



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년01월13일

(11) 등록번호 10-1481583

(24) 등록일자 2015년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/02 (2006.01) **H04B 7/26** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-0100020
 (22) 출원일자 2008년10월13일
 심사청구일자 2012년09월03일
 (65) 공개번호 10-2009-0110772
 (43) 공개일자 2009년10월22일
 (30) 우선권주장
 61/045,971 2008년04월18일 미국(US)
 (뒷면에 계속)
 (56) 선행기술조사문헌
 R1-081616
 R1-081237
 3GPP TS 36.211 v2.2.0
 전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
 (72) 발명자
이문일
 경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1
 연구단지 (호계동)
임빈철
 경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1
 연구단지 (호계동)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
김용인

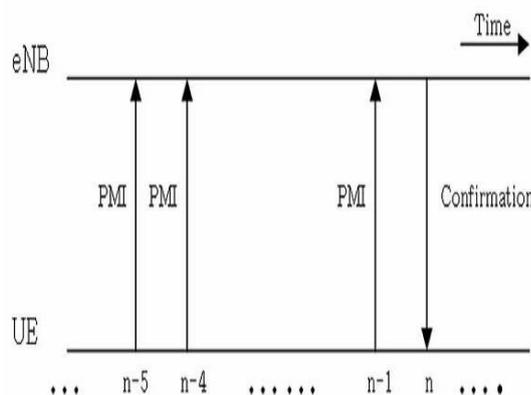
심사관 : 이정수

(54) 발명의 명칭 **하향링크 제어 정보 송수신 방법**

(57) 요약

하향링크 제어 정보를 효율적으로 송수신하는 방법이 개시된다. 기지국이 사용자 기기(UE)로부터 프리코딩 행렬 인덱스(PMI) 정보를 포함하는 피드백 정보를 수신하고, 이에 따라 기지국의 안테나 수 및 전송 모드에 따라 미리 결정된 비트 수를 가지는 프리코딩 정보를 전송함에 있어서, 상기 프리코딩 정보 중 소정 전송 모드에 대한 프리코딩 정보가 기지국이 사용자 기기로부터 최근 수신한 PMI를 이용하였음을 나타내기 위한 확인 정보를 포함하도록 한다. 이때, 확인 정보가 n번째 서브프레임의 특정 자원 블록(RB)을 통해 전송되는 경우, 상기 최근 수신한 PMI는 n-x번째 서브프레임 또는 상기 n-x번째 서브프레임 이전 서브프레임의 상기 특정 자원 블록에 대응되는 자원 블록을 통해 수신된 PMI를 나타내도록 설정한다. 여기서, 상기 "x"는 미리 결정된 정수 또는 물리 계층 이상의 상위 계층 시그널링에 의해 결정되는 정수이다.

대표도



(72) 발명자

천진영

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연
구단지 (호계동)

정재훈

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연
구단지 (호계동)

고현수

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연
구단지 (호계동)

이옥봉

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연
구단지 (호계동)

(30) 우선권주장

61/075,303 2008년06월24일 미국(US)

61/077,860 2008년07월02일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

기지국이 하향링크 제어 정보를 전송하는 방법에 있어서,
 사용자 기기(UE)로부터 적어도 하나의 프리코딩 행렬 인덱스(Precoding Matrix Index; 이하 "PMI")를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 단계;
 프리코딩을 하향링크 신호에 적용하는 단계;
 상기 기지국의 안테나 포트 개수와 전송 모드에 따라서 정의되는 기 설정된 비트 개수의, 프리코딩 정보를 송신하는 단계; 및
 상기 프리코딩된 하향링크 신호를 전송하는 단계;
 상기 프리코딩 정보 중 소정 전송 모드에 대한 프리코딩 정보는 확인 정보를 포함하며,
 상기 확인 정보는, n-x번째 서브프레임 또는 상기 n-x번째 서브프레임 이전 서브프레임에서 수신한 가장 최신의 PMI에 따라서, n번째 서브프레임의 특정 자원 블록(RB)을 통해 전송되는 상기 하향링크 신호가 프리코딩되었음을 지시하고,
 상기 "x"는 미리 결정된 정수 또는 물리 계층 이상의 상위 계층 시그널링에 의해 결정되는 정수이며,
 상기 확인 정보는, 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)을 통해 수신된 PMI 중 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)에 피기백된 PMI가 아닌 PMI에 대해서만 이용되는 것을 특징으로 하는,
 하향링크 제어 정보 전송 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 "x"는 4로 미리 결정되는 것을 특징으로 하는 하향링크 제어 정보 전송 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 피드백 정보 수신 단계에서, 상기 사용자 기기로부터 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH) 및 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH) 중 하나 이상을 통해 PMI를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 것을 특징으로 하는 하향링크 제어 정보 전송 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)을 통해 수신된 PMI에는 CRC(cyclic redundancy check)가 부착되어 있으며,
 상기 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH)을 통해 수신된 PMI에는 CRC가 부착되어 있지 않는, 하향링크 제어 정보 전송 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,
 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)에 피기백된, PMI에는 CRC가 부착되어 있지 않는, 하향링크 제어 정보 전송 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)을 통해 상기 피드백 정보를 수신하는 경우, 상기 피드백 정보는 단일 PMI 전송 모드 또는 다중 PMI 전송 모드 중 어느 하나로 전송된 것이며,

상기 피드백 정보가 상기 다중 PMI 전송 모드로 전송된 것인 경우에 한하여 상기 PMI에 CRC가 부착되어 있는 것을 특징으로 하는 하향링크 제어 정보 전송 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 소정 전송 모드는 페루프 공간 다중화 전송 모드인 것을 특징으로 하는 하향링크 제어 정보 전송 방법.

