹에 포함된 상기 적어도 하나의 채널 성분이 결합된 복수의 채널 성분들로부터 상기 채널의 복수의 채널 요소들을 획득하는 과정을 포함하는 방법.

## 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 그룹별 확률 분포 근사 정보는,

확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류 또는 확률 분포 표현 파라미터 별 스칼라 양자화(scalar quantization) 범위 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 방법.

## 청구항 13

삭제

## 청구항 14

제11항에 있어서,

상기 그룹화 방식 정보는 균등 개수 방식 또는 불균등 개수 방식 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 방법.

## 청구항 15

제11항에 있어서,

상기 분리 방식 정보는,

상기 복수의 채널 요소들을 실수 성분과 허수 성분으로 분리하는 방식, 상기 복수의 채널 요소들을 크기 성분과 위상 성분으로 분리하는 방식 또는 상기 복수의 채널 요소들을 실수 성분과 위상 성분으로 분리하는 방식 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 방법.

## 청구항 16

무선 통신 시스템에서 채널을 통해 통신하는 기지국에 있어서,

데이터를 송수신하기 위한 무선 통신부; 및

상기 기지국을 제어하기 위한 제어부;를 포함하고,

상기 제어부는,

단말로 상기 채널의 측정을 위한 기준 신호를 전송하도록 상기 무선 통신부를 제어하고,

상기 기준 신호로부터 측정된 상기 채널에 기반하여 생성된 분리 방식 정보, 그룹화 방식 정보, 그룹별 순서 정렬 정보 및 그룹별 확률 분포 근사 정보를 단말로부터 수신하도록 상기 무선 통신부를 제어하고,

상기 그룹별 확률 분포 근사 정보에 기반하여 그룹별로 특정 확률 분포에 따르고 크기에 따라 정렬된 적어도 하

나의 채널 성분을 생성하고,

상기 그룹별 순서 정렬 정보에 기반하여 그룹별로 각 그룹에 포함된 상기 적어도 하나의 채널 성분의 정렬 순서를 복원하고,

상기 그룹화 방식 정보에 기반하여 상기 각 그룹을 해제함으로써 상기 각 그룹에 포함된 상기 적어도 하나의 채널 성분을 결합하고,

상기 분리 방식 정보를 기반으로 상기 각 그룹에 포함된 상기 적어도 하나의 채널 성분이 결합된 복수의 채널 성분들로부터 상기 채널의 복수의 채널 요소들을 획득함을 특징으로 하는 기지국.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 그룹별 확률 분포 근사 정보는,

확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류 또는 확률 분포 표현 파라미터 별 스칼라 양자화(scalar quantization) 범위 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 기지국.

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

제16항에 있어서,

상기 그룹화 방식 정보는 균등 개수 방식 또는 불균등 개수 방식 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 기지국.

#### 청구항 20

제16항에 있어서,

상기 분리 방식 정보는, 상기 복수의 채널 요소들을 실수 성분과 허수 성분으로 분리하는 방식, 상기 복수의 채널 요소들을 크기 성분과 위상 성분으로 분리하는 방식 또는 상기 복수의 채널 요소들을 실수 성분과 위상 성분으로 분리하는 방식 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 기지국.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 개시는 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 MIMO 시스템에서 명시적으로 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 피드백하기 위한 피드백 정보 설정 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 4G (4th-Generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G (5th-Generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후 (Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE 시스템 이후 (Post LTE) 이후의 시스템이라 불리어지고 있다.

[0003] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파 (mmWave) 대역 (예를 들어, 60기가 (60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로 손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍 (beamforming), 거대 배열 다중 입출력 (massive multi-input multi-output: massive MIMO), 전차원 다중입출력 (Full Dimensional MIMO: FD-MIMO), 어레이 안테나 (array antenna), 아날로그 빔형성 (analog beam-forming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

- [0004] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀 (advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크 (cloud radio access network: cloud RAN), 초고밀도 네트워크 (ultra-dense network), 기기 간 통신 (Device to Device communication: D2D), 무선 백홀 (wireless backhaul), 이동 네트워크 (moving network), 협력 통신 (cooperative communication), CoMP (Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거 (interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.
- [0005] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조 (Advanced Coding Modulation: ACM) 방식인 FQAM (Hybrid FSK and QAM Modulation) 및 SWSC (Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC (Filter Bank Multi Carrier), NOMA (non orthogonal multiple access), 및 SCMA (sparse code multiple access) 등이 개발되고 있다.
- [0006] 최근 3GPP(3rd generation partnership project)는 NR(new radio)이라는 이름으로 5G(5th generation) 통신 시스템을 위한 표준 기술을 제정하고 있다. NR-MIMO(multiple-input multiple-output) 시스템에서 기지국은 최대 256개의 안테나를 지원한다. 단말은 6GHz 이상의 주파수 대역에서 최대 32개의 안테나를 지원하고, 6GHz이하의 주파수 대역에서는 최대 8개의 안테나를 지원한다. 또한, NR-MIMO 시스템은 주파수 효율을 최대 30bps/Hz까지 지원할 것을 요구한다. 따라서, NR-MIMO 시스템 지원을 위해서는 고차 다중 사용자 MIMO(high-order multiuser MIMO)와 고차원 채널에 대한 정확한 채널 상태 정보 피드백(channel state information feedback)이 필요하다.
- [0007] LTE(Long Term Evolution) 릴리즈(release) 13과 14에는 코드북에 기반한 암시적 CSI 피드백(implicit CSI feedback)이 적용된다. 암시적 CSI 피드백은 단일 사용자(single user)의 동작 기준으로 PMI(Precoding Matrix Indicator), CQI(Channel Quality Indicator), RI(Rank Indicator) 및 CRI(CSI-RS Resource Indicator)에 기반한 CSI 피드백이 수행된다. 암시적 CSI 피드백은 상대적으로 낮은 피드백 오버헤드가 수반하지만 채널 피드백의 정확도가 낮다. 그러므로, 다중 사용자 기술 지원을 위한 기지국에서의 프리코딩 및 스케줄링에 있어서 제한적인 동작만이 가능하다. 반면, 명시적 CSI 피드백(explicit CSI feedback)은 기지국과 단말 간 전체 채널 행렬, 채널 상관 행렬 또는 채널 상관 행렬의 고유 벡터 등을 피드백하므로 상대적으로 높은 오버헤드를 수반한다. 그러나, 높은 정확도의 채널 피드백을 수행할 수 있으므로, 기지국에서의 프리코딩 및 스케줄링에 있어서 높은 유연성을 확보할 수 있다. NR-MIMO 시스템에서 요구하는 높은 주파수 효율, 고차원 채널에 대한 정확한 CSI 피드백 및 고차 다중 사용자 기술을 지원하기 위해 명시적 CSI 피드백 기법에 대한 연구가 필요하다. 또한, 해당 효율적인 명시적 CSI 피드백 기법이 NR-MIMO 시스템에서 적절하게 운용될 수 있도록 다양한 피드백 정보 설정 방식이 요구된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0008] 본 개시는 암시적 CSI 피드백의 단점을 보완할 수 있는 효율적인 명시적 CSI 피드백을 운용하기 위한 피드백 정보 설정 방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [0009] MIMO 시스템에서 요구하는 높은 주파수 효율, 고차원 채널에 대한 정확한 CSI 피드백 및 고차 다중 사용자 기술을 지원하기 위해 명시적 CSI 피드백 기법에 대한 연구가 필요하다.
- [0010] 또한, 해당 효율적인 명시적 CSI 피드백 기법이 MIMO 시스템에서 적절하게 운용될 수 있도록 다양한 피드백 정보 설정 방식이 요구된다.

### 과제의 해결 수단

- [0011] 본 출원의 일 실시 예에 따르면, 단말에 의한, 피드백 설정 정보 전송 방법이 제공된다. 상기 방법은 상기 채널의 복수의 채널 요소를 성분 별로 분리하기 위한 채널 성분 정보를 설정하는 단계, 상기 복수의 채널 요소를 그룹화하기 위한 그룹화 정보를 설정하는 단계, 상기 복수의 채널 요소의 순서를 정렬하기 위한 순서 정렬 정보를 설정하는 단계, 상기 복수의 채널 요소를 확률 분포 근사하기 위한 확률 분포 근사 정보를 설정하는 단계 및 상기 설정된 채널 성분 정보, 그룹화 정보, 순서 정렬 정보 및 확률 분포 근사 정보를 송신하는 단계를 포함한다.
- [0012] 본 출원의 다른 일 실시 예에 따르면, 단말이 제공된다. 상기 단말은 데이터를 송수신하기 위한 무선 통신부 및 상기 단말을 제어하기 위한 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 채널의 복수의 채널 요소를 성분 별로 분리하기 위한 채널 성분 정보를 설정하고, 상기 복수의 채널 요소 그룹화하기 위한 그룹화 정보를 설정하고, 상기 복수의 채널 요소의 순서를 정렬하기 위한 순서 정렬 정보를 설정하고, 상기 복수의 채널 요소를 확률 분포

근사하기 위한 확률 분포 근사 정보를 설정하고, 상기 설정된 채널 성분 정보, 그룹화 정보, 순서 정렬 정보 및 확률 분포 근사 정보를 전송하도록 상기 무선 통신부를 제어한다.

[0013] 본 출원의 다른 일 실시 예에 따르면, 무선 통신 시스템에서 채널을 통해 통신하는 기지국에 의한, 피드백 설정 정보를 전송하는 방법이 제공된다. 상기 방법은 복수의 채널 요소를 포함하는 상기 채널의 확률 분포 근사를 해제하기 위한 확률 분포 근사 해제 정보를 설정하는 단계, 상기 복수의 채널 요소의 정렬 순서를 복원하기 위한 정렬 순서 복원 정보를 설정하는 단계, 상기 복수의 채널 요소의 그룹화를 해제하기 위한 그룹화 해제 정보를 설정하는 단계, 상기 복수의 채널 요소를 결합하기 위한 채널 요소 결합 정보를 설정하는 단계 및 상기 설정된 확률 분포 근사 해제 정보, 정렬 순서 복원 정보, 그룹화 해제 정보 및 채널 요소 결합 정보를 송신하는 단계를 포함한다.

[0014] 본 출원의 다른 일 실시 예에 따르면, 무선 통신 시스템에서 채널을 통해 통신하는 기지국이 제공된다. 상기 기지국은 데이터를 송수신하기 위한 무선 통신부 및 상기 기지국을 제어하기 위한 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 복수의 채널 요소를 포함하는 상기 채널의 확률 분포 근사를 해제하기 위한 확률 분포 근사 해제 정보를 설정하고, 상기 복수의 채널 요소의 정렬 순서를 복원하기 위한 정렬 순서 복원 정보를 설정하고, 상기 복수의 채널 요소의 그룹화를 해제하기 위한 그룹화 해제 정보를 설정하고, 상기 복수의 채널 요소를 결합하기 위한 채널 요소 결합 정보를 설정하고, 상기 설정된 확률 분포 근사 해제 정보, 정렬 순서 복원 정보, 그룹화 해제 정보 및 채널 요소 결합 정보를 전송하도록 상기 무선 통신부를 제어한다.

### 발명의 효과

[0015] 단말이 기지국으로 피드백해야 할 채널 요소의 개수가 많아지더라도 채널 요소의 개수에 무관하게 명시적인 채널 상태 정보를 피드백할 수 있다.

[0016] LTE(long term evolution)에서의 암시적 CSI(channel state information) 피드백은 코드북에 기반하여 동작하는 것이 필수적이었던 것에 비해, 본 개시의 실시 예에 따른 명시적 CSI 피드백은 코드북과 무관하게 동작이 가능하다.

[0017] LTE에서의 암시적 CSI 피드백은 임의의 기지국 및 단말 안테나 수로 이루어진 채널 행렬에 대해 각 채널 행렬의 차원마다 코드북을 새로 정의해야 하지만, 본 개시의 실시 예에 따르면 코드북을 새로 정의할 필요가 없다.

[0018] LTE에서의 암시적 CSI 피드백 방식에서 사용하는 피드백 정보 설정 방식과 구별되고, 피드백 정보 설정이 주기적/비주기적, WB(wideband)/SB(subband), 기지국/단말의 판단에 의해 다양하게 이루어지므로 기지국 및 단말들의 전체 시스템 상황에 맞게 높은 정확도의 CSI 피드백을 위해 유연하게 피드백 정보 설정을 수행할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 기지국 및 단말의 간단한 블럭도,  
 도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 동작 과정을 나타내는 도면,  
 도 3 및 도 4는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 근사 채널을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면,  
 도 5는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 초기 접속 시 default 피드백 정보 설정 및 피드백 동작을 설명하기 위한 도면,  
 도 6은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 피드백 정보 설정 사항들 간 주기의 상대적 대소 관계를 고려한 주기적 피드백 정보 설정을 설명하기 위한 도면,  
 도 7은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 비주기적 피드백 정보 설정을 설명하기 위한 도면,  
 도 8은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 피드백 정보 설정 시 WB/SB 설정을 설명하기 위한 도면,  
 도 9는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 피드백 동작 시 WB/SB 설정을 설명하기 위한 도면,  
 도 10은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 기지국/단말 판단에 의한 피드백 정보 설정을 설명하기 위한 도면,  
 도 11은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 암시적/명시적 CSI 피드백 구분 indicator에 따른 피드백 동작을 설명하기 위한 도면, 그리고,  
 도 12는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 암시적 CSI 피드백과 명시적 CSI 피드백 사이의 관계에 따른 피드백 정



보 설정 및 피드백 동작을 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 첨부되는 도면들을 참조하는 하기의 상세한 설명은 청구항들 및 청구항들의 균등들로 정의되는 본 개시의 다양한 실시 예들을 포괄적으로 이해하는데 있어 도움을 줄 것이다. 하기의 상세한 설명은 그 이해를 위해 다양한 특정 구체 사항들을 포함하지만, 이는 단순히 예로서만 간주될 것이다. 따라서, 해당 기술 분야의 당업자는 여기에서 설명되는 다양한 실시예들의 다양한 변경들 및 수정들이 본 개시의 범위 및 사상으로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것을 인식할 것이다. 또한, 공지의 기능들 및 구성들에 대한 설명은 명료성 및 간결성을 위해 생략될 수 있다.
- [0021] 하기의 상세한 설명 및 청구항들에서 사용되는 용어들과 단어들은 문헌적 의미로 한정되는 것이 아니라, 단순히 발명자에 의한 본 개시의 명료하고 일관적인 이해를 가능하게 하도록 하기 위해 사용될 뿐이다. 따라서, 해당 기술 분야의 당업자들에게는 본 개시의 다양한 실시예들에 대한 하기의 상세한 설명은 단지 예시 목적만을 위해 제공되는 것이며, 첨부되는 청구항들 및 상기 청구항들의 균등들에 의해 정의되는 본 개시를 한정하기 위해 제공되는 것은 아니라는 것이 명백해야만 할 것이다.
- [0022] 또한, 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 개시의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0023] 또한, 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 개시를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0024] 또한, 별도로 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 이해되어야만 한다.
- [0025] 기지국(Base Station)은 단말과 통신하는 일 주체로서, BS, NodeB(NB), eNodeB(eNB), AP(Access Point) 등으로 지칭될 수도 있다.
- [0026] 단말(User Equipment)은 기지국과 통신하는 일 주체로서, UE, 이동국(Mobile Station; MS), 이동장비(Mobile Equipment; ME), 디바이스(device), 터미널(terminal) 등으로 지칭될 수도 있다.
- [0027] 상술한 바와 같이, MIMO 시스템은 기지국에서 최대 256개의 안테나, 단말에서 32개(6 GHz 이상의 주파수 대역) 또는 8개(6 GHz 이하의 주파수 대역)의 안테나를 지원할 수 있어야 하고, 주파수 효율을 최대 30 bps/Hz까지 지원할 수 있어야 한다. 이를 위해, 정확한 고차원 CSI(channel state information) 피드백 방법과 고차 다중 사용자 기술의 지원이 필요하다. LTE(long term evolution)에서의 암시적 CSI 피드백은 코드북에 기반하여 동작하므로, 현재 정의되지 않은 차원의 값을 가지는 채널 행렬에 대한 CSI 피드백을 위해서는 해당 채널 차원에 맞는 코드북을 재정의해야만 한다. 또한, 암시적 CSI 피드백은 낮은 피드백 오버헤드를 수반하지만, 낮은 정확도를 가지며 단일 사용자 기준으로 동작하므로, 기지국에서 다중 사용자 기반의 프리코딩 및 스케줄링을 수행하는 경우 성능이 제한된다.
- [0028] 따라서, 본 개시는 임의의 차원을 갖는 채널 행렬에 대해 높은 정확도를 갖는 명시적 CSI 피드백 방식을 운용하기 위해 정의되어야 하는 피드백 정보 설정 방법을 제공한다.
- [0029] 본 개시에서 채널(channel)은 기지국과 단말 간 채널 행렬, 채널 상관 행렬, 채널 상관 행렬의 고유 벡터 또는 그 외에 일반적으로 무선 통신 시스템에서 무선 채널이라고 불리는 행렬로 정의될 수 있다.
- [0030] 본 개시에서 채널 요소(channel element)는 채널 행렬을 구성하는 스칼라의 개수를 의미한다. 예를 들어, 기지

국 안테나가  $M_T$ 개, 단말 안테나가  $M_R$ 개인 경우, 기지국과 단말 간 채널 행렬의 차원은  $M_T \times M_R$ 로 표현할 수 있고, 해당 채널 행렬 내에는  $M_T M_R$ 개의 채널 요소가 존재하게 된다. 이하에서는 표현의 간소화를 위해, 채널 요소의 개수를  $M$ 으로 정의하고, 기지국으로 피드백할 채널에 따라  $M$ 의 값을 가변적으로 정하도록 한다.