청구항 8

사용자 기기(UE)가 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 수신하는 방법에 있어서,

상기 기지국에 프리코딩 행렬 인덱스(Precoding Matrix Index; 이하 "PMI")를 포함하는 피드백 정보를 전송하는 단계;

상기 기지국으로부터 프리코딩이 적용된 하향링크 신호를 수신하는 단계; 및

상기 기지국의 안테나 포트 개수 및 전송 모드에 따라 미리 결정된 비트 수를 가지는 프리코딩 정보를 수신하는 단계를 포함하며,

상기 프리코딩 정보 중 소정 전송 모드에 대한 프리코딩 정보는 확인 정보를 포함하며,

상기 확인 정보는, n-x번째 서브프레임 또는 상기 n-x번째 서브프레임 이전 서브프레임에서 전송한 가장 최신의 PMI에 따라서, n번째 서브프레임의 특정 자원 블록(RB)을 통해 수신되는 상기 하향링크 신호가 프리코딩되었음을 지시하고,

상기 "x"는 미리 결정된 정수 또는 물리 계층 이상의 상위 계층 시그널링에 의해 결정되는 정수이며,

상기 확인 정보는, 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)을 통해 전송된 PMI 중 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)에 피기백된 PMI가 아닌 PMI에 대해서만 이용되는 것을 특징으로 하는,

하향링크 제어 정보 수신 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 "x"는 4로 미리 결정되는 것을 특징으로 하는 하향링크 제어 정보 수신 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 피드백 정보 전송 단계에서, 상기 사용자 기기는 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH) 및 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH) 중 하나 이상을 통해 PMI를 포함하는 피드백 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는 하향링크 제어 정보 수신 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 피드백 정보 전송 단계는 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)을 통해 전송되는 PMI에 CRC(cyclic redundancy check)를 부착하는 단계를 포함하며,

상기 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH)을 통해 전송되는 PMI에는 CRC를 부착하지 않는, 하향링크 제어 정보 수신 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)에 피기백된 PMI에는 CRC를 부착하지 않는, 하향링크 제어 정보 수신 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)을 통해 상기 피드백 정보를 전송하는 경우, 상기 피드백 정보는 단일 PMI 전송 모드 또는 다중 PMI 전송 모드 중 어느 하나로 전송되며,

상기 피드백 정보가 상기 다중 PMI 전송 모드로 전송되는 경우에 한하여 상기 PMI에 CRC를 부착하여 전송하는 것을 특징으로 하는 하향링크 제어 정보 수신 방법.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 소정 전송 모드는, 페루프 공간 다중화 전송 모드인 것을 특징으로 하는 하향링크 제어 정보 수신 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 이하의 설명은 이동통신 기술에 대한 것으로서, 구체적으로 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information: DCI)를 효율적으로 송수신하는 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 차세대 이동통신 시스템에서는 기존에 비해 높은 데이터 전송률을 요구하며, 이를 위해 다중 안테나 기술에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 먼저 일반적인 다중 안테나(MIMO) 기술을 개괄적으로 살펴보도록 한다.

[0003] 간단히 말해, MIMO는 "Multi-Input Multi-Output"의 줄임 말로 지금까지 한 개의 송신안테나와 한 개의 수신안테나를 사용했던 것에서 탈피하여, 다중 송신안테나와 다중 수신안테나를 채택해 송수신 데이터 효율을 향상시킬 수 있는 방법을 말한다. 즉, 무선통신 시스템의 송신단 혹은 수신단에서 다중안테나를 사용하여 용량증대 혹은 성능개선을 꾀하는 기술이다. 이하에서는 "MIMO"를 "다중안테나"라 칭하기로 한다.

[0004] 요약하면, 다중안테나 기술이란, 하나의 전체 메시지를 수신하기 위해 단일 안테나 경로에 의존하지 않고 여러 안테나에서 수신된 단편적인 데이터 조각을 한데 모아 완성하는 기술을 응용한 것이다. 이를 통해, 특정 범위에서 데이터 전송 속도를 향상시키거나 특정 데이터 전송 속도에 대해 시스템 범위를 증가시킬 수 있다.

[0005] 차세대 이동통신은 기존 이동통신에 비해 훨씬 높은 데이터 전송률을 요구하므로 효율적인 다중안테나 기술이 반드시 필요할 것으로 예상된다. 이와 같은 상황에서 MIMO 통신 기술은 이동통신 단말과 중계기 등에 폭넓게 사용할 수 있는 차세대 이동통신 기술이며, 데이터 통신 확대 등으로 인해 한계 상황에 따라 다른 이동통신의 전송량 한계를 극복할 수 있는 기술로서 관심을 모으고 있다.

[0006] 현재 연구되고 있는 다양한 전송효율 향상 기술 중 송/수신단 모두에 다수의 안테나를 사용하는 다중안테나(MIMO) 기술은 추가적인 주파수 할당이나 전력증가 없이도 통신 용량 및 송수신 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방법으로서 현재 가장 큰 주목을 받고 있다.

[0007] 도 1은 일반적인 다중 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.

[0008] 도 1에 도시된 바와 같이 송신 안테나의 수를 N_T 개로, 수신 안테나의 수를 N_R 개로 동시에 늘리게 되면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가하므로, 전송 레이트를 향상시키고, 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량의 증가에 따른 전송 레이트는 하나의 안테나를 이용하는 경우의 최대 전송 레이트(R_0)에 다음과 같은 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼으로 이론적으로 증가할 수 있다.

수학식 1

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

[0009]

즉, 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다.

[0011]

이와 같은 다중안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증명된 이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있으며, 이들 중 몇몇 기술들은 이미 3세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

[0012]

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, 그리고 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

[0013]

이와 같은 다중안테나의 기술은 다양한 채널 경로를 통과한 심볼 들을 이용하여 전송 신뢰도를 높이는 공간 다이버시티(spatial diversity) 방식과, 다수의 송신 안테나를 이용하여 다수의 데이터 심볼을 동시에 송신하여 전송률을 향상시키는 공간 멀티플렉싱(spatial multiplexing) 방식으로 나눌 수 있다. 또한 이러한 두 가지 방식을 적절히 결합하여 각각의 장점을 적절히 얻고자 하는 방식에 대한 연구도 최근 많이 연구되고 있는 분야이다.

[0014]

각각의 방식에 대해 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

[0015]

첫째로, 공간 다이버시티 방식의 경우에는 시공간 블록 부호 계열과, 다이버시티 이득과 부호화 이득을 동시에 이용하는 시공간 트렐리스(Trellis) 부호 계열 방식이 있다. 일반적으로 비트 오류율 개선 성능과 부호 생성 자유도는 트렐리스 부호 방식이 우수하지만, 연산 복잡도는 시공간 블록 부호가 간단하다. 이와 같은 공간 다이버시티 이득은 송신 안테나 수(N_T)와 수신 안테나 수(N_R)의 곱($N_T \times N_R$)에 해당되는 양을 얻을 수 있다.

[0016]

둘째로, 공간 멀티플렉싱 기법은 각 송신 안테나에서 서로 다른 데이터 열을 송신하는 방법인데, 이때 수신기에서는 송신기로부터 동시에 전송된 데이터 사이에 상호 간섭이 발생하게 된다. 수신기에서는 이 간섭을 적절한 신호처리 기법을 이용하여 제거한 후 수신한다. 여기에 사용되는 잡음 제거 방식은 최대 우도(maximum likelihood) 수신기, ZF 수신기, MMSE 수신기, D-BLAST, V-BLAST 등이 있으며, 특히 송신단에서 채널 정보를 알 수 있는 경우에는 SVD (singular value decomposition) 방식 등을 사용할 수 있다.

[0017]

셋째로, 공간 다이버시티와 공간 멀티플렉싱의 결합된 기법을 들 수 있다. 공간 다이버시티 이득만을 얻을 경우 다이버시티 차수의 증가에 따른 성능개선 이득이 점차 포화되며, 공간 멀티플렉싱 이득만을 취하면 무선 채널에서 전송 신뢰도가 떨어진다. 이를 해결하면서 두 가지 이득을 모두 얻는 방식들이 연구되어 왔으며, 이 중 시공간 블록 부호 (Double-STTD), 시공간 BICM(STBICM) 등의 방식이 있다.

[0018]

상술한 다중 안테나 시스템에서 송신단은 송신 데이터에 프리코딩(Precoding)을 수행하여 전송하게 되며, 수신단에서는 송신단에서 이용한 프리코딩 벡터 또는 프리코딩 행렬을 이용하여 신호를 수신하게 된다.

[0019]

상술한 프리코딩을 수행하기 위한 프리코딩 행렬은 송신단 양측에서 코드북(Codebook)의 형태로 미리 규정되어 있는 프리코딩 행렬들 중 특정 프리코딩 행렬을 이용하게 된다. 즉, 수신단에서는 미리 규정된 코드북 중 특정 프리코딩 행렬을 지시하여, 이에 따른 채널 정보 등을 피드백하게 되며, 송신단에서는 이와 같은 피드백 신호를 이용하여 신호를 송신하게 된다.

[0020]

한편, 하향링크(Downlink) 전송을 가정한다면, 수신단은 사용자 기기(UE) 또는 단말이 될 수 있으며, 송신단은 기지국(Base Station), Node B 또는 eNode B가 될 수 있다. 예를 들어, 사용자 기기가 미리 규정된 코드북 중 특정 프리코딩 행렬 인덱스(Precoding Matrix Index; 이하 "PMI")를 상향링크를 통해 보고하게 되며, 이에 대해 기지국은 보고된 PMI에 대응하는 프리코딩 행렬을 이용하여 하향링크 신호를 전송할 수 있다.

[0021]

다만, 사용자 기기가 보고한 PMI는 시간적으로 복수개가 있을 수 있으며, 이에 대해 기지국이 어느 PMI를 이용한 것인지에 대해 혼동이 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 기지국이 사용자 기기가 보고한 PMI 중 어느 PMI를 이용한 것인지를 나타내는 제어 정보를 전송하는 것이 바람직하다. 다만, 사용자 기기가 보

고한 PMI 중 어느 PMI를 기지국이 이용한 것인지를 명시적으로 모두 나타내는 제어 정보를 하향링크로 전송하는 경우, 하향링크 제어 정보의 오버헤드가 증가할 수 있다.