- [0031] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 채널 행렬의 채널 요소들을 크기 순서대로 정렬할 수 있도록 채널 요소들을 특정 채널 성분(channel component)으로 나누게 된다. 구체적으로, 각 채널 요소는 복소수로 표현되므로, 각 채널 요소를 실수 값으로 표현하기 위해 채널 성분으로 나누어 나타낼 수 있다. 예를 들어, 채널 요소의 실수 성분과 허수 성분, 채널 요소의 크기 성분과 위상 성분, 채널 요소의 실수 성분과 위상 성분, 또는 복소수 값인 원 채널 요소를 표현할 수 있고 크기 순서대로 정렬할 수 있는 실수 값을 갖는 다른 성분들이 채널 성분으로 될 수 있다.
- [0032] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 정의된 채널을 정해진 채널 성분으로 나눈 후 각 채널 성분을 크기 순서대로 정렬하게 된다. 이때 크기 순서대로 정렬되기 전의 정렬 순서를 원 정렬 순서로 정의한다.
- [0033] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 피드백 정보 설정은 피드백 동작 및 피드백 정보를 생성하기 위해 각각의 단계 별로 특정 옵션을 설정해주는 것으로 정의한다.
- [0034] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 피드백 정보 설정 사항은 각각의 단계 별로 피드백 정보 설정 시 고려해야 할 사항으로 정의한다.
- [0035] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 피드백 동작은 각각 단계 별로 피드백 정보 설정에 따라서 동작을 수행하고, 피드백 정보를 생성하여 단말에서 기지국으로 CSI 피드백하는 것으로 정의한다.
- [0036] NR 시스템과 LTE 시스템을 예로써 설명할 것이나, 특정 시스템에 한정되지 않고 피드백 정보를 송신하는 기타 무선 통신 시스템에도 적용될 수 있을 것이다.
- [0038] 1. 예시적 시스템 모델
- [0039] 도 1은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 기지국 및 단말의 블록도이다.
- [0040] 도 1에 도시된 바와 같이, 하향링크 전송 시스템(10)은  $M_T$ 개의 안테나를 갖는 기지국(100) 및  $M_R$ 개의 안테나를 갖는 단말(200)을 포함한다. 도 1에서는 단말(200)을 단수로 도시하였지만, 복수의 단말이 존재할 수 있다. 또한, 본 개시의 실시 예에서, 복수의 단말이 존재하는 경우, 기지국과 복수의 단말 간 채널에 대해 각각의 단말에서 기지국으로의 명시적 CSI 피드백을 위한 피드백 정보 설정 방식에 대한 것이므로, 피드백 정보 설정 과정은 기지국과 각각의 단말 별로 이루어진다.
- [0041] 도 1에 도시된 바와 같이, 기지국(100)은 무선 통신부(110), 제어부(120) 및 저장부(130) 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 상기 제어부(120)는 피드백 정보 설정부(121) 및 피드백 정보 조합부(123) 중 하나를 포함할 수 있다.
- [0042] 상기 무선 통신부(110)는 단말(200)에게 기준 신호를 송신하고, 단말(200)로부터 피드백 정보를 수신하기 위한 구성부이다.
- [0043] 상기 피드백 정보 설정부(121)는 확률 분포 근사 해제, 정렬 순서 복원, 그룹화 해제를 위한 피드백 정보를 설정한다. 구체적으로, 피드백 정보 설정부(121)는 그룹화 방식 정보에 대한 피드백 정보를 설정하고, 원 정렬 순서에 대한 피드백 정보를 설정하며, 확률 분포의 종류, 해당 확률 분포를 나타내는 확률 분포 표현 파라미터의 종류, 스칼라 양자화(scalar quantization) 범위에 대한 피드백 정보를 설정하기 위한 구성부이다.
- [0044] 상기 피드백 정보 조합부(123)는 피드백 정보 이용 채널을 재조합하고, 채널 성분을 결합한다. 구체적으로, 피드백 정보 설정부(121)는 확률 분포 근사를 해제(2.5-1 확률 분포 근사 해제)하고, 채널 요소들의 원 정렬 순서를 복원(2.5-2 정렬 순서 복원)하며, 채널 요소들의 그룹화를 해제(2.5-3 그룹화 해제)하는 동작들을 수행하기 위한 구성부이다.
- [0045] 도 1에 도시된 바와 같이, 단말(200)은 무선 통신부(210), 제어부(220) 및 저장부(230) 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 상기 제어부(220)는 피드백 정보 설정부(221) 및 피드백 정보 생성부(223) 중 적어도 하나를 포함

할 수 있다. 무선 통신부(210)는 기지국(100)으로부터 기준 신호를 수신하고, 기지국(100)에게 명시적 피드백을 전송하기 위한 구성부이다.

[0046] 그리고, 상기 단말(200)의 피드백 정보 설정부(221)는 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사를 위한 피드백 정보를 설정한다. 구체적으로, 피드백 정보 설정부(221)는 그룹화 방식 정보에 대한 피드백 정보를 설정하고, 원 정렬 순서에 대한 피드백 정보를 설정하며, 확률 분포의 종류, 해당 확률 분포를 나타내는 확률 분포 표현 파라미터의 종류, scalar quantization 범위에 대한 피드백 정보를 설정하기 위한 구성부이다.

[0047] 그리고, 상기 단말(200)의 피드백 정보 생성부(223)는 채널을 추정하고, 추정된 채널 성분을 분리하여 피드백 정보를 생성한다. 구체적으로, 피드백 정보 생성부(223)는 채널 요소들을 그룹화하고(2.3-1 그룹화), 성분 별로 분리된 채널 요소들을 정렬하며(2.3-2 크기 순서 정렬), 정렬된 채널 요소들을 특정 확률 분포로 근사(2.3-3 확률 분포 근사)하는 동작들을 수행하기 위한 구성부이다.

[0048] 상술한 바와 같이, 본 개시의 실시 예에 따른 명시적 CSI 피드백을 적용하는 채널은 기지국과 단말 간 채널 행렬, 채널 상관 행렬, 채널 상관 행렬의 고유벡터, 또는 그 이외에 무선 통신 시스템에서 일반적으로 통칭하는 채널로 정의할 수 있다. 기지국 안테나가  $M_T$ 개, 단말 안테나가  $M_R$ 개인 경우, 기지국과 단말 간 채널 행렬, 채널 상관 행렬, 채널 상관 행렬의 고유벡터의 차원은 각각 수학적 식 1, 2, 3으로 표현할 수 있다.

### 수학적 식 1

[0049] 
$$\mathbf{H}: M_T \times M_R$$

### 수학적 식 2

[0050] 
$$\mathbf{R}: M_T \times M_T$$

### 수학적 식 3

[0051] 
$$\mathbf{v}: M_T \times 1$$

[0053] 수학적 식 1 내지 3에서의 각 채널들은 복소수 값의 채널 요소들을 가지게 된다. 예를 들어, 본 개시의 실시 예에 따른 명시적 CSI 피드백을 적용하는 채널을 기지국과 단말 간의 채널 행렬로 정의한다면, 채널 요소의 개수  $M$ 은 수학적 식 4와 같이 정의될 수 있다.

### 수학적 식 4

[0054] 
$$M = M_T \times M_R$$

[0056] 본 개시의 실시 예에서 하나의 동작으로서, 채널 요소들을 크기 순서대로 정렬하는 동작이 있다. 채널 요소들을 크기 순서대로 정렬하는 동작에 대한 표현의 편리성을 위해, 수학적 식 1의 채널 행렬을 벡터화하여 표현한 채널 벡터  $\mathbf{h}$ 는 수학적 식 5와 같이 표현할 수 있다.

## 수학식 5

[0057]

$$\mathbf{h} = \text{vec}(\mathbf{H}), \mathbf{h} = [h_1 \ h_2 \ \cdots \ h_M]^T$$

[0059]

수학식 5에서  $\mathbf{h}_k$ 는 채널 벡터의  $k$ 번째 채널 요소를 의미한다. 채널 벡터는 총  $M$ 개의 채널 요소로 이루어져 있다. 그러나, 채널 행렬을 벡터화하여 채널 벡터로 표현하는 과정은 본 개시의 구현에 있어서 필수 동작이 아니며, 단지 크기 순서대로 정렬하는 동작에 대한 표현의 편리성을 위함이다. 본 개시의 실시 예에서, 다중 안테나는 가지는 단말이 기지국과 각각의 안테나 별로 채널을 구별하기 위하여 채널 행렬의 벡터화를 고려하는 경우, 단말 안테나의 순서대로 벡터화를 수행한다.

[0061]

2. 명시적 CSI 피드백 기법의 전체 동작 과정

[0062]

도 2는 본 개시의 실시 예에 따른, 명시적 CSI 피드백 방식과 피드백 정보 설정 과정을 포함하는 전체 동작 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0063]

기지국(100) 및 단말(200)은 명시적 CSI 피드백 방식이 동작하기 위하여 주기적 또는 비주기적으로 피드백 정보 설정 과정을 수행한다(S210). 이때, 피드백 정보 설정 과정은 기지국(100)에서 단말(200)로 이루어 질 수도 있고, 단말(200)에서 기지국(100)으로 이루어 질 수 있다.

[0064]

그리고, 기지국(100)은 단말로 기준 신호를 전송한다(S215).

[0065]

그리고, 단말(200)은 기지국(100)과 단말(200) 간 채널을 추정하고(S220), 채널 성분을 분리(S225)한 후, 피드백 정보를 생성한다(S230).

[0066]

그리고, 단말(200)은 기지국(100)으로 명시적 CSI 피드백을 전송한다(S235).

[0067]

그리고, 기지국(100)은 단말(200)로부터 수신된 피드백 정보를 이용하여 채널을 재조합(S240)하고, 채널 성분을 결합한다(S245). 상술한 과정의 결과로 기지국(100)과 단말(200) 간의 CSI 정보를 획득하게 된다.

[0068]

이하에서는, 각각의 동작에 대한 자세한 내용을 설명한다.

[0070]

2.1 기준 신호 전송 및 기지국-단말 간 채널 추정(S220)

[0071]

기지국(100)은 단말(200)에서의 채널 추정을 위해 기준 신호를 전송하게 된다(S215). 이때, 기준 신호는 LTE에서 사용하는 난-프리코디드(non-precoded) CSI-RS, 빔포밍된(beamformed) CSI-RS일 수 있고, NR-MIMO에서 새로 정의하는 기준 신호일 수도 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 기지국(100)과 단말(200) 간 채널 추정의 결과물로서 수학식 5의 채널 벡터가 도출된다고 가정한다.

[0073]

2.2 채널 성분 분리(S225)

[0074]

기지국(100)과 단말(200) 간 채널 추정 후, 단말(200)은 채널 벡터를 2개 이상의 채널 성분으로 분리한다. 이때, 분리된 채널 성분들은 복소수 값인 채널 요소를 크기 순서대로 정렬할 수 있도록 채널 요소를 실수 값으로 표현할 수 있어야 한다. 예를 들어, 채널 요소를 실수 성분 및 허수 성분으로 채널 성분을 분리한다면, 원 채널 요소와 분리된 채널 성분 간의 관계는 수학식 6과 같이 표현할 수 있다.

## 수학식 6

[0075]

$$h_k = h_{r,k} + ih_{i,k}$$

[0077]

수학식 6에서  $h_{r,k}$ 와  $h_{i,k}$ 는 각각 채널 요소  $h_k$ 의 실수 성분과 허수 성분을 의미한다. 수학식 6과 같이 각 채널 요소를 실수 성분과 허수 성분으로 분리할 수 있지만, 채널 요소의 크기 성분과 위상 성분, 실수 성분과 위상 성분으로 분리할 수도 있다. 또한, 각 채널 요소를 원 채널 요소로 표현할 수 있으며, 크기 순서대로 정렬하기 위하여 실수 값을 갖는 다른 성분들로 채널 성분 분리가 수행될 수 있다. 예를 들어, 수학식 7과 같이 각 채널 요소를 크기 성분과 위상 성분으로 분리하거나, 수학식 8과 같이 채널 요소를 실수 성분과 위상 성분으로

분리할 수 있다.

### 수학식 7

$$h_k = |h_k| \exp(i \angle h_k)$$

### 수학식 8

$$h_k = h_{r,k} + i h_{r,k} \tan(\angle h_k)$$

수학식 7에서  $|h_k|$ 와  $\angle h_k$ 는 각각 채널 요소  $h_k$ 의 크기 성분과 위상 성분을 의미한다. 수학식 8에서  $h_{r,k}$ 와  $\angle h_k$ 는 각각 채널 요소  $h_k$ 의 실수 성분과 위상 성분을 의미한다. 이와 같은 채널 성분의 분리는 아래의 표 1과 같다.

표 1

| 번호  | 분리 성분 종류  | 분리 성분의 수학적 표현                                |
|-----|---|--|
| 1   | 실수 성분 / 허수 성분   | $h_k = h_{r,k} + i h_{i,k}$                  |
| 2   | 크기 성분 / 위상 성분   | $h_k =  h_k  \exp(i \angle h_k)$             |
| 3   | 실수 성분 / 위상 성분   | $h_k = h_{r,k} + i h_{r,k} \tan(\angle h_k)$ |
| ... | 위의 방식 1~3 이외에도, 하기 조건을 만족하는 2개 이상의 채널 성분으로 분리 가능<br>1)원 채널 요소를 표현할 수 있는 채널 성분<br>2)크기 순서대로 정렬할 수 있는 채널 성분 |  |

## 2.3 피드백 정보 생성(S230)

채널 성분을 분리한 후, 단말(200)은 각 채널 성분 별로 피드백 정보를 생성한다. 피드백 정보를 생성하는 단계는 그룹화, 크기 순서 정렬 및 확률 분포 근사를 포함한다. 상기 3가지 과정은 ) 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사 순으로 수행되거나, ) 크기 순서 정렬, 그룹화, 확률 분포 근사 순으로 수행될 수 있다.

이하에서는, 수행 순서와 무관하게 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사에 대하여 상세하게 설명하고, 이후 수행 순서에 따라 고려해야 할 사항들에 대하여 설명한다.

### 2.3-1. 그룹화

그룹화 과정은 전체 채널 요소들을 특정 개수의 채널 요소를 포함하는 그룹들로 나누는 것을 의미한다. 그룹화 과정은 그룹들 간에 동일한 개수의 채널 채널 요소를 갖도록 균등하게 수행되거나 상이한 개수의 채널 요소를 갖도록 불균등하게 수행될 수 있다.

우선, 복수의 그룹들이 균등한 개수의 채널 요소를 갖도록 그룹화 과정이 수행되는 경우,  $M$ 개의 전체 채널 요소들을  $M_g$ 개의 채널 요소를 갖는  $G$ 개의 그룹으로 나눈다면, 수학식 9와 같은 등식이 성립한다.

### 수학식 9

$$M = G \times M_g$$

그리고, 복수의 그룹들이 상이한 개수의 채널 요소를 갖도록 그룹화 과정이 수행되는 경우,  $1, \dots, G$ 번째 그룹

이 각각  $M_1, \dots, M_g$  개의 채널 요소로 구성된다면, 수학적 식 10과 같은 등식이 성립한다.

### 수학적 식 10

$$M = \sum_{k=1}^G M_k$$

[0094]

[0095]

불균등한 개수의 채널 요소를 갖도록 그룹화 과정이 수행되는 경우, 각 그룹 별로 특정 채널 요소를 갖도록 하는 그룹화 방식들이 적용 가능하다. 예를 들어, 후술할 확률 분포 근사 과정(2.3-3 확률 분포 근사)에서 채널 요소들이 특정 확률 분포로 근사시키는 경우, 확률 분포 근사의 정확도를 높이는 방향으로 그룹화가 수행될 수 있다. 즉, 전체 채널 요소들을 특정 확률 분포에 근사시키는 경우, 정확도가 매우 높은 요소들만을 선별하여 그룹화하여 피드백 정보 생성 과정을 수행 할 수 있다.

[0096]

채널 요소들에 대한 균등 또는 불균등 그룹화는 표 2와 같이 정리할 수 있다. 표 2는 각 그룹화 방식을 전체 채널 요소의 개수  $M$ 이 6이고, 채널 요소를 실수 성분과 허수 성분으로 채널 성분을 분리한 경우의 실수 성분  $h_r$ 에 대해 그룹화의 예시들을 설명한다. 표 2에서  $h_r^{(k)}$ 는 k번째 그룹을 의미한다.

표 2

[0098]

| 그룹화 전 채널 벡터 (예시: $M=6$ , 실수 성분에 대한 그룹화)  |     |  |
|--|-----|--|
| $\mathbf{h}_r = [h_{r,1} \ h_{r,2} \ h_{r,3} \ h_{r,4} \ h_{r,5} \ h_{r,6}]^T$ |     |  |
| 그룹 별 채널 요소 개수  | 번호  | 그룹화 방식의 수학적 표현   |
| 균등 개수 방식   | 1   | 1~3번, 4~6 번째 채널 요소 별로 그룹화 ( $G=2, M_g=3$ )<br><br>$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,2} \\ h_{r,3} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,4} \\ h_{r,5} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$  |
|  | 2   | 짝수, 홀수 번째 채널 요소 별로 그룹화 ( $G=2, M_g=3$ )<br><br>$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,3} \\ h_{r,5} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,2} \\ h_{r,4} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$   |
|  | 3   | 1~2, 3~4, 5~6 번째 채널 요소 별로 그룹화 ( $G=3, M_g=2$ )<br><br>$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,2} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,3} \\ h_{r,4} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(3)} = \begin{bmatrix} h_{r,5} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$ |
|  | ... | 위의 방식 1~3 이외에도, 그룹 별 균등한 채널 요소의 개수를 갖는 임의의 방식 적용 가능  |



|           |     |  |
|-----------|-----|--|
| 불균등 개수 방식 | 1   | $(G=3, M_1=3, M_2=2, M_3=1)$<br>$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,2} \\ h_{r,3} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,4} \\ h_{r,5} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(3)} = \begin{bmatrix} h_{r,6} \end{bmatrix}$ |
|           | 2   | $(G=2, M_1=2, M_2=4)$<br>$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,2} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,3} \\ h_{r,4} \\ h_{r,5} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$   |
|           | 3   | $(G=3, M_1=3, M_2=1, M_3=2)$<br>$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,3} \\ h_{r,5} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,2} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(3)} = \begin{bmatrix} h_{r,4} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$ |
|           | ... | 위의 방식 1~3 이외에도, 그룹 별 불균등한 채널 요소의 개수를 갖는 임의의 방식 적용 가능   |

[0100]

표 2를 참조하면, 전체 채널 요소의 개수  $M$ 이 6인 채널 벡터의 실수 성분은  $\mathbf{h}_r = [h_{r,1} \ h_{r,2} \ h_{r,3} \ h_{r,4} \ h_{r,5} \ h_{r,6}]^T$ 으로 나타낼 수 있다.

[0101]

균등 그룹화 방식의 첫번째 예는 채널 벡터의 실수 성분을 첫번째 내지 세번째 채널 요소와 네번째 내지 여섯번째 채널 요소로 그룹화한 것이다. 즉, 채널 벡터를 2 개의 그룹으로 나누고( $G=2$ ), 각 그룹은 3 개의 채널 요소를 갖도록( $M_g=3$ ) 그룹화하였다. 결과적으로, 수학식 11과 같이, 채널 벡터  $\mathbf{h}_r$ 은 첫번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(1)}$ 과 두번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(2)}$ 로 그룹화된다.

### 수학식 11

$$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,2} \\ h_{r,3} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,4} \\ h_{r,5} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$$

[0102]

[0103]

균등 그룹화 방식의 두번째 예는 채널 벡터의 실수 성분을 홀수번째 채널 요소와 짝수번째 채널 요소로 그룹화한 것이다. 첫번째 예와 마찬가지로, 채널 벡터를 2 개의 그룹으로 나누고( $G=2$ ), 각 그룹은 3 개의 채널 요소를 갖도록( $M_g=3$ ) 그룹화하였다. 결과적으로, 수학식 12와 같이, 채널 벡터  $\mathbf{h}_r$ 은 첫번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(1)}$ 과 두번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(2)}$ 로 그룹화된다.