[0022] 따라서, 적은 양의 제어 정보를 이용하여 기지국과 사용자 기기 사이에 사용된 PMI에 대한 혼동이 발생하는 것을 효율적으로 방지하기 위한 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0023] 상술한 바와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시형태에서는 프리코딩에 대한 적은 양의 제어 정보, 즉 프리코딩 정보(Precoding Information)를 이용하여 기지국이 사용한 PMI에 대한 정보를 사용자 기기에 효율적으로 알려주는 방법을 제공하고자 한다.

[0024] 구체적인 실시형태에서는 작은 비트 수를 가지는 프리코딩 정보 내에 확인 정보를 사용자 기기의 피드백 정보 전송과 기지국의 제어 정보 전송 사이의 시간 관계에 따라 명확히 규정하고자 한다.

[0025] 또한, 상술한 방식을 운용함에 있어, 시스템 성능을 유지하면서 오버헤드를 최소화하기 위한 CRC 부착 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결수단

[0026] 상술한 바와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면에서는 기지국이 하향링크 제어 정보를 전송하는 방법에 있어서, 사용자 기기(UE)로부터 프리코딩 행렬 인덱스(Precoding Matrix Index; 이하 "PMI") 정보를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 단계; 및 상기 기지국의 안테나 수 및 전송 모드에 따라 미리 결정된 비트 수를 가지는 프리코딩 정보를 전송하는 단계를 포함하며, 상기 프리코딩 정보 중 소정 전송 모드에 대한 프리코딩 정보는 상기 기지국이 상기 사용자 기기로부터 최근 수신한 PMI를 이용하였음을 나타내기 위한 확인 정보를 포함하며, 상기 확인 정보가 n번째 서브프레임의 특정 자원 블록(RB)을 통해 전송되는 경우, 상기 최근 수신한 PMI는 n-x번째 서브프레임 또는 그 이전 서브프레임의 상기 특정 자원 블록에 대응되는 자원 블록을 통해 수신된 PMI이며, 상기 "x"는 미리 결정된 정수 또는 물리 계층 이상의 상위 계층 시그널링에 의해 결정되는 정수인 하향링크 제어 정보 전송 방법을 제안한다.

[0027] 또한, 상술한 바와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 일 측면에서는 사용자 기기(UE)가 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 수신하는 방법에 있어서, 상기 기지국에 프리코딩 행렬 인덱스(Precoding Matrix Index; 이하 "PMI") 정보를 포함하는 피드백 정보를 전송하는 단계; 및 상기 기지국의 안테나 수 및 전송 모드에 따라 미리 결정된 비트 수를 가지는 프리코딩 정보를 수신하는 단계를 포함하며, 상기 프리코딩 정보 중 소정 전송 모드에 대한 프리코딩 정보는 상기 기지국이 상기 사용자 기기로부터 최근 수신한 PMI를 이용하였음을 나타내기 위한 확인 정보를 포함하며, 상기 확인 정보가 n번째 서브프레임의 특정 자원 블록(RB)을 통해 전송되는 경우, 상기 최근 수신한 PMI는 n-x번째 서브프레임 또는 그 이전 서브프레임의 상기 특정 자원 블록에 대응되는 자원 블록을 통해 수신된 PMI이며, 상기 "x"는 미리 결정된 정수 또는 물리 계층 이상의 상위 계층 시그널링에 의해 결정되는 정수인 하향링크 제어 정보 수신 방법을 제안한다.

[0028] 이때, 상기 "x"는 4로 미리 결정될 수 있다.

[0029] 또한, 상기 피드백 정보 전송/수신 단계에서, 상기 사용자 기기는/기기로부터 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH) 및 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH) 중 하나 이상을 통해 PMI를 포함하는 피드백 정보를 전송/수신하며, 상기 확인 정보는 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)을 통해 전송된/수신된 PMI만을 고려할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)을 통해 전송된/수신된 PMI에는 CRC가 부착될 수 있으며, 상기 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH)을 통해 전송된/수신된 PMI에는 CRC가 부착되어 있지 않을 수 있다.

[0031] 또한, 상기 피드백 정보 전송/수신 단계는 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)에 피기백(Piggy-backed)된, PMI를 포함한 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH)을 전송/수신하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)에 피기백된, 상기 PMI를 포함한 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH) 정보에는 CRC가 부착되지 않을 수 있다.

[0032] 또한, 상기 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)을 통해 상기 피드백 정보를 전송/수신하는 경우, 상기 피드백 정보는 단일 PMI 전송 모드 또는 다중 PMI 전송 모드 중 어느 하나로 전송된 것일 수 있으며, 상기 피드백 정보가

상기 다중 PMI 전송 모드로 전송되는 경우에 한하여 상기 PMI에 CRC가 부착되어 있도록 설정할 수 있다.

[0033] 아울러, 상기 소정 전송 모드에 대한 프리코딩 정보는 페루프 공간 다중화 전송 모드에 대한 프리코딩 정보일 수 있다.

효 과

[0034] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들에 따르면 적은 양의 프리코딩 정보를 이용하여 기지국이 사용한 PMI에 대한 정보를 사용자 기기에게 효율적으로 알려줄 수 있다. 특히 작은 비트 수를 가지는 프리코딩 정보 내에 확인 정보를 사용자 기기의 피드백 정보 전송과 기지국의 제어 정보 전송 사이의 시간 관계에 따라 명확히 규정함으로써, 작은 비트수의 제어 정보만으로 기지국과 사용자 기기 사이의 혼동을 방지할 수 있다.

[0035] 또한, 효율적으로 CRC 부착을 설정하여 시스템 성능을 유지하면서 오버헤드를 최소화할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0036] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.

[0037] 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다. 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시된다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[0038] 상술한 바와 같이 사용자 기기가 보고한 복수의 PMI 중 기지국이 어느 PMI를 이용하였는지에 대한 정보를 알려주지 않는 경우, 기지국과 사용자 기기 사이에 이용된 PMI에 대한 혼동이 발생하여 시스템 성능이 저하될 수 있다. 또한, 하향링크 제어 정보에 기지국이 이용한 PMI에 대한 정보를 명시적으로 나타내는 경우 기지국과 사용자 기기 사이에 이용된 PMI에 대한 혼동 문제는 발생하지 않으나, 상술한 바와 같이 제한된 하향링크 제어 채널에서 심각한 오버헤드 문제가 발생할 수 있다. 이에 따라 본 발명에서는 프리코딩에 대한 적은 양의 제어 정보를 이용하여 기지국이 사용한 PMI에 대한 정보를 사용자 기기에게 효율적으로 알려주는 방법을 제공하고자 한다. 이를 위해 이하에서는 먼저 3GPP LTE 시스템을 예로 들어 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information; 이하 "DCI") 전송 형태에 대해 살펴본다. 다만, 이하에서 설명하는 3GPP LTE 시스템은 예시적인 것이며, 본 발명은 임의의 이동 통신 시스템에 동일한 방식으로 적용할 수 있다.

[0039] 3GPP LTE 시스템에서 DCI는 하향링크 또는 상향링크 스케줄링 정보, 또는 하나의 MAC ID에 대한 상향링크 전력 제어 정보를 전달한다. 이 MAC ID는 CRC에 묵시적으로 인코딩될 수 있다. 이와 같은 DCI는 다음과 같이 전송될 수 있다.

[0040] 도 2는 DCI의 프로세싱 구조를 나타낸 순서도이다.

[0041] 우선 DCI 정보 요소들은 다중화된다. 이때 다중화는 후술할 DCI 포맷에 규정된 방식에 따라 수행될 수 있다. 현재 3GPP LTE 시스템에서는 DCI 포맷으로서 포맷 0, 1, 1A, 1C, 2를 규정하고 있다. 구체적으로 포맷 0은 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH)의 스케줄링을 위해, 포맷 1은 하나의 물리 하향링크 공유 채널(PDSCH) 코드워드의 스케줄링을 위해, 포맷 1A는 하나의 PDSCH 코드워드의 조밀한 스케줄링을 위해, 포맷 1C는 DL-SCH 할당의 매우 조밀한 할당을 위해, 그리고 포맷 2는 공간 다중화 모드 사용자 기기에게 PDSCH를 스케줄링하기 위해 이용될 수 있다.

[0042] 이와 같이 다중화된 정보 요소들에는 수신측의 에러 확인을 위해 CRC가 부착된다. 다만, CRC는 전송되는 정보에 따라 특정 정보 요소에만 부착될 수 있으며, 이 역시 상술한 각 DCI 포맷에 따라 상이한 방식으로 부착될 수 있다. CRC가 부착된 DCI에는 채널 코딩이 수행된다. 이후 채널 코딩된 DCI는 전송 레이트에 따라 레이트 매칭이 수행되게 된다.

[0043] 상술한 DCI 포맷들 중 공간 다중화 모드 사용자 기기에게 PDSCH를 스케줄링하기 위한 포맷 2에 대해 구체적으로 살펴본다.

[0044] DCI 포맷 2는 자원 할당 헤더(resource allocation header), 자원 블록 할당(resource block assignment),

PUCCH를 위한 TPC 명령(TPC command for PUCCH), 하향링크 할당 지시자(Downlink Assignment Index; TDD 동작에만 적용됨), HARQ 프로세스 번호(HARQ process number), HARQ 스와핑 플래그(HARQ swapping flag) 등을 포함할 수 있다. 또한, 코드워드 1 및 2에 대해 각각 변조/코딩 방식(Modulation and Coding Scheme), 새로운 데이터 지시자(New Data Indicator), 리던던시 버전(Redundancy Version) 정보를 포함할 수 있다. 아울러, 기지국의 안테나 수 및 전송 모드에 따라 미리 결정된 비트 수를 가지는 프리코딩 정보(Precoding Information)를 포함할 수 있다.

[0045] 3GPP LTE 시스템에서 프리코딩 정보의 비트 수는 다음과 같이 규정된다.

표 1

기지국의 안테나 개수 (Number of antenna ports at eNode-B)	전송 모드 (Transmission mode)	
	폐루프 공간 다중화 (Closed-loop spatial multiplexing)	개루프 공간 다중화 (Open-loop spatial multiplexing)
2	3	0
4	6	2

[0047] 한편, 3GPP LTE 시스템에서는 동시에 최대 2개의 코드워드가 전송될 수 있다. 이와 관련하여 상기 DCI 포맷 2에는 대응하는 코드워드가 활성화된 것인지 불활성화된 것인지 여부를 나타내기 위한 코드워드 필드(codeword field)가 포함될 수 있다. 다만, 임의의 코드워드가 활성화되는지 여부에 대한 정보는 묵시적으로 전달될 수 있다. 즉 코드워드 활성화 여부는 다른 제어 정보 또는 이들의 조합을 통해 수신측에 전달될 수 있다.