### 수학식 12

$$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,3} \\ h_{r,5} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,2} \\ h_{r,4} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$$

[0104]

[0106]

균등 그룹화 방식의 세번째 예는 채널 벡터의 실수 성분을 첫번째와 두번째 채널 요소, 세번째와 네번째 채널 요소 및 다섯번째와 여섯번째 채널 요소로 그룹화한 것이다. 즉, 채널 벡터를 3 개의 그룹으로 나누고 ( $G=3$ ), 각 그룹은 2 개의 채널 요소를 갖도록 ( $M_g=2$ ) 그룹화하였다. 결과적으로, 수학식 13과 같이, 채널 벡터  $\mathbf{h}_r$ 은 첫번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(1)}$  과 두번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(2)}$  및 세번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(3)}$  으로 그룹화된다.

### 수학식 13

$$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,2} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,3} \\ h_{r,4} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(3)} = \begin{bmatrix} h_{r,5} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$$

[0107]

[0109]

상술한 첫번째 내지 세번째 예 이외에도, 그룹별로 동일한 채널 요소의 개수를 갖는 균등 그룹화 방식이 적용될 수 있다.

[0111]

비균등 그룹화 방식의 첫번째 예는 채널 벡터를 3 개의 그룹으로 나누고 ( $G=3$ ), 첫번째 그룹은 3개의 채널 요소 ( $M_1=3$ ), 두번째 그룹은 2개의 채널 요소 ( $M_2=2$ ), 세번째 그룹은 1개의 채널 요소 ( $M_3=1$ )를 갖도록 그룹화한 것이다. 결과적으로, 수학식 14와 같이, 채널 벡터  $\mathbf{h}_r$ 은 첫번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(1)}$ , 두번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(2)}$ , 세번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(3)}$  으로 그룹화된다.

### 수학식 14

$$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,2} \\ h_{r,3} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,4} \\ h_{r,5} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(3)} = [h_{r,6}]$$

[0112]

[0114]

비균등 그룹화 방식의 두번째 예는 채널 벡터를 2 개의 그룹으로 나누고 ( $G=2$ ), 첫번째 그룹은 2개의 채널 요소 ( $M_1=2$ ), 두번째 그룹은 4개의 채널 요소 ( $M_2=4$ )를 갖도록 그룹화한 것이다. 결과적으로, 수학식 15와 같이, 채널 벡터  $\mathbf{h}_r$ 은 첫번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(1)}$  과 두번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(2)}$  으로 그룹화된다.



### 수학식 15

$$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,2} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = \begin{bmatrix} h_{r,3} \\ h_{r,4} \\ h_{r,5} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$$

[0115]

[0116]

비균등 그룹화 방식의 세번째 예는 채널 벡터를 3 개의 그룹으로 나누고( $G=3$ ), 첫번째 그룹은 3개의 채널 요소( $M_1=3$ ), 두번째 그룹은 1개의 채널 요소( $M_2=1$ ), 세번째 그룹은 2개의 채널 요소( $M_3=2$ ), 를 갖도록 그룹화한 것이다. 결과적으로, 수학식 16과 같이, 채널 벡터  $\mathbf{h}_r$ 은 첫번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(1)}$ , 두번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(2)}$  및 세번째 그룹  $\mathbf{h}_r^{(3)}$  으로 그룹화된다.

### 수학식 16

$$\mathbf{h}_r \rightarrow \mathbf{h}_r^{(1)} = \begin{bmatrix} h_{r,1} \\ h_{r,3} \\ h_{r,5} \end{bmatrix}, \mathbf{h}_r^{(2)} = [h_{r,2}], \mathbf{h}_r^{(3)} = \begin{bmatrix} h_{r,4} \\ h_{r,6} \end{bmatrix}$$

[0117]

[0118]

한편, 상술한 그룹화 과정은 본 개시의 실시 예에 따른, 명시적 CSI 피드백 방법에서 필수적인 동작은 아니며, 오버헤드를 줄이기 위해 선택적으로 사용될 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이, 그룹화 과정은 후술할 확률 분포 근사 과정에서 정확도를 높이기 위해 적용될 수도 있다.

[0119]

그룹화 과정 전까지는 전체 채널 요소들에 대해 본 개시의 동작이 수행되고, 그룹화 과정 후부터는 각 그룹 별 채널 요소들에 대해 본 개시의 동작이 수행된다. 따라서, 그룹화 과정이 크기 순서 정렬 및 확률 분포 근사 과정보다 앞서 수행되는 경우(즉, 그룹화 → 크기 순서 정렬 → 확률 분포 근사), 그룹화 과정은 전체 채널 요소들에 대해 수행되고, 크기 순서 정렬과 확률 분포 근사 과정은 각 그룹 별 채널 요소들에 대해 각각 적용된다. 그룹화 과정이 크기 순서 정렬 이후에 수행되는 경우(즉, 크기 순서 정렬 → 그룹화 → 확률 분포 근사), 크기 순서 정렬은 전체 채널 요소들에 대해 수행되고, 그룹화 과정은 크기 순서대로 정렬된 전체 채널 요소들에 대해 수행되며, 확률 분포 근사 과정은 각 그룹별 채널 요소들에 대해 적용된다.

[0121]

2.3-2. 크기 순서 정렬

[0122]

크기 순서 정렬 과정은 분리된 각 채널 성분 별로 채널 요소들을 크기 순으로 오름차순 또는 내림차순 정렬하는 것을 의미한다. 아래 수학식 17은 전체 채널 요소들의 개수가 8인 경우( $M=8$ )에 원 채널 요소의 실수 성분을 표현하는 벡터  $\mathbf{h}_r$ 와 오름차순으로 정렬한 벡터  $\overline{\mathbf{h}_r}$ , 원 정렬 순서를 나타내는 벡터  $\mathbf{s}_r$ 와 오름차순으로 정렬한 경우 변형 정렬 순서를 나타내는 벡터  $\overline{\mathbf{s}_r}$ 를 나타낸다.

수학식 17

$$\mathbf{h}_r = \begin{bmatrix} -0.0636 \\ 0.0858 \\ -0.5642 \\ -1.3464 \\ 0.6865 \\ -0.2752 \\ 0.0085 \\ -2.1351 \end{bmatrix}, \mathbf{s}_r = \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \\ 3 \\ 2 \\ 8 \\ 4 \\ 6 \\ 1 \end{bmatrix} \rightarrow \bar{\mathbf{h}}_r = \begin{bmatrix} -2.1351 \\ -1.3464 \\ -0.5642 \\ -0.2752 \\ -0.0636 \\ 0.0085 \\ 0.0858 \\ 0.6865 \end{bmatrix}, \bar{\mathbf{s}}_r = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{bmatrix}$$

[0123]

[0125] 수학식 17을 참조하면,  $\bar{\mathbf{h}}_r$  이 크기 순서 정렬 과정을 통해 오름차순으로 정렬된다. 단말(200)이 기지국(100)으로 채널에 대한 피드백을 송신한 후, 기지국(100)이 원 채널을 복원하는 경우, 원 정렬 순서를 나타내는 벡터  $\mathbf{s}_r$ 에 대한 정보가 필요하게 된다.

[0126] 크기 순서 정렬 과정도 그룹화 과정과 마찬가지로 피드백 정보 생성 순서에 따라 상이한 동작을 나타낸다. 구체적으로, 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사의 순서로 피드백 정보가 생성되는 경우, 크기 순서 정렬 과정은 각 그룹 별로 적용되므로, 원 정렬 순서도 각 그룹 별로 필요하다. 반면에, 크기 순서 정렬, 그룹화, 확률 분포 근사의 순서로 피드백 정보가 생성되는 경우, 크기 순서 정렬 과정은 전체 채널 요소들에 대해 적용되므로, 원 정렬 순서는 전체 채널 요소에 대해 필요하다.

[0128] 2.3-3. 확률 분포 근사

[0129] 확률 분포 근사 과정은 기지국(100)에서 채널을 복원하기 위하여, 크기 순서 정렬 과정을 거친 채널 요소들을 특정 확률 분포로 근사하여 피드백 정보를 생성하는 과정이다. 본 개시의 실시 예에 따른, 채널 요소 값 자체를 피드백해주는 CSI 피드백 방식들과는 다르게 채널 요소들을 근사할 수 있는 확률 분포와 해당 확률 분포를 표현할 수 있는 파라미터들을 피드백 정보로서 생성할 수 있다. 이때, 확률 밀도 함수는 입력 값에 대한 확률 값을 출력해주는 함수이다. 본 개시의 실시 예에서는, 확률 밀도 함수의 특징을 이용하여, 단말(200)이 피드백 정보 생성하고, 기지국(100)이 채널 복원 과정을 수행할 수 있다. 표 3은 확률 분포 근사 방식에 대해 설명한다. 표 3에서  $\exp(x)$ 는 지수(exponential) 함수,  $Q(x)$ 는 표준 정규(normal) 분포의 누적 밀도 함수를 의미한다.

표 3

[0130]

| 번호  | 확률 분포  | 누적 밀도 함수 수학적식   | 확률 분포 표현 파라미터   |
|-----|--|---|---|
| 1   | Uniform 분포   | $f_x(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & x \in [a, b] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$ | 1) 최소값, 최대값 (a, b)<br>2) 최대값, 차이의 평균값 (b, (b-a)/M)<br>3) 최소값, 차이의 평균값 (a, (b-a)/M)<br>4) 1)-3) 이외에도 uniform 분포를 나타낼 수 있는 2개 이상의 표현 파라미터 사용 가능 |
| 2   | Normal 분포  | $F_x(x) = 1 - Q\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$   | 평균, 표준편차 ( $\mu, \sigma$ )  |
| 3   | Rayleigh 분포  | $F_x(x) = 1 - \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)$                                      | 매개변수 ( $\sigma$ )   |
| ... | 위의 방식 1~3 이외에도, 원 채널 요소들을 근사할 수 있는 다양한 확률 분포를 활용할 수 있음 |   |   |

[0132] 표 3을 참조하면, 균등(uniform)분포의 경우, 누적 밀도 함수는 수학적식 18과 같이 표현되고, 확률 분포 표현 파라미터로는 ) 최소값, 최대값 (a,b), ) 최대값, 차이의 평균값 (b, (b-a)/M), ) 최소값, 차이의 평균값 (a, (b-a)/M), ) i) 내지 ) 이외에도 균등 분포를 나타낼 수 있는 2개 이상의 표현 파라미터가 사용 가능하다.

### 수학식 18

$$f_x(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & x \in [a, b] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0133]

[0135] 정규(normal) 분포의 경우, 누적 밀도 함수는 수학식 19와 같이 표현되고, 확률 분포 표현 파라미터로는 평균( $\mu$ )과 표준 편차( $\sigma$ )가 사용가능하다.

### 수학식 19

$$F_x(x) = 1 - Q\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$$

[0136]

[0138] 레일리(Rayleigh) 분포의 경우, 누적 밀도 함수는 수학식 20과 같이 표현되고, 확률 분포 표현 파라미터로는 매개변수( $\sigma$ )가 사용 가능하다.

### 수학식 20

$$F_x(x) = 1 - \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)$$

[0139]

[0141] 확률 분포 근사 과정은 그룹 별로 수행된다. 따라서, 각 그룹 별로 동일한 확률 분포 근사를 수행할 수 있고, 상이한 확률 분포 근사를 수행할 수도 있다. 각 그룹 별로 동일한 확률 분포 근사를 수행하는 경우, ) 각 그룹 별 확률 분포 표현 파라미터를 개별적으로 생성하여 피드백할 수 있고, ) 각 그룹 별 확률 분포 표현 파라미터들을 개별적으로 생성한 후, 각 표현 확률 분포 표현 파라미터들의 평균값을 모든 그룹의 확률 분포 표현 파라미터로서 피드백할 수도 있다.

[0142] 표 4는 그룹 별 확률 분포 근사 방식에 대해 설명한다. 표 4의 예시 에서는, 실수 성분에 대해  $G$ 개의 그룹 개수로 채널 요소들의 그룹화가 수행되었고, 확률 분포로서 정규 분포가 사용되었으며, 확률 분포 표현 파라미터로서 평균과 표준 편차가 사용된다.

표 4

[0143]

| 그룹 별 방식                   | 번호 | 확률 분포 표현 파라미터 생성 방식  |
|---------------------------|----|--|
| 그룹 별<br>같은 확률 분포 종류 사용    | 1  | <p>그룹 별 개별적인 확률 분포 표현 파라미터 생성</p> $\begin{array}{ccc} \mathbf{h}_r^{(1)} & \mathbf{h}_r^{(2)} & \dots & \mathbf{h}_r^{(G)} \\ \downarrow & \downarrow & & \downarrow \\ \mu_{r,1}, \sigma_{r,1} & \mu_{r,2}, \sigma_{r,2} & & \mu_{r,G}, \sigma_{r,G} \end{array}$ <p>수학식 21에서 는 번째 그룹의 평균과 표준편차로서 확률 분포 표현 파라미터들을 나타낸다.</p>   |
|                           | 2  | <p>각 그룹 별로 생성한 확률 분포 표현 파라미터들의 평균값 사용</p> $\bar{\mu}_r = \frac{1}{G} \sum_{k=1}^G \mu_{r,k}, \bar{\sigma}_r = \frac{1}{G} \sum_{k=1}^G \sigma_{r,k}$   |
|                           | 3  | <p>각 그룹 별로 생성한 확률 분포 표현 파라미터들 중 유사한 값을 가지는 그룹들 간의 평균값 사용</p> $\mathbf{G} = \{1, \dots, G\}, \mathbf{G} = \bigcup_{q=1}^Q \mathbf{G}^{(q)}$ $\bar{\mu}_{r,(q)} = \frac{1}{ \mathbf{G}^{(q)} } \sum_{k \in \mathbf{G}^{(q)}} \mu_{r,k}, \bar{\sigma}_{r,(q)} = \frac{1}{ \mathbf{G}^{(q)} } \sum_{k \in \mathbf{G}^{(q)}} \sigma_{r,k}$ <p><math>G</math>는 모든 그룹의 인덱스를 가지는 집합이라고 정의한다면, <math>\mathbf{G}^{(q)}</math>는 유사한 확률 분포 표현 파라미터를 갖는 그룹들의 집합이 <math>Q</math>개 존재하는 경우 그 중 <math>q</math>번째 집합을 의미한다.<br/> <math> \mathbf{G}^{(q)} </math>는 <math>\mathbf{G}^{(q)}</math>내의 원소의 개수를 의미한다.</p> |
|                           |    | <p>상기 1-3 이외에도, 그룹 별 같은 확률 분포 근사 방식에 대해 각 그룹 별로 확률 분포 표현 파라미터를 생성하는 임의의 방식이 가능</p>   |
| 그룹 별<br>다른 확률 분포 종류 사용    |    | 그룹 별 개별적인 확률 분포 표현 파라미터 생성   |
| 일부 그룹들이<br>같은 확률 분포 종류 사용 |    | 전체 그룹들 중 같은 확률 분포 종류를 사용하는 그룹들에 대해, 모든 그룹이 같은 확률 분포 종류 사용하는 방식들을 적용할 수 있다.   |

[0145]

표 4를 참조하면, 그룹 별로 동일한 확률 분포 종류가 사용되는 경우의 첫번째 예에서, 그룹 별 개별적인 확률 분포 표현 파라미터는 수학식 21과 같이 생성될 수 있다.

수학식 21

[0146]

$$\begin{array}{ccc} \mathbf{h}_r^{(1)} & \mathbf{h}_r^{(2)} & \dots & \mathbf{h}_r^{(G)} \\ \downarrow & \downarrow & & \downarrow \\ \mu_{r,1}, \sigma_{r,1} & \mu_{r,2}, \sigma_{r,2} & & \mu_{r,G}, \sigma_{r,G} \end{array}$$

[0148]

수학식 21에서,  $\mu_{r,k}$ 는 k번째 그룹의 평균,  $\sigma_{r,k}$ 는 k번째 그룹의 표준 편차이다.

[0149]

두번째 예는 그룹 별로 동일한 확률 분포 종류가 사용되는 경우이고, 각 그룹 별로 생성한 확률 분포 표현 파라미터들의 평균값이 수학식 22로부터 도출되어 사용된다.

수학식 22

$$\bar{\mu}_r = \frac{1}{G} \sum_{k=1}^G \mu_{r,k}, \bar{\sigma}_r = \frac{1}{G} \sum_{k=1}^G \sigma_{r,k}$$

[0150]

[0152] 세번째 예는 그룹 별로 동일한 확률 분포 종류가 사용되는 경우이고, 각 그룹 별로 생성한 확률 분포 표현 파라미터들 중 유사한 값을 가지는 그룹들 간의 평균값이 수학식 23과 수학식 24로부터 도출되어 사용된다.

수학식 23

$$\mathbf{G} = \{1, \dots, G\}, \mathbf{G} = \bigcup_{q=1}^Q \mathbf{G}^{(q)}$$

[0153]

[0155] 이때,  $\mathbf{G}$ 는 모든 그룹의 인덱스를 가지는 집합,  $\mathbf{G}^{(q)}$ 는 유사한 확률 분포 표현 파라미터를 갖는 그룹들의 집합이  $Q$ 개 존재하는 경우 그 중  $q$ 번째 집합을 의미한다.

수학식 24

$$\bar{\mu}_{r,(q)} = \frac{1}{|\mathbf{G}^{(q)}|} \sum_{k \in \mathbf{G}^{(q)}} \mu_{r,k}, \bar{\sigma}_{r,(q)} = \frac{1}{|\mathbf{G}^{(q)}|} \sum_{k \in \mathbf{G}^{(q)}} \sigma_{r,k}$$

[0156]

[0157] 이때,  $|\mathbf{G}^{(q)}|$ 는  $\mathbf{G}^{(q)}$ 내의 원소의 개수를 의미한다.

[0158] 상술한 첫번째 내지 세번째 예 이외에도, 그룹 별로 동일한 확률 분포 종류가 사용되는 경우, 각 그룹 별로 확률 분포 표현 파라미터를 생성하는 임의의 방식이 가능할 수 있다.

[0159] 그룹 별로 상이한 확률 분포 종류가 사용되는 경우에는 그룹 별로 개별적인 확률 분포 표현 파라미터가 생성된다. 또한, 일부 그룹들이 동일한 확률 분포 종류가 사용되는 경우, 전체 그룹들 중 동일한 확률 분포 종류를 사용하는 그룹들에 대해, 모든 그룹이 동일한 확률 분포 종류 사용하는 방식들이 적용될 수 있다.

[0160] 한편, 상술한 확률 분포 근사 과정에 있어서, 기지국이 피드백 채널에 대한 채널 복원 시 정확도를 높일 수 있고, 해당 확률 분포를 나타낼 수 있는 파라미터의 개수가 적으며, 각 파라미터가 가질 수 있는 값의 범위가 제한되어 있는 확률 분포를 사용하는 것이 바람직하다.

[0162] 2.4 단말로부터 기지국으로의 피드백 정보 전송(S235)

[0163] 상술한 채널 성분 분리 단계부터 피드백 정보 생성 단계 내의 3가지 과정(그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사)을 거치면서, 각 과정 별로 생성되는 피드백 정보는 표 5와 같다.

표 5

[0164]

| 각 과정 별 생성되는 피드백 정보 |   | 특징 및 피드백 오버헤드   |
|--------------------|---|---|
| 채널 성분 분리           | 분리 방식 정보(channel component separation method information) | [선택적 피드백] 기본 값: 실수 성분/허수 성분<br>정의하는 분리 방식 종류 개수에 따라 피드백 오버헤드 결정됨(분리 방식 개수, 분리 방식 별 채널 성분의 개수) |
| 그룹화                | 그룹화 방식 정보(grouping method information)                    | [선택적 피드백] 기본 값: 그룹화 방식 미설정<br>정의하는 그룹화 방식의 개수에 따라 피드백 오버헤드 결정됨                                |

|          |  |   |
|----------|--|---|
| 크기 순서 정렬 | 원 정렬 순서<br>(original sort order)                                     | <p><b>[피드백]</b></p> <p>(1) 그룹화 → 크기 순서 정렬 → 확률 분포 근사<br/>         -각 그룹 별 원 정렬 순서 개별 피드백</p> <p>-각 그룹 별로 <math>1, 2, \dots, M_g</math> 를 이용하여 만들 수 있는 순열의 모든 경우의 수를 표현할 수 있는 피드백 오버헤드 필요</p> <p>-피드백 오버헤드: <math>cG \lceil \log_2(M_g!) \rceil</math></p> <p>(<math>c</math>: 분리 채널 성분 개수, <math>G</math>: 그룹 개수, <math>M_g</math>: 그룹 당 채널 요소 개수)</p> <p>(2) 크기 순서 정렬 → 그룹화 → 확률 분포 근사<br/>         -전체 채널 요소에 대한 원 정렬 순서 피드백</p> <p>-<math>1, 2, \dots, M</math> 을 이용하여 만들 수 있는 순열의 모든 경우의 수를 표현할 수 있는 피드백 오버헤드 필요</p> <p>피드백 오버헤드: <math>c \lceil \log_2(M!) \rceil</math></p> <p>(<math>c</math>: 분리 채널 성분 개수, <math>M</math>: 전체 채널 요소 개수)</p>   |
| 확률 분포 근사 | 확률 분포 종류 정보<br>(probability distribution type information)           | <p><b>[선택적 피드백]</b></p> <p>기본 값: 모든 그룹이 같은 확률 분포 종류 사용, normal 분포 정의하는 그룹화 방식, 확률 분포 종류 개수, 그룹 별 확률 분포 근사 방식에 따라 피드백 오버헤드 결정됨</p>   |
|          | 확률 분포<br>표현 파라미터<br>(probability distribution parameter information) | <p><b>[피드백]</b></p> <p>기본 값: 모든 그룹이 같은 확률 분포 종류 사용 (방식 1. 그룹 별 개별적인 확률 분포 표현 파라미터 생성) normal 분포의 평균, 표준 편차</p> <p>-정의하는 그룹화 방식, 확률 분포 종류 개수, 그룹 별 확률 분포 근사 방식, 확률 분포 표현 파라미터의 개수에 따라 피드백 오버헤드 결정됨</p> <p>-각 그룹 별 확률 분포 표현 파라미터들에 대해 scalar quantization 후 피드백</p> <p>(1) 확률 분포 표현 파라미터 별 동일한 bit 수 할당</p> <p>-피드백 오버헤드: <math>cGKn</math></p> <p>(<math>c</math>: 분리 채널 성분 개수, <math>G</math>: 그룹 개수, <math>K</math>: 확률 분포 표현 파라미터 당 피드백 bit 수, <math>n</math>: 확률 분포 표현 파라미터 개수)</p> <p>(2) 확률 분포 표현 파라미터 별 상이한 bit 수 할당</p> <p>피드백 오버헤드: <math>cG(K_1 + \dots + K_n)</math></p> <p>(<math>c</math>: 분리 채널 성분 개수, <math>G</math>: 그룹 개수, <math>K_k</math>: <math>k</math>번째 확률 분포 표현 파라미터의 피드백 bit 수, <math>n</math>: 확률 분포 표현 파라미터 개수)</p> |

[0166] 표 5에서, 선택적 피드백에 해당하는 피드백 정보들은 시스템 내에서 default 값으로 설정된 해당 정보를 사용하고, 특정 사유로 해당 정보에 대해 변경이 필요한 경우에만 피드백 정보에 포함할 수 있다. 선택적 피드백 외의 피드백에 해당하는 피드백 정보들은 본 개시의 실시 예에 따른 명시적 CSI 피드백을 수행하는 경우 반드시 필요한 피드백 정보를 의미한다. 선택적 피드백에 해당하는 피드백 정보들은 후술할 피드백 정보 설정 방식에 의해 그 설정이 변경될 수 있고, 필수적 피드백에 해당하는 피드백 정보들은 피드백 동작 방식에 의해 단말에서 기지국으로 피드백된다.

[0167] 구체적으로, 표 5를 참조하면, 채널 성분 분리에 있어서 분리 방식 정보가 피드백 정보로서 생성될 수 있다. 예를 들어, 표 1의 채널 성분 분리 방식 1과 같이 채널 성분을 실수 성분과 허수 성분으로 분리하는 방식이 기본 값으로 설정되고, 다른 방식을 사용하는 경우에만 분리 방식 정보가 피드백될 수 있다. 분리 방식 정보의 피드백 오버헤드는 정의하는 분리 방식 종류의 개수(분리 방식 개수, 분리 방식 별 채널 성분의 개수)에 따라 결정

된다.

[0168] 또한, 그룹화에 있어서 그룹화 방식 정보가 피드백 정보로서 생성될 수 있다. 예를 들어, 표 2의 균등 그룹화 방식 1이 기본 값으로 설정되고, 다른 방식을 사용하는 경우에만 그룹화 방식 정보가 피드백될 수 있다. 그룹화 방식 정보의 피드백 오버헤드는 정의하는 그룹화 방식의 개수에 따라 결정될 수 있다.

[0169] 크기 순서 정렬에 있어서는 원 정렬 순서가 필수적 피드백 정보로 생성된다. 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사의 순서로 피드백 정보가 생성 되는 경우, 각 그룹별로 원 정렬 순서가 개별적으로 피드백된다. 따라서, 각 그룹 별로  $1, 2, \dots, M_g$ 를 이용하여 만들 수 있는 모든 순열의 개수를 표현할 수 있는 피드백 오버헤드가 필요하다. 즉, 분리 채널 성분 개수  $c$ , 그룹 개수  $G$ , 그룹 당 채널 요소 개수  $M_g$ 의 경우,  $cG \lceil \log_2(M_g!) \rceil$ 의 피드백 오버헤드가 요구된다. 반면에, 크기 순서 정렬, 그룹화, 확률 분포 근사의 순서로 피드백 정보가 생성되는 경우, 전체 채널 요소에 대해 원 정렬 순서가 피드백된다. 따라서,  $1, 2, \dots, M$ 을 이용하여 만들 수 있는 모든 순열의 개수를 표현할 수 있는 피드백 오버헤드가 필요하다. 즉, 분리 채널 성분 개수  $c$ , 전체 채널 요소 개수  $M$ 의 경우,  $c \lceil \log_2(M!) \rceil$ 의 피드백 오버헤드가 요구된다.

[0170] 한편, 확률 분포 근사에 있어서, 확률 분포 종류 정보가 선택적으로 피드백되고, 확률 분포 표현 파라미터는 필수적으로 피드백될 수 있다. 예를 들어, 확률 분포 종류 정보의 기본 값으로 모든 그룹이 동일하게 표준 정규(normal) 분포를 사용하는 방식이 설정되고, 다른 경우에만 확률 분포 종류 정보가 피드백될 수 있다. 확률 분포 종류 정보의 피드백 오버헤드는 정의하는 그룹화 방식, 확률 분포 종류 개수 및 그룹 별 확률 분포 근사 방식에 따라 결정된다. 확률 분포 종류 정보가 기본 값으로 설정되고, 표 4의 그룹 별 동일한 확률 분포 종류 사용의 방식 1(즉, 그룹 별 개별적인 확률 분포 표현 파라미터 생성)이 사용되는 경우, 확률 분포 표현 파라미터는 모든 그룹이 동일하게 사용된 표준 정규(normal) 분포의 평균 및 표준 편차이다. 확률 분포 표현 파라미터의 피드백 오버헤드는 정의하는 그룹화 방식, 확률 분포 종류 개수, 그룹 별 확률 분포 근사 방식 및 확률 분포 표현 파라미터의 개수에 따라 결정된다. 또한, 확률 분포 표현 파라미터들은 각 그룹 별로 스칼라 양자화(quantization) 후 피드백될 수 있다. 확률 분포 표현 파라미터 별로 동일한 비트 수가 할당되는 경우 피드백 오버헤드는  $cGKn$ 이며, 여기서  $c$ 는 분리 채널 성분 개수,  $G$ 는 그룹 개수,  $K$ 는 확률 분포 표현 파라미터 당 피드백 비트 수,  $n$ 은 확률 분포 표현 파라미터의 개수이다. 확률 분포 표현 파라미터 별로 상이한 비트 수가 할당되는 경우, 피드백 오버헤드는  $cG(K_1 + \dots + K_n)$ 이며, 여기서  $c$ 는 분리 채널 성분 개수,  $G$ 는 그룹 개수,  $K_k$ 는  $k$ 번째 확률 분포 표현 파라미터의 피드백 비트 수,  $n$ 은 확률 분포 표현 파라미터의 개수이다.

표 6

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <p>(기본 값 설정 사용시 )<br/>피드백 오버헤드</p> | <p>(1) 그룹화 → 크기 순서 정렬 → 확률 분포 근사<br/>(1-1) 확률 분포 표현 파라미터 별 동일한 bit 수 할당<br/><math display="block">cGKn + cG \lceil \log_2(M_g!) \rceil</math><br/>(1-2) 확률 분포 표현 파라미터 별 상이한 bit 수 할당<br/><math display="block">cG(K_1 + \dots + K_n) + cG \lceil \log_2(M_g!) \rceil</math><br/>(2) 크기 순서 정렬 → 그룹화 → 확률 분포 근사<br/>(2-1) 확률 분포 표현 파라미터 별 동일한 bit 수 할당<br/><math display="block">cGKn + c \lceil \log_2(M!) \rceil</math><br/>(2-2) 확률 분포 표현 파라미터 별 상이한 bit 수 할당<br/><math display="block">cG(K_1 + \dots + K_n) + c \lceil \log_2(M!) \rceil</math></p> |
|------------------------------------|--|



[0173] 필수적 오버헤드는 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사의 순으로 피드백 정보가 생성되는 경우, 확률 분포 표현 파라미터 별로 동일한 비트 수가 할당되는 조건 하에서의 피드백 오버헤드는 수학식 25와 같다.

수학식 25

$$cGKn + cG \left\lceil \log_2 (M_g!) \right\rceil$$

[0174]

[0176] 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사의 순으로 피드백 정보가 생성되는 경우, 확률 분포 표현 파라미터 별로 상이한 비트 수가 할당되는 조건 하에서의 피드백 오버헤드는 수학식 26과 같다.

수학식 26

$$cG(K_1 + \dots + K_n) + cG \left\lceil \log_2 (M_g!) \right\rceil$$

[0177]

[0179] 크기 순서 정렬, 그룹화, 확률 분포 근사의 순으로 피드백 정보가 생성되는 경우, 확률 분포 표현 파라미터 별로 동일한 비트 수가 할당되는 조건 하에서의 피드백 오버헤드는 수학식 27과 같다.

수학식 27

$$cGKn + c \left\lceil \log_2 (M!) \right\rceil$$

[0180]

[0182] 크기 순서 정렬, 그룹화, 확률 분포 근사의 순으로 피드백 정보가 생성되는 경우, 확률 분포 표현 파라미터 별로 상이한 비트 수가 할당되는 조건 하에서의 피드백 오버헤드는 수학식 28과 같다.

수학식 28

$$cG(K_1 + \dots + K_n) + c \left\lceil \log_2 (M!) \right\rceil$$

[0183]

[0185] 본 실시 예에서 생성되는 피드백 정보는 도 1의 피드백 정보 생성부(223)에서 자체적으로 계산하여 생성하거나, 도 1의 저장부(230)에 저장된 값을 불러와서(retrieve) 사용할 수 있다. 본 실시 예에서 설정되는 피드백 정보는 도 1의 피드백 정보 설정부(121, 221)에서 변경될 수 있고, 그 동작이 기지국(100) 또는 단말(200)에서 주기적 또는 비주기적으로 일어날 수 있다. 이하에서는 피드백 정보 설정 방식과 피드백 동작 방식에 대하여 자세히 설명한다.

[0187] 2.5 피드백 정보 이용 채널 재조합(S240)

[0188] 단말(200)은 피드백 정보 생성 과정을 거치면서 생성된 피드백 정보들을 기지국(100)으로 전송한다. 기지국(100)은 단말(100)로부터 수신된 피드백 정보들을 이용한 채널 재조합 과정 및 채널 성분 결합 과정을 수행하여 기지국(100)과 단말(200) 간 채널을 복원한다. 피드백 정보의 조합은 피드백 정보 생성 순서의 각 동작에 대하여 역순으로 수행된다. 즉, 피드백 정보의 조합은 ) 확률 분포 근사 해제, 정렬 순서 복원, 그룹화 해제 순으로 수행되거나, 또는 ) 확률 분포 근사 해제, 그룹화 해제, 정렬 순서 복원 순으로 수행된다. 피드백 정보 생성에 대해 서술한 방식처럼, 이하에서는 확률 분포 근사 해제, 정렬 순서 복원, 그룹화 해제의 상세에 대해, 우선 피드백 정보 조합 순서와 관계없이 각 과정에 대한 기본적인 개념을 설명하고, 이후 상기의 2가지 피드백 정보



조합 순서가 적용되는 경우 고려해야 할 사항들을 설명한다.

[0190] 2.5-1. 확률 분포 근사 해제

[0191] 확률 분포 근사 해제 과정에서는 기지국(100)은 단말(200)로부터 피드백된 확률 분포 표현 파라미터들을 이용하여 근사 채널을 생성한다. 표 7은 확률 분포 근사 해제 방식들에 대해 정리한 것이다.

표 7

| 번호 | 확률 분포 근사 해제 방식 | 해당 방식 설명  |
|----|----------------|---|
| 1  | 랜덤 변수 생성 방식    | 사용하는 확률 분포 종류와 단말로부터 피드백된 확률 분포 표현 파라미터를 이용하여 랜덤 변수를 발생시켜서 각 그룹 별로 그룹 내 채널 요소의 개수만큼 랜덤 값을 생성한다. |
| 2  | 누적 밀도 함수 이용 방식 | 사용하는 확률 분포 종류와 단말로부터 피드백된 확률 분포 표현 파라미터를 이용하여 해당 확률 분포를 갖는 누적 밀도 함수 생성 후 그 역함수를 생성한다.           |
| 3  | 확률 밀도 함수 이용 방식 | 사용하는 확률 분포 종류와 단말로부터 피드백된 확률 분포 표현 파라미터를 이용하여 해당 확률 분포를 갖는 확률 밀도 함수 생성 후 그 역함수를 생성한다.           |

[0194] 표 7을 참조하면, 랜덤 변수 생성 방식에서 기지국은 사용하는 확률 분포 종류 및 단말로부터 피드백된 확률 분포 표현 파라미터를 이용하여 랜덤 변수를 발생시키고, 각 그룹 별로 그룹 내 채널 요소의 개수만큼 랜덤 값들을 생성한다. 그 후, 발생된 랜덤 값들을 크기 순서대로 정렬하여 근사 채널을 생성한다.

[0195] 누적 밀도 함수 이용 방식에서 기지국은 사용하는 확률 분포 종류 및 단말로부터 피드백된 확률 분포 표현 파라미터를 이용하여 해당 확률 분포를 갖는 누적 밀도 함수를 생성한 후, 생성된 함수의 역함수를 생성한다.

[0196] 도 3은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 표준 정규(normal) 분포가 사용되는 경우, 누적 밀도 함수 이용 방식을 이용하여 근사 채널을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 누적 밀도 함수는 x축이 도수, y축이 0부터 1 사이의 값을 갖는 누적 확률 값을 나타내는 함수이므로, 누적 밀도 함수의 역함수는 x축이 누적 확률 값을, y축이 도수 값을 나타내는 함수가 된다. 0부터 1까지의 누적 확률 값을 각 그룹 내 채널 요소의 개수만큼 균등하게 나눠서 누적 밀도 함수의 역함수에 입력하면 해당 도수 값을 얻을 수 있으며, 이러한 도수 값들을 근사 채널 값으로 이용한다.

[0197] 도 4는 표준 정규(normal) 분포가 사용되는 경우, 8개의 채널 요소를 갖는 확률 밀도 함수 이용 방식을 이용하여 근사 채널을 생성하는 과정을 나타낸 것이다. 확률 밀도 함수는 x축이 도수, y축이 0부터 해당 확률 밀도 함수가 가지는 최대 확률 값 사이에서 확률 값을 갖는 확률 값을 나타내는 함수이므로, 확률 밀도 함수의 역함수는 x축이 확률 값, y축이 도수 값을 나타내는 함수가 된다. 확률 밀도 함수가 일대일 대응 함수인 경우, 누적 밀도 함수 이용 방식과 동일한 방식으로 동작할 수 있다. 그러나 확률 밀도 함수가 일대일 대응 함수가 아닌 경우, 확률 밀도 함수의 역함수는 1개의 입력 값에 대해 2개의 출력 값을 가질 수 있다.

[0198] 따라서, 0부터 해당 확률 밀도 함수가 가지는 최대 확률 값 사이를 각 그룹 내 채널 요소 개수의 절반만큼 균등하게 나눠서 확률 밀도 함수의 역함수에 입력하면 해당 도수 값 2개를 얻을 수 있으며, 이러한 도수 값들을 근사 채널 값으로 이용한다.

[0199] 한편, 표 7에 기재된 방식 1 내지 3 이외에도 피드백된 확률 분포 표현 파라미터를 이용하여 근사 채널을 생성하는 임의의 확률 분포 근사 해제 방식이 적용될 수 있다.

[0201] 2.5-2. 정렬 순서 복원

[0202] 기지국(100)은 정렬 순서 복원 과정에서, 선택적 피드백 외의 피드백 정보에 포함되어 있는 원 정렬 순서를 이용하여 크기 순서대로 정렬되어 있는 근사 채널의 원 정렬 순서를 복원한다. 상술한 수학식 17의 예시를 이용하여 하기의 수학식 29와 같이 정렬 순서 복원 과정이 수행될 수 있다.