[0048] 이러한 코드워드 필드 정보의 각 코드워드 활성화 여부에 따라 상기 표 1의 비트 수를 가지는 프리코딩 정보의 해석이 달라지도록 할 수 있다.

[0049] 본 발명의 일 실시형태에서는 이와 같이 각 코드워드 활성화 여부에 따라 달리 해석되는 소정 비트 수의 프리코딩 정보로 나타낼 수 있는 조합 중 일부에 확인 정보를 추가하여 추가적인 제어 정보의 양을 최소화하면서도 기지국이 사용한 PMI에 대한 정보를 사용자 기기에게 효율적으로 전달하는 방법을 제안한다. 다만, 상술한 확인 정보를 이용하여 단순히 기지국이 사용자 기기로부터 최근 수신한 PMI를 이용하였음을 나타냄으로써 기지국과 사용자 기기 사이에 혼동이 발생하지 않도록 하기 위해서는, 사용자 기기가 보고한 PMI와 기지국이 이용한 PMI 사이의 시간 관계를 명확히 규정할 필요가 있다.

[0050] 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따라 사용자 기기가 보고한 PMI와 확인 정보 사이의 시간 관계를 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 도 3에서 가로축은 시간 축을 나타내며, ..., n-5, n-4, ..., n-1, n, ...은 서브프레임 인덱스를 나타낸다. 사용자 기기(UE)는 도 3에서 도시된 바와 같이 기지국(eNB)에 각 서브프레임마다 PMI를 기지국에 피드백할 수 있다. 만일, n번째 서브프레임을 기준으로 기지국이 상술한 확인 정보를 사용자 기기에 전송할다고 할 경우, 확인 정보는 최근 수신한 PMI를 기지국이 사용하였음을 나타낼 것이다. 다만, 기지국이 사용자 기기로부터 수신한 PMI를 사용하기 위해서는 도 3에 도시된 바와 같이 소정의 처리 시간(Processing Time)이 소요될 수 있으며, 따라서 확인 정보에 대응하는 PMI는 소정 프레임 이전에 사용자 기기로부터 보고된 PMI, 예를 들어 n-x번째 서브프레임에서 사용자 기기로부터 보고된 PMI일 수 있다. 이때, 상기 "x"는 미리 결정된 정수일 수도, 상위 계층 시그널링 정보에 따라 결정되는 정수일 수도 있다.

[0052] 따라서, 본 발명의 바람직한 일 실시형태에서는 확인 정보를 이용하여 기지국이 최근 수신한 PMI를 사용하였음을 나타내되, 확인 정보 전송 시점이 n번째 서브프레임인 경우 확인 정보는 n-x번째 서브프레임을 통해 보고된 PMI를 이용한 것을 나타내도록 설정할 수 있다.

[0053] 구체적으로 사용자 기기로부터 수신된 PMI를 처리하기 위해서는 약 3 ms가 소요될 수 있다. 이와 같은 상황을 가정하여 바람직하게 상기 x는 4로 미리 설정하여 놓을 수 있다.

[0054] 여기서, "확인 정보"는 상술한 기능을 수행하는 한 제어 정보 전송 형태에 따라 "확인 필드(Confirmation field)" 정보, 또는 특별한 용어 없이 기지국이 UE가 보고한 PMI를 이용하였음을 나타내는 하향링크 제어 정보의 일부로 나타내어 질 수 있다.

[0055]

한편, 상술한 프리코딩 정보는 상기 표 1에 나타난 바와 같이 기지국의 안테나 수 및 전송 모드별로 상이한 비트 수를 가질 수 있다. 이때, 전송 모드로는 표 1에 나타난 바와 같이 개루프 공간 다중화 모드 및 페루프 공간 다중화 모드가 있을 수 있다. 이들 중 개루프 공간 다중화 모드의 경우 사용자 기기로부터 피드백 정보의 수신 없이 랭크 및 PMI 등을 선택하여 전송하므로 상술한 확인 정보 추가의 실익이 없을 수 있다. 따라서, 본 실시형태에서는 상술한 확인 정보를 페루프 공간 다중화 전송 모드에 대한 프리코딩 정보에 추가하여 이용하는 것을 제안한다. 이에 따라 상기 표 1에 나타난 바와 같은 비트 수를 가지는 프리코딩 정보의 구체적인 내용은 다음과 같이 설정할 수 있다.