수학식 29

$$\bar{\mathbf{h}}_r = \begin{bmatrix} -2.1351 \\ -1.3464 \\ -0.5642 \\ -0.2752 \\ -0.0636 \\ 0.0085 \\ 0.0858 \\ 0.6865 \end{bmatrix}, \mathbf{s}_r = \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \\ 3 \\ 2 \\ 8 \\ 4 \\ 6 \\ 1 \end{bmatrix} \rightarrow \hat{\mathbf{h}}_r = \begin{bmatrix} \bar{\mathbf{h}}_r(5) \\ \bar{\mathbf{h}}_r(7) \\ \bar{\mathbf{h}}_r(3) \\ \bar{\mathbf{h}}_r(2) \\ \bar{\mathbf{h}}_r(8) \\ \bar{\mathbf{h}}_r(4) \\ \bar{\mathbf{h}}_r(6) \\ \bar{\mathbf{h}}_r(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.0636 \\ 0.0858 \\ -0.5642 \\ -1.3464 \\ 0.6865 \\ -0.2752 \\ 0.0085 \\ -2.1351 \end{bmatrix} = \mathbf{h}_r$$

[0203]

[0205] 수학식 29는 수학식 17의 예를 이용하여 정렬 순서 복원 과정을 설명하기 때문에, 정렬 순서 복원 과정을 통해 수학식 17의  $\mathbf{h}_r$ 이 온전히 복원되는 것을 확인할 수 있다. 그러나 실제 구현에서는 확률 분포 근사 해제 과정을 거쳐서 도출되는 근사 채널에 대해 정렬 순서 복원 과정이 수행된다.

[0206] 한편, 확률 분포 근사 해제, 정렬 순서 복원, 그룹화 해제 순으로 피드백 정보 재조합 과정이 수행되는 경우에는 전체 근사 채널에 대해 정렬 순서 복원 과정이 수행되지만, 확률 분포 근사 해제, 그룹화 해제, 정렬 순서 복원 순으로 피드백 정보 재조합 과정이 수행되는 경우에는 각 그룹 별로 정렬 순서 복원 과정이 수행된다.

[0208] 2.5-3. 그룹화 해제

[0209] 그룹화 해제 과정의 방식은 상기의 표 2의 그룹화 방식에 따라 결정되며, 단말에서 사용된 그룹화 방식의 역과정으로 수행된다. 그룹화 해제의 기본(default) 값은 그룹화 과정의 기본(default) 값과 대응되도록 설정된다. 기본(default) 값이 아닌 그룹화 과정이 적용된 경우, 기지국은 단말로부터 피드백된 그룹화 방식 정보를 이용하여 단말에서 사용된 그룹화 방식을 확인한 후, 확인된 그룹화 방식에 대응하는 그룹화 해제 과정을 역과정으로 수행한다.

[0210] 한편, 상술한 바와 같이, 본 개시의 실시 예에 있어서 그룹화 과정은 필수적인 것은 아니다. 따라서, 단말에서 그룹화 과정이 수행되지 않았다면, 기지국에서도 그룹화 해제 과정이 수행되지 않는다.

[0212] 2.6 채널 성분 결합(S240)

[0213] 피드백 정보 조합 과정을 모두 수행하면, 기지국(100)은 채널 성분 별로 분리된 채널 벡터들을 출력 값으로 얻을 수 있다. 기지국(100)은 상기 표 1에서의 분리 성분의 수학식 표현을 이용하여, 단말(200)에서 분리되었던 채널 성분들을 재조합한다. 분리 성분의 종류에 따라 채널 성분 조합 방식은 달라질 수 있다.

[0214] 채널 성분 결합 과정을 마치면, 기지국(100)은 단말(200)이 피드백한 기지국(100)과 단말(200) 간 채널을 최종적으로 도출할 수 있다.

[0216] 이하에서는 도 5 내지 도 12를 참조하여 피드백 정보 설정 방법에 대하여 자세히 설명한다.

[0217] 3. 피드백 정보 설정 사항

[0218] 3.1 각 단계 별 동작에 따른 피드백 정보 설정 사항

[0219] 표 8은 단말(200)에서 수행되는 채널 성분 분리, 피드백 정보 생성 및 기지국(100)에서 수행되는 피드백 정보 이용 채널 재조합, 채널 성분 결합 단계에 대하여 각각의 단계 별로 동작에서 필요한 피드백 정보 설정 사항들을 나타낸다.

표 8

|                                       | 피드백 정보 설정 사항   |
|---------------------------------------|--|
| 2.2. 채널 성분 분리<br>2.6. 채널 성분 결합        | - 피드백 채널 종류 정보: 채널 행렬, 채널 상관 행렬, 채널 상관 행렬의 고유벡터, 포트 가상화(port virtualization)<br>- 분리 채널 성분 종류 정보: 실수/허수, 크기/위상, 실수/위상  |
| 2.3-1. 그룹화<br>2.5-3. 그룹화 해제           | - 그룹화 방식 정보: 균등 개수 방식, 불균등 개수 방식   |
| 2.3-2. 크기 순서 정렬<br>2.5-2. 정렬 순서 복원    | - 원 정렬 순서 정보   |
| 2.3-3. 확률 분포 근사<br>2.5-1. 확률 분포 근사 해제 | - 확률 분포 종류 정보: 유니폼(Uniform), 정규(Normal), 레일리(Rayleigh) 분포<br>- 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보: Uniform 분포: 최소 / 최대값, 최대 / 차이의 평균값, 최소 / 차이의 평균값<br>- 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위: 채널 요소 개수 별 상이한 scalar quantization 범위, 채널 요소 개수 별 동일한 scalar quantization 범위 |
| 기타                                    | - 피드백 정보 생성 순서<br>- 피드백 정보 조합 순서   |

[0222] 표 8을 참조하면, 2.2 채널 성분 분리 및 2.6 채널 성분 결합 동작에서는 피드백 채널 종류 정보와 분리 채널 성분 종류 정보에 대한 피드백 정보 설정이 필요하다. 피드백 채널 종류 정보에는 채널 행렬, 채널 상관 행렬, 채널 상관 행렬의 고유벡터, port virtualization 시 간소화된 채널에 대한 정의가 포함될 수 있다. 또한, 분리 채널 성분의 종류 정보에는 채널의 실수/허수 성분, 크기/위상 성분, 실수/위상 성분, 이외 크기 순서대로 정렬이 가능한 채널 성분에 대한 정의가 포함될 수 있다.

[0223] 2.3-1 그룹화 및 2.5-3 그룹화 해제 동작에서는 그룹화 방식 정보에 대한 피드백 정보 설정이 필요하다. 그룹화 정보에는 균등 개수 방식과 불균등 개수 방식이 포함될 수 있으며, 각 방식의 구체적인 동작 및 설정 사항은 상기 표 2를 참조하여 설명하였으므로 생략한다.

[0224] 2.3-2 크기 순서 정렬 및 2.5-2 정렬 순서 복원 동작에서는 원 정렬 순서 정보에 대한 피드백 정보 설정이 필요하다. 원 정렬 순서 정보는 그룹화 방식 정보에 따라 연관되므로 피드백 정보 설정 시 그룹화 방식 정보와 함께 설정되어야 한다.

[0225] 2.3-3 확률 분포 근사 및 2.5-1 확률 분포 근사 해제 동작에서는 확률 분포 종류 정보, 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보 및 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 정보에 대한 피드백 정보 설정이 필요하다. 정렬된 채널 요소들을 근사시킬 확률 분포의 종류는 uniform 분포, normal 분포, Rayleigh 분포가 포함될 수 있고, 해당 확률 분포를 나타낼 수 있는 확률 분포 표현 파라미터의 종류는 확률 분포의 종류 별로 다를 수 있으며 일례로 uniform 분포의 경우 최소값과 차이의 평균값, 최대값과 차이의 평균값, 최소값과 최대값 파라미터 쌍이 포함될 수 있다.

[0226] 상기의 각 단계 별 동작에 대한 피드백 정보 설정 사항 이외에 필요한 피드백 정보 설정 사항으로는 피드백 정보 생성 및 조합 순서이다. 피드백 정보 생성 및 조합 순서는 채널 성분 분리, 그룹화, 확률 분포 근사 과정에 대한 순서 및 그 역과정에 대한 순서를 의미하고, 기지국(100)과 단말(200)에서 피드백 정보 생성 및 조합 순서를 동일하게 사용해야 기지국(200)과 단말(100) 간 피드백 정보를 통해 본 발명에서 고려하는 명시적 CSI 피드백 방식을 활용할 수 있다.

[0228] 3.2 피드백 정보 설정 사항들 사이의 관계

[0229] 표 8에 기재된 피드백 정보 설정 사항들은 특정 사항이 결정되는 경우 다른 사항들에 영향을 미칠 수 있다. 표 9는 각 피드백 정보 설정 사항들 사이의 관계를 나타낸다.

표 9

|  | 피드백 채널 종류 | 분리 채널 성분 종류 | 그룹화 방식 | 크기 순서 정렬 방식 | 확률 분포 근사 방식 | 피드백 정보 생성 및 조합 순서 |
|--|-----------|-------------|--------|-------------|-------------|-------------------|
|--|-----------|-------------|--------|-------------|-------------|-------------------|

|                         |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 피드백 채널<br>종류            | - | - | 0 | - | 0 | - |
| 분리 채널<br>성분 종류          | - | - | - | - | 0 | - |
| 그룹화 방식                  | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 |
| 크기 순서 정<br>렬 방식         | - | - | 0 | - | - | 0 |
| 확률 분포<br>근사 방식          | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 |
| 피드백 정보<br>생성 및 조합<br>순서 | - | - | 0 | 0 | 0 | - |

- [0232] 본 개시의 실시 예에 따른, 채널 복원 정확도가 높을수록 피드백 오버헤드가 증가하므로, 기지국(100) 또는 단말(200)은 채널 복원 정확도와 피드백 오버헤드를 고려하여 피드백 정보 설정 사항들을 판단한다. 따라서, 채널 복원 정확도와 피드백 오버헤드에 영향을 미치는 피드백 정보 설정 사항들 사이에 연관성이 존재할 수 있다.
- [0233] 도 7을 참조하면, 피드백 채널 종류 설정은 피드백 정보 설정 사항들 중 그룹화 방식 설정과 확률 분포 근사 방식 설정과 연관성이 존재할 수 있다. 구체적으로, 채널 행렬, 채널 상관 행렬, 채널 상관 행렬의 고유벡터, port virtualization 시 간소화된 채널 중 어떤 것이 피드백 채널로 결정되는가에 따라 채널 요소의 개수가 결정된다. 채널 요소 개수는 피드백 오버헤드에 영향을 미치고, 그룹화 방식은 피드백 오버헤드에 영향을 미치므로 피드백 채널 종류 설정에 따라 그룹화 방식 설정이 달라질 수 있다. 또한, 피드백 채널 종류에 따라 해당 피드백 채널을 근사하는 경우, 채널 복원 정확도를 높일 수 있는 확률 분포 근사 방식이 달라질 수 있다. 즉, 피드백 채널 종류 별로 같은 확률 분포 근사 방식을 사용하는 경우 특정 피드백 채널에서는 채널 복원 정확도가 높을 수 있는 반면, 어떤 피드백 채널에서는 낮은 채널 복원 정확도를 달성하는 경우가 존재할 수 있다.
- [0234] 분리 채널 성분 종류 설정은 확률 분포 근사 방식 설정과 연관성이 존재할 수 있다. 구체적으로, 채널을 크기/위상 성분으로 분리하는 경우와 실수/허수 성분으로 분리하는 경우에 대해 동일한 확률 분포 근사 방식을 적용하는 경우, 두 상황의 채널 복원 정확도가 다를 수 있다. 어떤 채널 성분으로 분리하는가에 따라 채널 복원 정확도를 높일 수 있는 확률 분포 근사 방식이 존재할 수 있다.
- [0235] 그룹화 방식 설정은 피드백 채널 종류 설정, 크기 순서 정렬 방식 설정, 확률 분포 근사 방식 설정, 피드백 정보 생성 및 조합 순서 설정과 연관성이 존재할 수 있다. 구체적으로, 피드백 채널 종류 설정에 따라 피드백 오버헤드에 영향을 미치는 채널 요소의 개수가 조절되므로, 피드백 오버헤드에 영향을 미치는 그룹화 방식 설정을 판단할 수 있다. 그룹화 방식에 따라 각 그룹 별로 크기 순서 정렬을 수행해야 하므로, 크기 순서 정렬 방식 정보 설정이 그룹화 방식 설정에 영향을 받게 된다. 또한, 그룹화 방식 설정에 의해 어떤 그룹화 과정을 사용하는지에 따라서 확률 분포 근사 방식의 채널 복원 정확도가 결정될 수 있다. 그룹화를 사용하지 않는 경우와 특정 그룹화를 사용하는 경우, 어떤 확률 분포 근사 방식을 사용하는가에 따라 채널 복원 정확도가 달라질 수 있다. 예를 들어, 그룹화를 사용하지 않는 방식보다 특정 그룹화를 사용하는 경우 각 그룹 별로 채널 복원 정확도를 최대화하는 확률 분포 근사 방식이 상이하게 존재하는 경우가 발생할 수 있다. 또한 그룹화를 사용하고 각 그룹 별로 동일한 확률 분포 근사 방식을 적용하는 것보다, 그룹화를 사용하지 않고 전체 채널 요소에 대해 확률 분포 근사 방식을 적용하는 것이 더 높은 채널 복원 정확도를 가질 수 있다. 마지막으로 피드백 정보 생성 및 조합 순서에 따라 그룹화 과정 및 확률 분포 근사 과정의 순서가 조정되기 때문에 그룹화 방식 설정과 연관성이 존재할 수 있다.
- [0236] 크기 순서 정렬 방식 설정은 그룹화 방식 설정과 피드백 정보 생성 및 조합 순서 설정과 연관성이 존재할 수 있다. 구체적으로, 그룹화 방식에 따라 크기 순서 정렬 방식 정보가 영향을 받게 된다. 또한 상기와 같이 피드백 정보 생성 및 조합 순서에 따라 그룹화 과정 및 확률 분포 근사 과정 순서가 뒤바뀔 수 있으므로, 순서 조정에 따라 크기 순서 정렬 방식 및 원 정렬 순서 정보가 영향을 받게 된다.
- [0237] 확률 분포 근사 방식 설정은 피드백 채널 종류 설정, 분리 채널 성분 종류 설정, 그룹화 방식 설정, 피드백 정보 생성 및 복원 순서 설정과 연관성이 존재할 수 있다. 구체적으로, 각 피드백 정보 설정 사항들에 따라서 확률 분포 근사를 수행할 확률 분포의 종류, 해당 종류에 대해 확률 분포를 표현할 수 있는 파라미터들, 각 확률 분포 표현 파라미터를 피드백하는 경우 사용되는 scalar quantization의 범위 설정 등이 각 사항들과 관계를 가질 수 있다.

[0238] 피드백 정보 생성 및 조합 순서 설정은 그룹화 방식 설정, 크기 순서 정렬 방식 설정, 확률 분포 근사 방식 설정과 연관성이 존재할 수 있다. 확률 분포 근사 방식이 채널 복원 정확도를 증가시키는 가장 큰 요인이기 때문에, 확률 분포 근사 방식 설정은 연관성이 존재하는 피드백 정보 설정 사항이 다수 존재할 수 있다. 또한, 그룹화 방식이 피드백 오버헤드를 증감시키는 가장 큰 요인이기 때문에, 그룹화 방식 설정은 연관성이 존재하는 피드백 정보 설정 사항이 다수 존재할 수 있다.

[0240] 4. 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식

[0241] 이하에서는, 표 8에 기재된 피드백 정보 설정 사항들을 참조하여, 본 개시의 실시 예에 따른 명시적 CSI 피드백 기법에 대한 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식에 대해 구체적으로 설명한다. 예를 들어, 단말의 초기 접속 시 동작하는 피드백 정보 설정, 각 피드백 설정 사항 간 존재하는 연관성 및 각 피드백 설정 사항 별 가능한 피드백 정보 설정에 대하여 설명한다.

[0242] 본 개시의 실시 예에서 설명하는 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식은 주기적/비주기적 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식, WB(wideband) / SB(subband) 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식, 기지국(100)/단말(200)의 판단에 의한 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식이 존재하며, 세 가지 중 두 가지 이상의 혼합 방식도 가능하다. 또한, 본 개시의 실시 예에서, 명시적 CSI 피드백의 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식은 LTE의 암시적 CSI 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식과 연관성이 존재할 수 있다.

[0244] 4.1 초기 접속 시 피드백 정보 설정의 기본(default) 값 및 피드백 동작 방식

[0245] 표 10은 본 개시의 실시 예에 따른, 단말(200)이 기지국(100)에 초기 접속 시, 명시적 CSI 피드백을 수행하기 위해 이용하는 피드백 정보 설정의 기본(default) 값을 나타낸다. 표 10의 피드백 정보 설정의 기본 값은 본 발명의 일 실시 예이며, 다른 피드백 정보 설정의 기본 값이 이용될 수도 있다.

표 10

| 피드백 정보 설정 사항                           | 피드백 정보 설정 기본 값(WB 설정)                          |
|--|--|
| 피드백 채널 종류                              | 채널 행렬  |
| 분리 채널 성분 종류                            | 실수/허수 성분                                       |
| 그룹화 방식                                 | -  |
| 원 정렬 순서                                | -  |
| 확률 분포 종류                               | 실수/허수 성분: normal 분포                            |
| 확률 분포 표현 파라미터 종류                       | Normal 분포: 평균, 표준편차 값                          |
| 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위 | Normal 분포 평균값: -1 ~ 1<br>Normal 분포 표준편차: 0 ~ 2 |
| 피드백 정보 생성 및 조합 순서                      | 피드백 정보 생성 및 조합 순서: 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사 순   |

[0248] 표 10을 참조하면, 본 개시의 일 실시 예에 따른, 기지국(100) 또는 단말(200)은 피드백 채널 종류의 기본 값으로 채널 행렬을 이용하고, 분리 채널 성분 종류의 기본 값으로 실수/허수 성분을 이용한다. 기지국(100) 또는 단말(200)은 그룹화 방식과 원 정렬 순서의 기본 값을 이용하지 않는다. 기지국(100) 또는 단말(200)은 확률 분포 종류의 기본 값으로 실수/허수 성분에 모두 normal 분포를 이용하고, 확률 분포 표현 파라미터 종류의 기본 값으로 normal 분포에 대해 평균과 표준편차를 이용한다. 기지국(100) 또는 단말(200)은 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위의 기본 값으로 normal 분포의 평균은 -1 ~ 1, normal 분포의 표준편차는 0 ~ 2로 설정한다. 기지국(100) 또는 단말(200)은 피드백 정보 생성 및 조합 순서의 기본 값으로 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사 순으로 설정한다. 앞서 설명한 바와 같이, 피드백 정보 생성 및 조합 순서는 그룹화 과정의 순서에 따라 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사 순과 크기 순서 정렬, 그룹화, 확률 분포 근사 순으로 구분된다. 그러나, 피드백 정보 설정의 기본 값에서는 그룹화 단계가 없으므로 순서에 따른 차이가 없다. 피드백 정보 설정의 모든 기본 값은 기본적으로 WB로 동작하도록 설정된다. 즉, 전 대역에 걸쳐 피드백 정보 설정의 기본 값이 동일하게 사용되고, 이후 추가적인 피드백 정보 설정 시 각 피드백 정보 설정 사항들에 대해 WB 또는 SB로 동작하도록 변경될 수 있다.

[0249] 본 개시의 실시 예에 따른, 피드백 정보 설정의 모든 기본 값은 WB로 동작하도록 설정되었지만, 기본 피드백 동작에서 원 정렬 순서 정보는 WB로 동작하고, 확률 분포 표현 파라미터 정보는 SB로 피드백하도록 설정될 수 있다.



다. 즉, 원 정렬 순서 정보는 WB를 구성하는 각각의 SB 별로 원 정렬 순서 정보를 평균하여 WB 피드백 정보를 생성하여 피드백하고, 확률 분포 표현 파라미터는 WB로 설정된 확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류, 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위에 따라 각각의 SB 별로 피드백 값을 결정하여 피드백한다.

- [0250] 도 5는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 초기 접속 시 default 피드백 정보 설정 및 피드백 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0251] 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이, 기지국(100)과 단말(200)은 초기 접속 과정을 통해 초기 접속한다(S510). 초기 접속 후, 기지국(100)과 단말(200)은 피드백 정보 설정의 기본 값을 이용하여 명시적 CSI 피드백을 최초로 수행한다(S515).
- [0252] 그리고, 기지국(100)은 단말(200)로 기준 신호를 전송한다(S520).
- [0253] 그리고, 단말(200)은 기지국(100)과 단말(200) 간 채널을 추정하고(S525), 채널 성분을 분리(S530)하여 피드백 정보를 생성한다(S535).
- [0254] 그리고, 단말(200)은 기지국(100)으로 명시적 CSI 피드백을 송신한다(S540). 구체적으로, 피드백 정보 중 원 정렬 순서 정보는 WB로, 확률 분포 표현 파라미터는 SB로 피드백 값을 결정하여 전송한다.
- [0255] 그리고, 기지국(100)은 단말(200)로부터 수신된 피드백 정보를 이용하여 채널을 재조합(S545)하고, 채널 성분을 결합(S550)하여 최종적으로 기지국(100)과 단말(200)간의 CSI 정보를 획득한다.
- [0256] 기지국(100) 또는 단말(200)은 초기 접속 이후, 피드백 정보 설정을 통해 표 9에 기재된 피드백 정보 설정의 기본 값을 변경할 수 있다. 이하에서는, 각 피드백 정보 설정 사항에 대한 기본적인 피드백 정보 설정 방식을 설명하고, 기지국(100)과 단말(200)의 피드백 동작 방식을 상세하게 설명한다.
- [0258] 4.1-1. 피드백 채널 종류 정보
- [0259] 본 개시의 실시 예에 따른, 명시적 CSI 피드백 방식에서 사용되는 피드백 채널 종류는 채널 행렬, 채널 상관 행렬, 채널 상관 행렬의 고유벡터, port virtualization에 따른 간소화된 채널 등이 있다. 피드백 채널 종류는 기지국에서의 프리코딩 방식, 확률 분포 근사를 통한 채널 복원 정확도, 피드백 오버헤드 등 다양한 조건에 의해 결정될 수 있다. 또한, 피드백 채널 종류 정보는 그룹화 방식 및 확률 분포 근사 방식과 관련이 있고, 그룹화 방식 및 확률 분포 근사 방식에서 필요한 피드백 정보 설정과 연계하여 피드백 채널 종류 정보가 결정될 수도 있다. 기지국(100) 또는 단말(200)은 기지국(100) 및 단말(200)이 공통으로 정의한 모든 피드백 채널 종류들을 표현할 수 있는 비트 수를 사용하여 피드백 채널 종류 정보에 대한 피드백 정보 설정을 수행한다.
- [0261] 4.1-2. 분리 채널 성분 종류 정보
- [0262] 본 발명의 실시 예에 따른, 명시적 CSI 피드백 방식에서 사용되는 분리 채널 성분 종류는 복소수인 채널 요소를 표현하고, 크기 순서대로 정렬 가능한 성분으로 구성된다. 대표적인 분리 채널 성분 종류로는 크기/위상 성분, 실수/허수 성분, 실수/위상 성분이다. 분리 채널 성분 종류는 확률 분포 근사를 통한 채널 복원 정확도, 피드백 오버헤드 등 다양한 조건에 의해 결정될 수 있다. 분리 채널 성분 종류는 확률 분포 근사 방식과 연관성이 있으므로 확률 분포 근사 방식에서 필요한 피드백 정보 설정과 연계하여 분리 채널 성분 종류가 결정될 수도 있다. 기지국(100) 또는 단말(200)은 기지국(100) 및 단말(200)이 공통으로 정의한 모든 피드백 채널 종류들을 표현할 수 있는 비트 수를 사용하여 피드백 채널 종류 정보에 대한 피드백 정보 설정을 수행한다.
- [0264] 4.1-3. 그룹화 방식 정보
- [0265] 본 발명의 실시 예에 따른, 명시적 CSI 피드백 방식에서는 다양한 그룹화 방식들이 사용될 수 있다. 피드백 정보 설정의 기본 값과 함께 그룹화 방식을 사용할 수도, 사용하지 않을 수도 있다. 그룹화 방식을 사용하는 경우, 상술한 표 2와 같이 다양한 균등 개수 방식 및 불균등 개수 방식들이 사용될 수 있다. 표 2에서는 균등 개수 방식 및 불균등 개수 방식 각각에 해당하는 세 가지 실시 예를 설명하였으나, 이외에도 다양한 균등 개수 방식 및 불균등 개수 방식이 가능함은 물론이다. 그룹화 방식에 대한 피드백 정보 설정은 그룹화 방식 사용 여부에 대한 1 비트 정보, 균등 개수 방식 혹은 불균등 개수 방식의 사용 여부에 대한 1 비트 정보, 모든 균등 개수 방식 및 불균등 개수 방식을 표현할 수 있는 비트 수를 사용하여 수행된다.
- [0266] 또한, 초기에 정의된 모든 균등 개수 방식 및 불균등 개수 방식 이외에, 기지국(100)과 단말(200)이 특정 그룹화 방식에 대해 새롭게 정의하여 사용하고자 한다면, 기지국(100)과 단말(200)은 균등 개수 방식 및 불균등 개

수 방식을 신규로 정의할 수 있다. 기지국(100)과 단말(200)이 균등 개수 방식 및 불균등 개수 방식의 신규로 정의하는 경우, 균등 개수 방식 또는 불균등 개수 방식을 모두 표현할 수 있도록 신규 정의 그룹화 방식에서 사용하는 그룹 개수와 각 그룹이 포함하는 성분의 인덱스를 표현할 수 있도록 피드백 정보를 생성하게 된다. 균등 개수 방식 및 불균등 개수 방식의 신규 정의 이후에는, 피드백 정보 설정 시 신규 정의된 방식들을 포함하여 모든 균등 개수 방식 및 불균등 개수 방식을 표현할 수 있는 비트 수를 사용해야 한다.

[0268] 4.1-4. 확률 분포 종류 정보

[0269] 본 개시의 실시 예에 따른, 명시적 CSI 피드백 방식에서 사용되는 확률 분포 종류 정보는 채널 복원 정확도와 피드백 오버헤드 등을 고려하여 결정될 수 있다. 이때, 채널 복원 정확도는 분리된 채널 성분을 특정 확률 분포에 근사시키는 경우에 복원된 채널의 정확도를 의미하고, 피드백 오버헤드는 확률 분포를 표현할 수 있는 파라미터의 개수에 따라 정해진다.

[0270] 기지국(100)과 단말(200)에 의해 그룹화 방식에 대한 피드백 정보 설정이 이루어지면, 각 그룹 별 확률 분포 종류를 같게 사용할 지, 다르게 사용할 지에 대한 피드백 정보 설정이 이루어질 수 있다. 확률 분포 종류 정보는 초기 접속 시 기지국 및 단말들이 정의하는 확률 분포 종류들 중 사용할 수도 있고, 채널 복원 정확도와 피드백 오버헤드 등을 고려하여 새로운 확률 분포 종류를 신규로 정의할 수도 있다. 확률 분포 종류에 대한 피드백 정보 설정은 기지국(100) 및 단말(200)이 공통적으로 정의한 모든 확률 분포 종류들을 표현할 수 있는 비트 수를 사용하여 수행된다. 확률 분포 종류를 신규로 정의한 이후에는 피드백 정보 설정 시 신규 정의된 확률 분포 종류를 포함하여 모든 확률 분포 종류를 표현할 수 있는 비트 수를 사용해야 한다.

[0272] 4.1-5. 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보

[0273] 본 개시의 실시 예에 따른, 명시적 CSI 피드백 방식에서 사용되는 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보는 확률 분포 종류에 따라 해당 확률 분포를 표현할 수 있는 파라미터에 대응하여 결정된다. 특정 확률 분포를 표현하기 위한 파라미터들이 유일한 경우와 유일하지 않은 경우가 있다.

[0274] 특정 확률 분포를 표현하기 위한 파라미터들이 유일하지 않은 경우의 일 예로, uniform 분포는 최소값/최대값, 최대값/차이의 평균값, 최소값/차이의 평균값, 이외에 uniform 분포를 표현할 수 있는 다양한 표현 파라미터들의 조합으로 표현될 수 있다. 따라서, uniform 분포와 같이 확률 분포를 표현하는 데 사용되는 파라미터들이 유일하지 않은 경우, 확률 분포 종류 정보에 대한 피드백 정보 설정 시 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보에 대한 피드백 정보 설정도 함께 이루어져야 한다.

[0275] 특정 확률 분포를 표현하기 위한 파라미터가 유일한 경우의 예로, normal 분포는 평균/표준편차 파라미터로 표현되고, Rayleigh 분포는 매개변수로 표현될 수 있다. 따라서, normal 분포와 Rayleigh 분포와 같이 확률 분포를 표현하는 데 사용되는 파라미터들이 유일한 경우, 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보를 위한 피드백 정보 설정이 필요하지 않다.

[0276] 표 9를 참조하면, 확률 분포 근사 방식은 분리 채널 성분 종류와 연관성이 존재한다. 확률 분포 근사 방식과 분리 채널 성분 종류의 연관성을 고려하면, 특정 분리 채널 성분 및 확률 분포 종류의 조합에 대해서는 특정 확률 분포 표현 파라미터에 대한 피드백을 수행하지 않도록 함으로써 피드백 오버헤드를 줄일 수 있다.

[0277] 분리 채널 성분 종류를 크기/위상 성분으로 결정하고, 위상 성분에 대해 uniform 분포를 사용하는 경우를 예로 들어 설명한다. 채널 요소의 개수를  $M$ 으로 가정하고, 확률 분포 근사 방식을 uniform 분포로 가정하고, 확률 분포 표현 파라미터 종류를 최대값/차이의 평균값으로 가정한다. 위상 성분은 0부터  $2\pi$  사이의 값이므로,  $M$ 이 커질수록 최대값은  $2\pi$ , 차이의 평균값은  $2\pi/(M-1)$ 로 수렴한다. 그리고, 분리 채널 성분 종류를 실수/허수 성분으로 가정하고, 실수/허수 성분 모두에 normal 분포를 사용하여 근사하는 것을 가정하는 경우, 확률 분포 표현 파라미터인 평균과 표준편차 중 평균 값은 채널 요소의 개수가 커질수록 0으로 수렴할 수 있다. 따라서, 매우 큰 채널 요소 개수를 가지는 채널을 명시적 CSI 피드백 방식을 사용하여 피드백하는 경우, 특정 분리 채널 성분 종류와 확률 분포 종류를 사용하는 가에 따라 확률 분포 표현 파라미터에 대한 피드백의 생략이 가능할 수 있다.

[0278] 피드백 정보 중 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보 설정은 특정 확률 분포를 표현하는 데 사용되는 파라미터들이 유일한 경우, 확률 분포 종류 정보에 따라 결정되며, 파라미터들이 유일하지 않은 경우, 모든 확률 분포 표현 파라미터 종류를 나타낼 수 있는 비트 수를 사용하여 이루어진다. 한편, 확률 분포 표현 파라미터의 종류가 여러 개인 경우, 각 확률 분포 표현 파라미터 별로 동일한 비트 수를 할당할 수도 있고 상이한 비트 수를 할당할 수도 있다. 한편, 명시적 CSI 피드백을 위해 사용되는 특정 분리 채널 성분 종류 및 확률 분포 종류에 따른

확률 분포 표현 파라미터에 대한 피드백 생략을 고려하여 피드백 정보 설정이 이루어질 수 있다.

[0280] 4.1-6. 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위

[0281] 본 개시의 실시 예에 따른, 명시적 CSI 피드백 방식에서 사용되는 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위는 각 확률 분포 표현 파라미터를 단말(200)에서 기지국(100)으로 피드백하기 위해 scalar quantization을 수행하는 범위를 의미한다. 각 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization의 범위는 초기 접속 시 피드백 정보 설정으로부터 업데이트될 수 있다. 특정 피드백 정보 설정을 통해 피드백 채널 종류, 분리 채널 성분 종류, 확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류가 결정되면, 단말(200)은 해당 피드백 정보 설정을 이용하여 피드백 채널을 근사하여 확률 분포 표현 파라미터의 실제값을 획득한다. 그리고, 단말(200)은 획득한 확률 분포 표현 파라미터의 실제값을 계속 누적시켜서 scalar quantization 범위를 생성한다. Scalar quantization 범위는 상기와 같이 피드백 채널 종류, 분리 채널 성분 종류, 확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류에 대해 각각 결정되어야 한다. 한편, scalar quantization 범위는 채널 요소 개수 별로 같은 범위이거나 다른 범위일 수 있다.

[0283] 4.1-7. 피드백 정보 생성 및 조합 순서

[0284] 본 개시의 실시 예에 따른, 명시적 CSI 피드백 방식에서 그룹화의 유무에 따라 피드백 정보 생성(그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사 순 또는 크기 순서 정렬, 그룹화, 확률 분포 근사 순) 및 조합 순서(확률 분포 근사 해제, 크기 순서 정렬 해제, 그룹화 해제 순 또는 확률 분포 근사 해제, 그룹화 해제, 크기 순서 정렬 해제 순) 값이 의미를 가진다. 피드백 정보 설정의 기본 값과 같이 그룹화 방식에 대한 피드백 정보 설정이 없다면, 피드백 정보 생성 및 조합 순서에 따른 동작의 차이가 없다. 따라서, 그룹화 방식의 피드백 정보 설정이 없다면 피드백 정보 생성 순서는 그룹화, 크기 순서 정렬, 확률 분포 근사 순으로 설정되고, 조합 순서는 확률 분포 근사 해제, 크기 순서 정렬 해제, 그룹화 해제 순으로 설정된다. 그룹화 방식에 대해 피드백 정보 설정이 된 이후에는 피드백 정보 생성 및 조합 순서를 결정하게 된다. 피드백 정보 생성 및 조합 순서에 대한 피드백 정보 설정은 1 비트로 가능하다.

[0286] 4.2 주기적/비주기적 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식

[0287] 본 개시의 실시 예에 따른, 기지국(100) 또는 단말(200)은 명시적 CSI 피드백에 대한 피드백 정보 설정 사항들을 주기적 또는 비주기적으로 설정할 수 있다. 표 11은 본 개시의 실시 예에 따른 주기적 피드백 정보 설정 사항들에 대한 주기의 상대적 대소 관계를 나타낸다. 이때, 상대적 피드백 주기 값이 클수록 피드백 정보 설정의 주기가 긴 것을 의미하고, 상대적 피드백 주기 값이 주기의 크기를 결정하지 않는다.

표 11

| 상대적<br>피드백 정보 설정 주기 | 피드백 정보 설정 사항  |
|---------------------|---|
| 1                   | 확률 분포 종류 정보<br>확률 분포 표현 파라미터 종류 정보                          |
| 2                   | 그룹화 방식 정보   |
| 3                   | 피드백 채널 종류 정보<br>분리 채널 성분 종류 정보                              |
| 4                   | 피드백 정보 생성 및 조합 순서<br>확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위 |

[0290] 표 11을 참조하면, 상술한 피드백 정보 설정 사항들 사이의 연관성(표 9)을 바탕으로, 다른 피드백 정보 설정 사항과의 연관성과 상대적 피드백 정보 설정 주기 값이 반비례 관계에 있음을 알 수 있다. 상대적 피드백 정보 설정 주기 값이 1인 확률 분포 종류 정보, 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보는 연관성이 존재하는 피드백 정보 설정 사항이 많은 정보이다. 따라서, 확률 분포 종류 정보, 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보는 주기적 피드백 정보 설정 시 채널의 변화에 따라 정보가 바뀌는 주기가 짧을 수 있다.

[0291] 주기적 피드백 정보 설정은 각 피드백 정보들 간 독립적 또는 종속적으로 동작할 수 있다. 피드백 정보들 간 독립적인 주기적 피드백 정보 설정은, 표 11에 기재된 바와 같이, 피드백 정보 설정 사항들 간 주기의 상대적 대소 관계만을 고려하고, 각 피드백 정보 설정 사항들의 주기 간 특정한 관계 없이 동작하는 것을 의미한다. 피드백 정보들 간 종속적인 주기적 피드백 정보 설정은 표 11에 기재된 피드백 정보 설정 사항들 간 주기의 상대적



대소 관계뿐만 아니라, 각 피드백 정보 설정 사항들의 주기 간 특정한 관계까지 고려하여 주기적 피드백 동작을 하는 것을 의미한다. 이때, 각 피드백 정보 설정 사항들의 주기 간 특정한 관계는 상술한 표 8에 기재된 피드백 정보 설정 사항들 간의 관계를 바탕으로 결정될 수 있다. 피드백 정보들 간 종속적인 주기적 피드백 정보 설정에서 각 사항들의 피드백 정보 설정 주기 간 관계는, 예를 들어, 각 피드백 정보 설정 주기 간 배수 관계인 경우, 특정 피드백 정보 설정 이후 일정 시간 이 경과하면 다른 사항에 대한 피드백이 수행되는 경우이다.

[0292] 도 6은 본 개시의 실시 예에 따른, 주기적 피드백 정보 설정을 설명하기 위한 도면이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 기지국(100)과 단말(200)은  $t_0$ 의 주기로 제1 피드백 정보 설정 사항을 송수신하고,  $t_1$ 의 주기로 제2 피드백 정보 설정 사항을 송수신한다. 주기  $t_0$ 와  $t_1$ 은 상대적 대소 관계만 존재하고 특정 관계는 존재하지 않으므로 독립적인 주기적 피드백 정보 설정이다. 이때, 제1 피드백 정보 설정 사항은 확률 분포 종류 정보와 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보 설정 사항일 수 있고, 제2 피드백 정보 설정 사항은 그룹화 방식 정보 설정 사항일 수 있다. 그리고,  $T_0$ 는 확률 분포 종류 정보, 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보에 대한 초기 피드백 정보 설정 시간을 의미하고,  $t_0$ 는 확률 분포 종류 정보, 확률 분포 표현 파라미터 종류 정보에 대한 피드백 정보 설정 주기를 의미한다. 그리고,  $T_1$ 은 그룹화 방식 정보에 대한 초기 피드백 정보 설정 시간을 의미하고,  $t_1$ 은 그룹화 방식 정보에 대한 피드백 정보 설정 주기를 의미한다.