표 2

[0056]

1개 코드워드:		2개 코드워드:	
코드워드 1 -> 활성화 코드워드 2 -> 비활성		코드워드 1 -> 활성화 코드워드 2 -> 활성화	
인덱스에 매핑되는 비트 필드	메시지	인덱스에 매핑되는 비트 필드	메시지
0	RI=1: 전송 다이버시티	0	RI=2: 프리코딩 행렬 $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$ 에 대응하는 PMI
1	RI=1: 프리코딩 벡터 $\begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} / \sqrt{2}$ 에 대응하는 PMI	1	RI=2: 프리코딩 행렬 $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$ 에 대응하는 PMI
2	RI=1: 프리코딩 벡터 $\begin{bmatrix} 1 & -1 \end{bmatrix} / \sqrt{2}$ 에 대응하는 PMI	2	RI=2: PUSCH를 통해 보고된 최신 PMI에 대한 확인
3	RI=1: 프리코딩 벡터 $\begin{bmatrix} 1 & j \end{bmatrix} / \sqrt{2}$ 에 대응하는 PMI	3	유보
4	RI=1: 프리코딩 벡터 $\begin{bmatrix} 1 & -j \end{bmatrix} / \sqrt{2}$ 에 대응하는 PMI	4	유보
5	RI=1: PUSCH를 통해 보고된 최신 PMI에 대한 확인, 만일 RI=2가 보고되는 경우, 보고된 PMI 및 보고된 RI에 의해 나타내어지는 모든 프리코더의 첫번째 열을 이용	5	유보
6	RI=1: PUSCH를 통해 보고된 최신 PMI에 대한 확인, 만일 RI=2가 보고되는 경우, 보고된 PMI 및 보고된 RI에 의해 나타내어지는 모든 프리코더의 두번째 열을 이용	6	유보
7	유보	7	유보

표 3

[0057]

1개 코드워드: 코드워드 1 -> 활성화 코드워드 2 -> 비활성		2개 코드워드: 코드워드 1 -> 활성화 코드워드 2 -> 활성화	
인덱스에 매핑되는 비트 필드	메시지	인덱스에 매핑되는 비트 필드	메시지
0	RI=1: 전송 파워버시티	0	RI=2: PMI=0
1	RI=1: PMI=0	1	RI=2: PMI=1
2	RI=1: PMI=1	⋮	⋮
⋮	⋮	15	RI=2: PMI=15
16	RI=1: PMI=15	16	RI=2: PUSCH를 통해 보고된 최신 PMI에 대한 확인
17	RI=1: PUSCH를 통해 보고된 최신 PMI에 대한 확인	17	RI=3: PMI=0
18	RI=2: PMI=0	18	RI=3: PMI=0
19	RI=2: PMI=1	19	RI=3: PMI=1
⋮	⋮	⋮	⋮
33	RI=2: PMI=15	32	RI=3: PMI=15
34	RI=2: PUSCH를 통해 보고된 최신 PMI에 대한 확인	33	RI=3: PUSCH를 통해 보고된 최신 PMI에 대한 확인
35 ~63	유보	34	RI=4: PMI=0
		35	RI=4: PMI=1
		⋮	⋮
		49	RI=4: PMI=15
		50	RI=4: PUSCH를 통해 보고된 최신 PMI에 대한 확인
		51 ~ 63	유보

[0058]

상기 표 2는 본 실시형태에 따른 2 안테나 포트, 페루프 공간 다중화 전송 모드에 대한 프리코딩 정보의 내용을 나타내며, 상기 표 3은 본 실시형태에 따른 4 안테나 포트 페루프 공간 다중화 전송 모드에 대한 프리코딩 정보의 내용을 나타낸다. 상기 표 2 및 표 3에 있어서 확인 정보는 굵은 글씨체로 나타난 부분에 포함되며, 기지국은 n번째 서브프레임을 기준으로 n-x번째, 바람직하게는 n-4번째 서브프레임을 통해 보고된 PMI를 이용하였음을 사용자 기기에게 알려 주게 된다.

[0059]

한편, 이하에서는 사용자 기기가 피드백 정보를 전송하는 모드별도 상술한 실시형태를 좀더 구체적으로 설명한다.

[0060]

사용자 기기가 기지국에 피드백하는 정보로는 CQI, PMI 등이 있으며, 3GPP LTE 시스템의 경우 사용자 기기는 이와 같은 피드백 정보를 물리 상향링크 공유 채널(PUSCH) 또는 물리 상향링크 제어 채널(PUCCH)을 통해 보고할 수 있다. 아래 표 4 및 표 5는 각각 PUSCH 보고 모드 및 PUCCH 보고 모드에 대한 CQI/PMI의 보고 타임을 나타낸다.

표 4

		PMI Feedback Type		
		No PMI	Single PMI	Multiple PMI
PUSCH CQI Feedback Type	Wideband (wideband CQI)			Mode 1-2
	UE Selected (subband CQI)	Mode 2-0		Mode 2-2
	Higher Layer-configured (subband CQI)	Mode 3-0	Mode 3-1	

[0061]

표 5

		PMI Feedback Type	
		No PMI	Single PMI
PUCCH CQI Feedback Type	Wideband (wideband CQI)	Mode 1-0	Mode 1-1
	UE Selected (subband CQI)	Mode 2-0	Mode 2-1

[0062]

[0063]

상기 표 4에 나타난 바와 같은 PUSCH 보고 모드에서는 신뢰할 수 있는 CQI/PMI 보고를 보장하기 위해 CRC가 부착될 수 있다. 따라서, 상술한 설명에서와 같이 하향링크 제어 채널에서 확인 정보가 기지국이 사용자 기기로부터 최근 수신한 PMI를 이용하였음을 나타내도록 이용될 수 있다.