[0293] 비주기적 피드백 정보 설정은 각 피드백 정보 설정 사항들의 주기 사이에 추가적으로 설정이 필요한 특정 사유로 발생할 수 있다. 예를 들어, 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위에 대한 피드백 정보 설정의 주기 내에서 급격한 scalar quantization 범위 값이 변동되는 경우, 기존에 사용되지 않았던 피드백 채널 종류, 분리 채널 성분 종류, 확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류의 조합으로 인해 확률 분포 표현 파라미터의 scalar quantization 범위 값을 기지국이 가지고 있지 않은 경우 등에 대해 비주기적 피드백 정보 설정이 이루어질 수 있다. 각 피드백 정보 설정 사항들 중 주기적 피드백 정보 설정 시 주기가 길수록 비주기적 피드백 정보 설정이 발생할 확률이 높다. 또한, 각 피드백 정보 설정 사항들에 대한 신규 정의는 비주기적 피드백 정보 설정만으로 수행될 수 있다.

[0294] 도 7은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 비주기적 피드백 정보 설정을 설명하기 위한 도면이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 급격한 scalar quantization 범위 값이 변동되는 경우, 단말(200)은 비주기적 피드백 정보를 설정하고, 확률 분포 표현 파라미터의 scalar quantization 범위 정보를 기지국(100)으로 전송한다. 그리고, 기지국(100)은 단말(200)로부터 수신된 해당 확률 분포 표현 파라미터의 scalar quantization 범위를 업데이트한다. 또는, 그룹화 방식을 신규 정의하는 경우, 단말(200)은 비주기적 피드백 정보를 설정하고, 그룹화 방식 신규 정의 정보를 기지국(100)으로 전송한다. 그리고, 기지국(100)은 단말(200)로부터 수신된 신규 정의된 그룹화 방식을 업데이트한다.

[0295] 본 개시의 실시 예에 따른, 기지국(100)과 단말(200)은 주기적 또는 비주기적으로 명시적 CSI 피드백 동작을 수행할 수 있다. 주기적 피드백 동작의 경우 원 정렬 순서 정보는 피드백 오버헤드 등을 고려했을 때 확률 분포 표현 파라미터보다 긴 주기를 가지게 된다. 원 정렬 순서 정보는 표 11에 기재된 상대적 피드백 정보 설정 주기가 2 이상인 피드백 정보 설정 사항들에 의해 영향을 받을 수 있다. 따라서, 원 정렬 순서 정보는 상대적 피드백 정보 설정 주기가 2 이상인 피드백 정보 설정 사항에 대한 피드백 정보 설정 시, 비주기적 피드백 동작을 통해 단말(200)에서 기지국(100)으로 송신될 수 있다. 이외에도 특정 사유로 인해, 현재의 피드백 정보 설정 방식에 따라 원 정렬 순서 정보 또는 확률 분포 표현 파라미터에 대한 비주기적인 피드백 동작이 수행될 수 있다.

[0297] 4.3 WB/SB 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식

[0298] 본 개시의 실시 예에 따른, 기지국(100)과 단말(200)은 명시적 CSI 피드백에 대한 피드백 정보 설정 사항들을 WB(wideband) 또는 SB(subband) 피드백 정보로 설정할 수 있다. 각 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식이 SB로 동작한다는 것은 각 SB 별로 개별적인 피드백 정보 설정과 피드백 동작을 수행한다는 것을 의미하며, WB로 동작한다는 것은 전체 대역에 대해 단 하나의 피드백 정보 설정과 피드백 동작을 수행한다는 것을 의미한다. 상술한 표 10에 기재된 초기 접속 시 피드백 정보 설정의 기본 값은 모두 WB로 이루어질 수 있다. 초기 접속 후, 기지국(100)과 단말(200)은 특정 피드백 정보 설정 사항을 SB로 동작하도록 피드백 정보를 설정할 수 있고, 복수 SB에 대해 각각의 SB 별로 상이한 피드백 정보를 설정할 수 있다. 예를 들어, 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위에 대해 SB로 동작하도록 피드백 정보가 설정되면, 단말(200)은 각 SB 별로 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위를 계산하게 되고, 기지국(100)은 기존에 WB로 동작하면서 보유하고 있던 피드백 채널 종류, 분리 채널 성분 종류, 확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류의 조합에 따른 scalar quantization 범위에 대한 정보를 각 SB 별로 구분하고, 각 SB에 대응하도록 저장하여 사용할

수 있다. 한편, WB로 설정되어 있던 피드백 정보 설정 사항에 대해 SB로 수정 시, 단말(200)은 이후 추가적인 피드백 정보 설정 전까지는 WB로 설정되어 있던 피드백 정보 설정 사항을 모든 SB에 동일하게 사용한다. 이후 피드백 정보 설정을 통해 각 SB 별로 개별적인 피드백 정보 설정이 가능하다.

- [0299] 도 8은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 피드백 정보 설정 시 WB/SB 설정을 설명하기 위한 도면이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 기지국(100)과 단말(200)은 피드백 정보 설정의 기본 값을 사용(S810)하고, 피드백 정보 설정의 기본 값은 모두 WB로 이루어진다.
- [0300] 그리고, 특정 이벤트가 발생하면, 기지국(100)은 그룹화 방식 설정을 WB에서 SB로 변경하기 위한 피드백 정보 설정을 단말(200)로 송신한다(S820).
- [0301] 그리고, 단말(200)은 피드백 정보 생성 시, 그룹화 방식에 대하여 SB를 적용한다(S830). 한편, 단말(200)은 기지국(100)으로부터 그룹화 방식 설정을 WB에서 SB로 변경하기 위한 피드백 정보 설정한 이후, 첫 번째 피드백 정보를 설정하기 전까지 WB로 설정된 그룹화 방식을 모든 SB에 사용할 수 있다.
- [0302] 그리고, 기지국(100)과 단말(200)은 각각의 SB 별 그룹화 방식을 포함하는 피드백 정보를 설정한다(S840).
- [0303] 본 개시의 실시 예에 따른, 기지국(100)과 단말(200)은 명시적 CSI 피드백에 대한 피드백 정보 설정 사항들을 WB(wideband) 또는 SB(subband) 피드백 정보로 설정할 수 있다.
- [0304] 본 개시의 실시 예에 따른, 기지국(100)과 단말(200)은 피드백 정보를 WB 또는 SB로 설정하여 피드백 동작을 수행할 수 있다. 상술한 바와 같이, 원 정렬 순서 정보는 WB로 피드백하도록 피드백 동작 방식의 기본 값을 사용하는데, 특정 사유로 인해 각 SB 별로 피드백하도록 피드백 정보 설정을 변경하여 각 SB 별 원 정렬 순서 정보를 피드백하도록 피드백 동작을 수행할 수 있다. 또는, 확률 분포 표현 파라미터는 상기와 같이 SB로 피드백하도록 피드백 동작 방식의 기본 값을 사용하지만, 특정 사유로 인해 WB로 피드백하도록 피드백 정보 설정을 변경하여 피드백 동작을 수행할 수도 있다. 이때, WB 별 피드백 동작 또는 각 SB 별 피드백 동작은 현재 피드백 정보 설정 방식이 정의된 것에 따라 수행된다.
- [0305] 도 9는 본 개시의 실시 예에 따른, 피드백 동작 시 WB/SB 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 9에 도시된 바와 같이, 기지국(100)과 단말(200)은 피드백 정보 설정의 기본 값을 사용(S910)하고, 피드백 정보 설정의 기본 값은 모두 WB로 이루어진다.
- [0306] 그리고, 특정 이벤트가 발생하면, 기지국(100)은 원 정렬 순서 정보 생성을 WB에서 SB로 변경하기 위한 피드백 동작 방식 정보를 단말(200)로 송신한다(S920).
- [0307] 그리고, 단말(200)은 피드백 정보 생성 시, 원 정렬 순서 정보는 SB 별로 생성한다(S930).
- [0308] 그리고, 단말(200)은 명시적 CSI 피드백 동작 시 SB 별로 생성된 원 정렬 순서 정보 및 확률 분포 표현 파라미터 정보를 포함하는 피드백을 기지국(100)으로 송신한다(S940).
- [0310] 4.4 기지국/단말에 의한 피드백 정보 설정 방법 및 피드백 동작 방법
- [0311] 본 개시의 실시 예에 따른, 기지국(100) 또는 단말(200)은 명시적 CSI 피드백에 대한 피드백 정보를 설정할 수 있다. 전체 시스템에서 특정 피드백 정보 설정이 필요한 경우, 기지국(100)은 특정 피드백 정보 설정 지시를 단말(200)로 송신하거나 특정 피드백 정보 설정에 대한 요청을 단말(200)로 송신하면, 단말(200)은 특정 피드백 정보 설정 지시를 기지국(100)으로 송신할 수 있다. 반대로, 단말(200)은 특정 피드백 정보 설정 지시를 기지국(100)으로 송신하거나 특정 피드백 정보 설정에 대한 요청을 기지국(100)으로 송신하면, 기지국(100)은 특정 피드백 정보 설정 지시를 단말(200)로 송신할 수 있다.
- [0312] 한편, 기지국(100) 또는 단말(200) 중 어느 하나에서만 설정할 수 있는 특정 피드백 정보 설정 사항들이 존재한다. 예를 들어, 그룹화 방식 정보와 확률 분포 종류 정보에서 이루어질 수 있는 신규 정의와 관련된 사항들은 단말(200)에서만 설정할 수 있다. 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위는 단말(200)에서 계산하여 기지국(100)으로 피드백할 수 있는 정보이므로, 확률 분포 표현 파라미터 별 scalar quantization 범위 사항은 단말(200)에서만 설정할 수 있다.
- [0313] 상술한 바와 같은 피드백 정보 설정을 기반으로, 피드백 동작은 단말에서 기지국으로 이루어진다.
- [0314] 도 10은 본 개시의 실시 예에 따른, 기지국/단말의 판단에 의한 피드백 정보 설정 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 10에 도시된 바와 같이, 단말(200)은 피드백 정보를 설정하고, 특정 SB의 확률 분포 종류, 확률 분포 표

현 파라미터 종류 설정 변경을 기지국(100)으로 송신한다. 그리고, 기지국(100)은 해당 SB의 확률 분포 종류, 확률 분포 표현 파라미터 종류에 대한 설정을 업데이트한다. 반대로, 기지국(100)은 피드백 정보를 설정하고, 특정 SB의 피드백 정보 생성 및 조합 순서 변경을 단말(200)로 송신한다. 그리고, 단말(200)은 해당 SB의 피드백 정보 생성 및 조합 순서에 대한 설정을 업데이트한다.

[0316] 4.5 암시적 CSI 피드백 정보 설정 방식 및 피드백 동작 방식과의 관계

[0317] 기지국(100)이 단말(200)로부터 채널 상태 정보를 피드백 받는 경우, 본 개시의 실시 예에 따른 명시적 CSI 피드백 정보 설정 방식 또는 LTE의 암시적 CSI 피드백 정보 설정 방식이 사용될 수 있다. 그러므로 명시적 또는 암시적 CSI 피드백 정보 설정 방식을 구분할 수 있는 지시자(indicator)가 필요하다.

[0318] 예를 들어, NR-MIMO 시스템에서는 암시적 CSI 피드백이 디폴트(default) 피드백 방식으로 수행되므로, 명시적 CSI 피드백 방식은 새로 정의되는 암시적/명시적 CSI 피드백 방식을 구분하는 indicator의 전달에 의해 동작이 가능하다. 상술한 바와 같이, 본 개시의 명시적 CSI 피드백 방식은 기지국(100) 및 단말(200)의 판단에 의해 피드백 정보 설정이 가능하므로, 기지국과 단말은 암시적/명시적 CSI 피드백 방식을 구분하기 위한 indicator를 송신할 수 있다.

[0319] 다른 예로써, LTE의 암시적 CSI 피드백은 채널 품질 지시자(channel quality indicator; CQI), 프리코딩 매트릭스 지시자(precoding matrix indicator; PMI), 랭크 지시자(rank indicator; RI), CSI-RS 자원 지시자(resource indicator)(CRI)를 기반으로 이루어지며, 본 개시의 명시적 CSI 피드백 동작처럼 주기적 또는 비주기적 피드백이 가능하다. 암시적/명시적 CSI 피드백의 주기적 피드백 동작은 각 피드백 방식의 주기 간에 독립적인 관계로 동작할 수도 있고, 종속적인 관계로 동작할 수도 있다. 독립적 또는 종속적인 관계로 동작하는 모든 경우, 명시적 CSI 피드백의 주기가 암시적 CSI 피드백의 주기보다 상대적으로 길다. 또한, 명시적 CSI 피드백에서 유추할 수 있는 정보를 바탕으로 암시적 CSI 피드백의 각 피드백 정보 별 주기를 조절할 수 있다. 예를 들어, 명시적 CSI 피드백에서 채널 행렬에 대한 피드백 동작을 수행하는 경우, 단말(200)에서 기지국(100)으로 피드백한 채널 행렬의 열벡터 간 직교성을 고려하여 RI를 대체하는 정보를 유추할 수 있다.

[0320] 또한 암시적/명시적 CSI 피드백은 WB 및 SB 피드백이 가능하며, WB 및 SB 피드백 정보 설정 시 서로 간에 연관성이 존재할 수 있다. 암시적 CSI 피드백의 SB 별 피드백 정보를 바탕으로, 기지국(100) 또는 단말(200)에서 명시적 CSI 피드백의 WB 또는 SB 피드백 정보 설정을 변경할 수도 있다. 예를 들어, 기지국(100) 또는 단말(200)은 암시적 CSI 피드백 동작에서 피드백 정보가 유사하게 결정된 SB들에 대해서는 명시적 CSI 피드백의 피드백 정보 설정 시 동일한 옵션 설정이 가능할 수 있다. 또한, 기지국(100) 또는 단말(200)은 암시적 CSI 피드백 동작에서 CRI의 피드백 여부에 따라 피드백 채널 종류를 포트 가상화(port virtualization) 채널인지, 이 외에 채널 행렬, 채널 상관 행렬, 채널 상관 행렬의 고유 벡터 중 하나로 결정되는 지를 판단할 수 있다. 또한, 기지국(100) 또는 단말(200)은 암시적 CSI 피드백으로 전달되는 PMI, RI 정보에 따라 명시적 CSI 피드백에서 사용되는 피드백 채널 종류를 변경하는 피드백 정보 설정을 수행할 수도 있다.

[0321] 도 11는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 암시적/명시적 CSI 피드백 구분 indicator에 따른 피드백 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 11에 도시된 바와 같이, 기지국(100)이 암시적 CSI 피드백을 지시하기 위해, 암시적/명시적 CSI 피드백 방식 구분을 위한 indicator를 0 또는 1로 전송한다. 그리고, 단말(200)은 수신된 암시적/명시적 CSI 피드백 방식 구분을 위한 indicator에 따라 암시적 CSI 피드백 또는 명시적 CSI 피드백을 수행한다.

[0322] 도 12는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 암시적 CSI 피드백과 명시적 CSI 피드백의 관계에 따른 피드백 정보 설정 및 피드백 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 12에 도시된 바와 같이, 단말(200)은 암시적 CSI 피드백을 수행한다. 암시적 CSI 피드백은 암시적/명시적 CSI 피드백 방식 구분을 위한 indicator와 CQI, PMI, RI 피드백 값에 대하여 SB 1 내지 4가 동일하고, SB 5와 6이 동일하고, SB 7과 8이 동일하다는 정보를 포함한다. 그리고, 기지국(100)은 구분 indicator를 통해 암시적 CSI 피드백 정보로 판단하고, 해당 SB 들에 대한 정보를 수신한다. 이후, 명시적 CSI 피드백 정보가 설정되면, 기지국(100)은 SB 1 내지 4, SB 5와 6, SB 7과 8에 대하여 동일한 설정을 적용한다. 그리고, 기지국(100)은 암시적/명시적 CSI 피드백 방식 구분을 위한 indicator와 SB 1 내지 4, SB 5와 6, SB 7과 8 각각에 동일한 확률 분포 종류 정보를 설정하라는 정보를 단말(200)로 송신한다. 그리고, 단말(200)은 구분 indicator를 통해 명시적 CSI 피드백 정보로 판단하고, 해당 SB 들에 대한 피드백 정보 설정을 조정한다.

[0323] 상기 도 1이 예시하는 시스템의 블록도는 본 개시의 권리범위를 한정하기 위한 의도가 없음을 유의하여야 한다. 즉, 상기 도 1에 기재된 모든 구성부, 또는 동작의 단계가 본 개시의 실시를 위한 필수구성요소인 것으로 해석

되어서는 안되며, 일부 구성요소 만을 포함하여도 본 개시의 본질을 해지치 않는 범위 내에서 구현될 수 있다.

[0324] 앞서 설명한 동작들은 해당 프로그램 코드를 저장한 메모리 장치를 기지국 또는 단말 내의 임의의 구성부에 구비함으로써 실현될 수 있다. 즉, 기지국 또는 단말의 제어부는 메모리 장치 내에 저장된 프로그램 코드를 프로세서 혹은 CPU(Central Processing Unit)에 의해 읽어내어 실행함으로써 앞서 설명한 동작들을 실행할 수 있다.

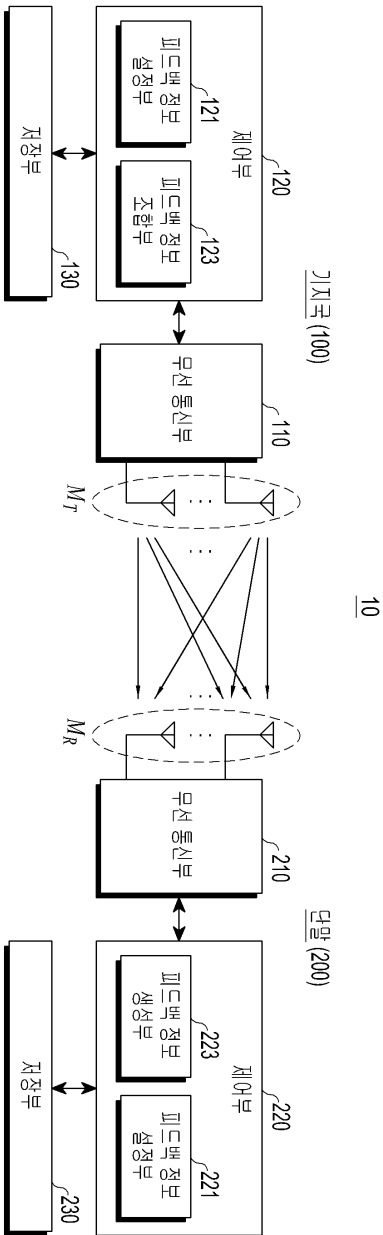
[0325] 본 명세서에서 설명되는 기지국 또는 단말 장치의 다양한 구성부들과, 모듈(module)들은 하드웨어(hardware) 회로, 일 예로 상보성 금속 산화막 반도체(complementary metal oxide semiconductor) 기반 논리 회로와, 펌웨어(firmware)와, 소프트웨어(software) 및/혹은 하드웨어와 펌웨어 및/혹은 머신 판독 가능 매체에 삽입된 소프트웨어의 조합과 같은 하드웨어 회로를 사용하여 동작될 수도 있다. 일 예로, 다양한 전기 구조 및 방법들은 트랜지스터(transistor)들과, 논리 게이트(logic gate)들과, 주문형 반도체와 같은 전기 회로들을 사용하여 실시될 수 있다.

[0326] 한편, 이상과 같은 다양한 실시 예에 따른 NR-MIMO 시스템에서 명시적 CSI 피드백을 위한 피드백 정보 설정 방법을 수행하기 위한 프로그램 코드는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장될 수 있다. 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.

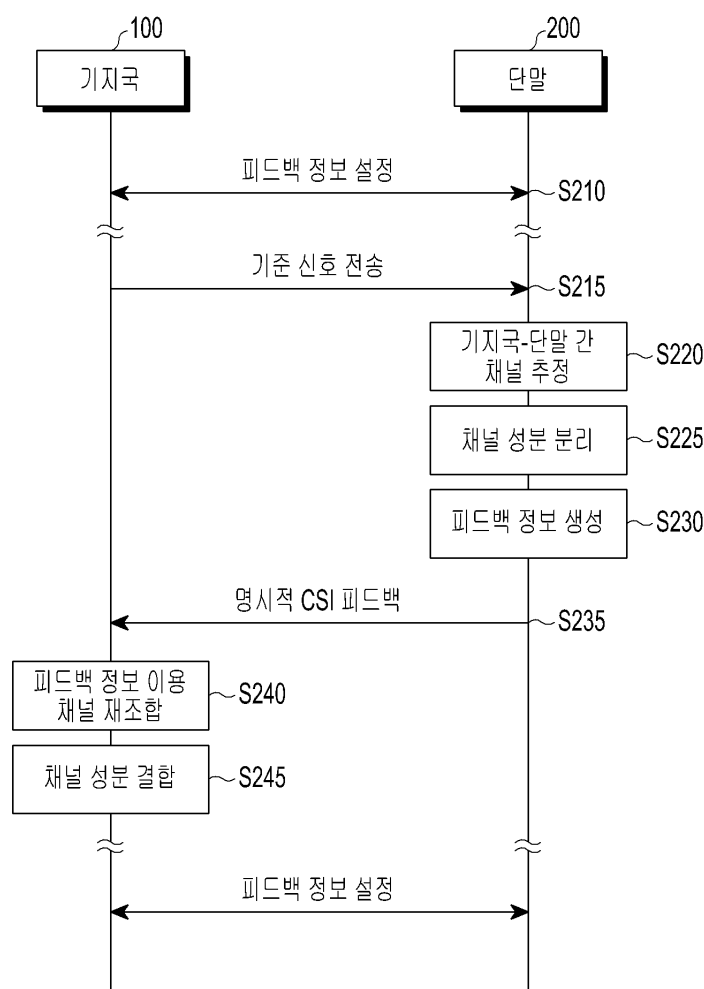
[0327] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

도면

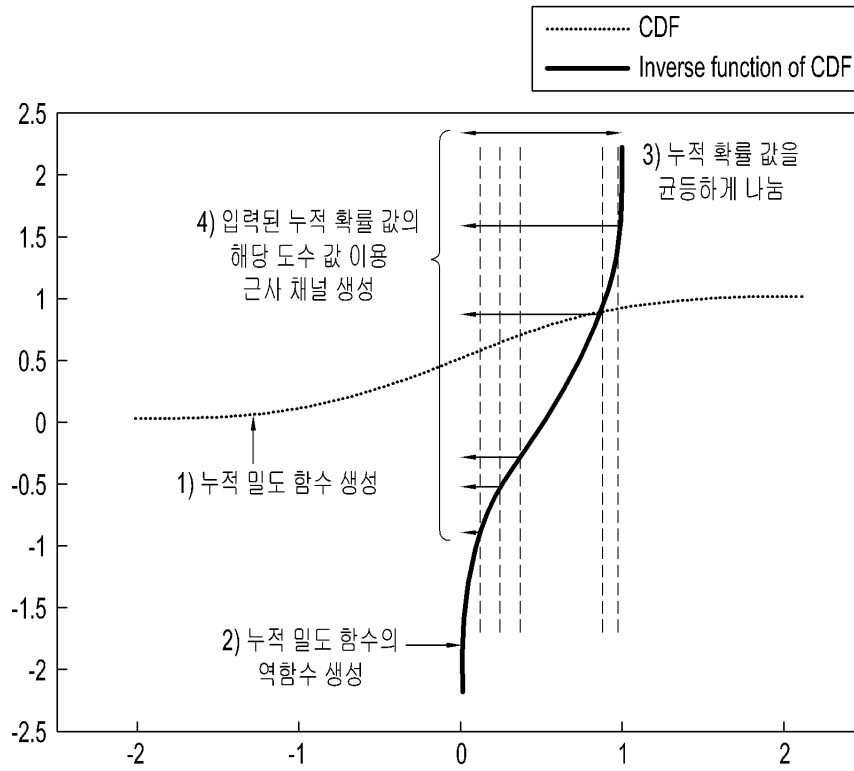
도면1



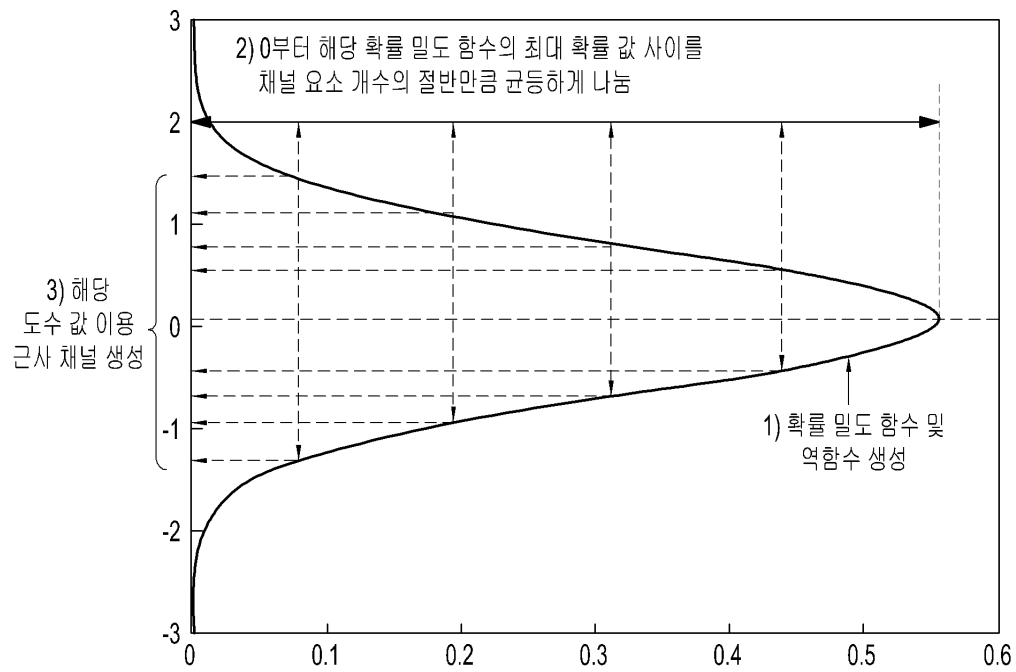
도면2



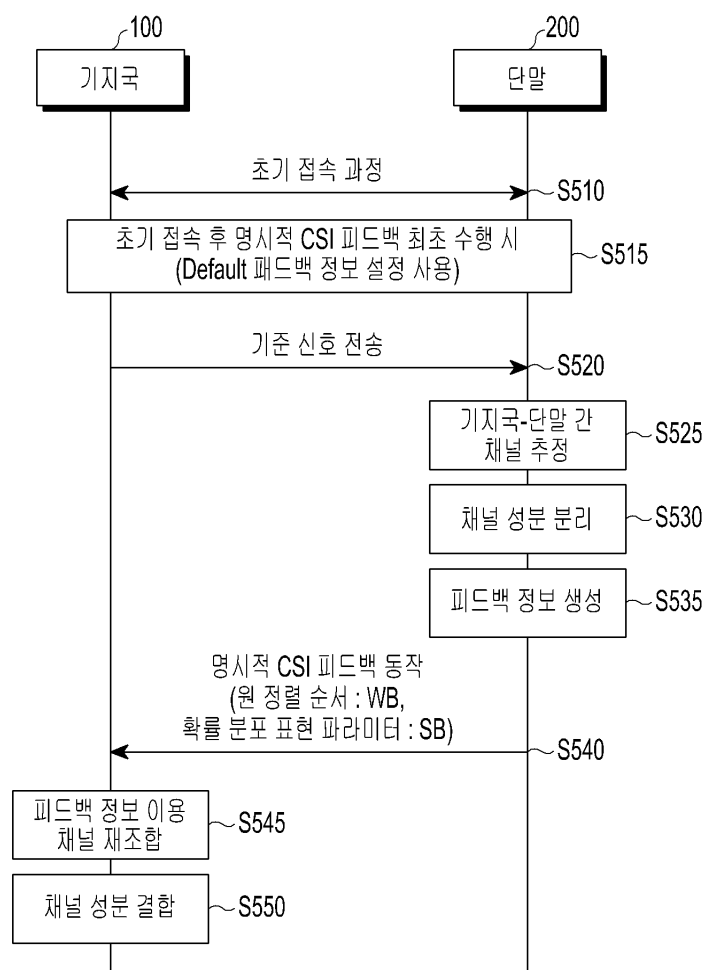
도면3



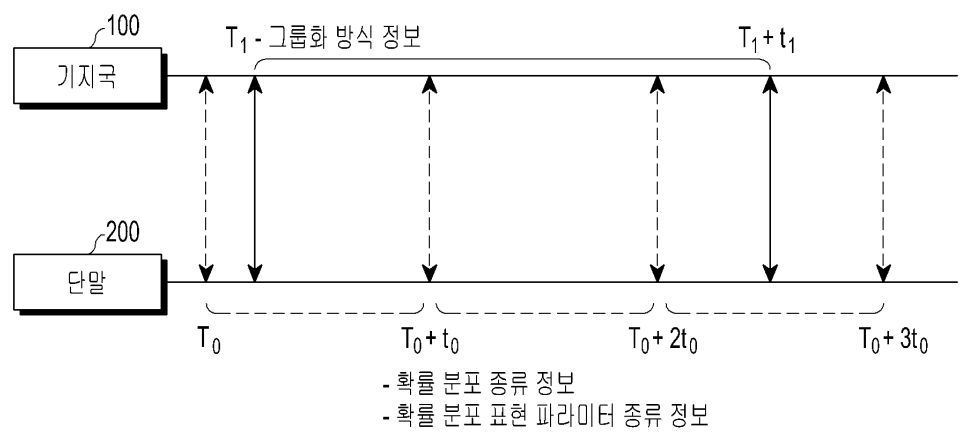
도면4



도면5

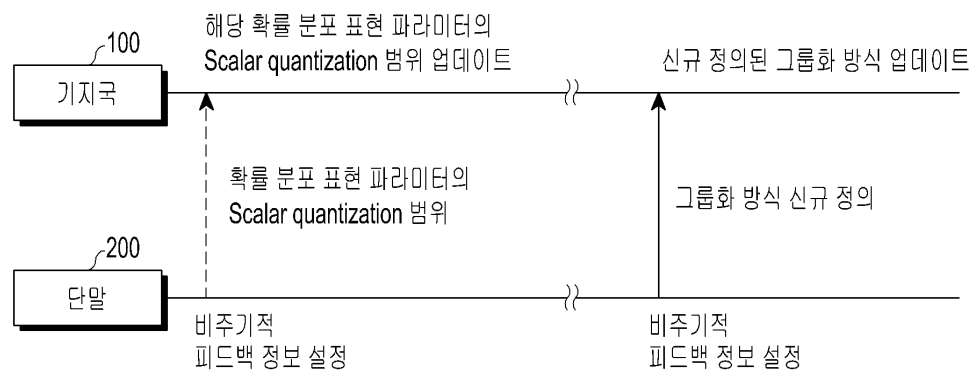


도면6

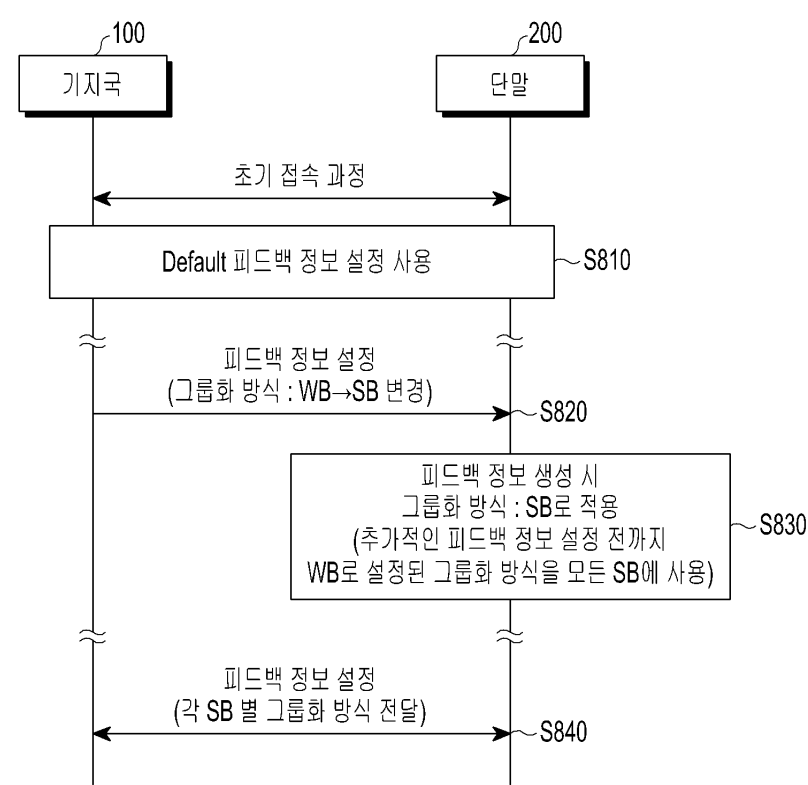




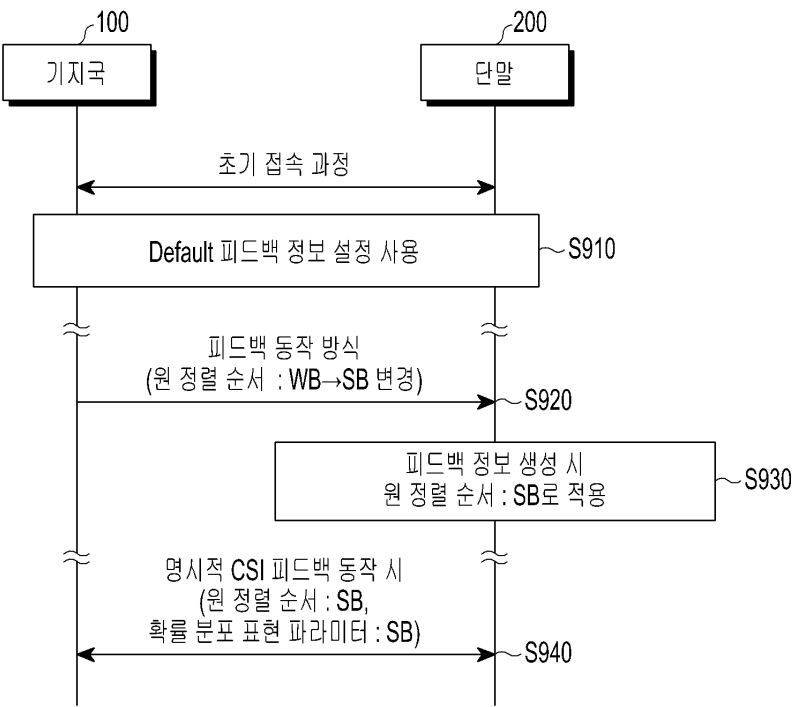
도면7



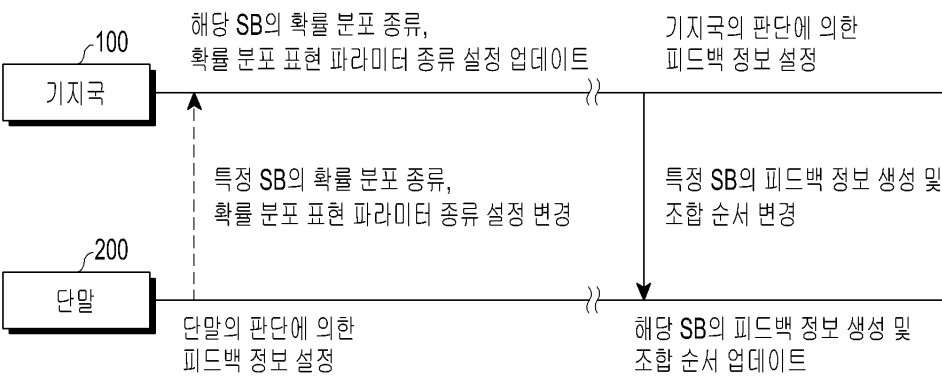
도면8



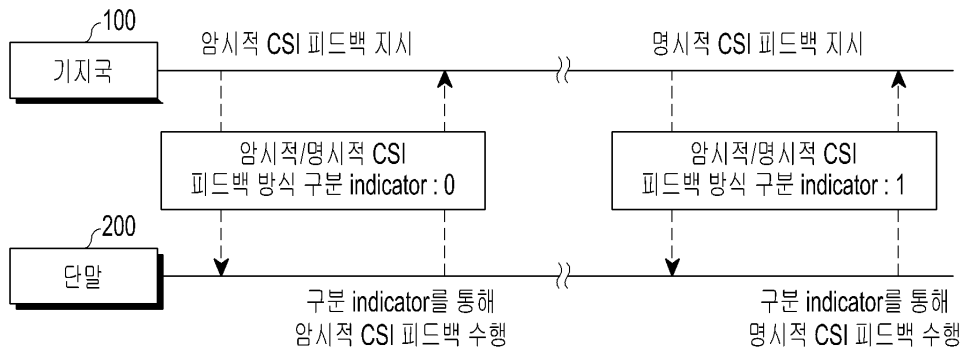
도면9



도면10



도면11



도면12