[0064]

한편, 상기 표 5에 나타난 바와 같은 PUCCH 보고 모드에서는 CRC가 부착되지 않으며, 기지국은 PUCCH를 통해 보고된 CQI/PMI가 신뢰할 수 있는지 여부가 있는지 여부에 대해 확인할 수 없다. 이 경우, 기지국과 사용자 기기 사이의 PMI 혼동을 방지하기 위해 하향링크에서 명시적인 PMI 지시 정보가 필요하게 된다.

[0065]

따라서, 본 발명의 상술한 실시형태에서 제안한 확인 정보는 사용자 기기로부터 PUSCH를 통해 수신된 PMI만을 고려하고, PUCCH를 통해 수신된 PMI는 고려하지 않는 것을 제안한다.

[0066]

한편, PUSCH 데이터 전송과 PUCCH CQI/PMI 전송이 동시에 요청되는 경우, PUCCH 보고 비트들은 PUSCH 전송에 피기백(piggy-backed)될 수 있다. 이와 같이 PUSCH에 피기백된 PUCCH CQI/PMI 보고의 자원 할당 관계를 설명하면 다음과 같다.

[0067]

도 4는 PUSCH에 데이터, 제어 채널, ACK/NACK 및 랭크 정보가 다중화되어 전송되는 경우 자원 할당 관계를 나타낸 도면이다.

[0068]

먼저 데이터와 제어 채널은 서로 직렬적으로 다중화된다. 구체적으로 먼저 제어 채널이 그 다음 연이어 데이터가 연결되어 다중화된다. 이와 같이 다중화된 제어 채널과 데이터는 시간 축을 우선적으로, 즉 하나의 심볼 영역에서 가상 서브캐리어 인덱스(virtual subcarrier index)를 증가시켜 매핑한 후, 다음 심볼 영역에 동일한 방식으로 매핑하는 방식으로 매핑시킨다. 그리고, 랭크 정보는 참조 신호(reference signal)가 전송되는 심볼에서 1 심볼 떨어진 심볼에, ACK/NACK 정보는 참조 신호가 전송되는 심볼에 인접한 심볼에 가상 서브캐리어 인덱스가

큰 쪽에서 작은 쪽으로 매핑시킨다. 도 4는 상술한 바와 같은 매핑 순서에 따라 데이터, 제어 채널, ACK/NACK 및 랭크 정보가 다중화된 형태를 도시한다.

- [0069] 도 4에 도시된 바와 같이 PUSCH에 데이터, 제어 채널, ACK/NACK 및 랭크 정보가 다중화되어 전송되는 경우, 상술한 PUSCH에 피기백된 PUCCH CQI/PMI 정보는 도 4의 제어 채널 영역을 통해 전송될 수 있다.
- [0070] 이와 같이 PUSCH 내에 PUCCH 피드백 정보가 피기백되어 전송되는 경우, 본 실시형태에서는 다음과 같은 사항을 제안한다.
- [0071] 첫째로, 본 실시형태에서는 PUSCH에 피기백된 PUCCH 피드백 정보는 CRC를 포함하지 않도록 설정하는 것을 제안한다. PUCCH 피드백 정보의 경우 하향링크 제어 시그널링 내에 명시적인 PMI 지시 정보 전송을 채택하고 있기 때문에 별도의 CRC를 포함할 필요가 없다. 또한, PUCCH 피드백 정보의 경우 일반적으로 최대 10 내지 12 비트 정도의 작은 크기를 가지기 때문에 8 비트의 CRC 부착은 에러 검색을 위해 지나치게 큰 오버헤드가 될 수 있기 때문이다.
- [0072] 둘째로, 본 실시형태에서는 PUSCH에 피기백된 PUCCH 피드백 정보의 경우 상술한 확인 정보에 의해 지시되는 PMI로서 고려되지 않도록 설정하는 것을 제안한다. n번째 서브프레임의 하향링크 제어 시그널링에 확인 정보가 설정되는 경우, 사용자 기기는 상술한 바와 같이 n-x번째 서브프레임 이전에 사용자 기기가 보고한 최신 PMI를 기지국이 이용한 것으로 가정하게 된다. 따라서, 이러한 최신 PMI로서 상술한 바와 같이 PUSCH에 피기백된 PUCCH 피드백 정보 역시 고려되는 경우, PUSCH 보고 모드가 채널 상태에 대해 보다 큰 정보를 가지기 때문에 심각한 성능 저하가 발생할 수 있기 때문이다.
- [0073] 따라서, 본 발명의 바람직한 실시형태에서는 페루프 공간 다중화 전송 모드에 대한 프리코딩 정보 내에 설정되는 확인 정보가 n번째 서브프레임의 특정 자원 블록(RB)을 통해 전송되는 경우, 이 확인 정보는 n-4번째 또는 그 이전 서브프레임의 PUSCH를 통해 전송된 PMI, 즉 PUCCH를 통해 전송된 PMI를 제외한 PMI를 기지국이 이용하였음을 나타내도록 설정하는 것을 제안한다.
- [0074] 한편, 상기 표 4의 전송 모드들 중 단일 PMI 전송 모드 및 다중 PMI 전송 모드에 대응하는 모드 1-2(Mode 1-2), 모드 2-2(Mode 2-2) 및 모드 3-1(Mode 3-1)에 대해 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.
- [0075] 먼저 광대역 피드백(Wideband Feedback)에 대응하는 모드 1-2에 대해 살펴본다. 모드 1-2에서는 각 서브밴드(Subband)에 대해 해당 서브밴드로만 전송이 이루어진다는 가정하에 선호되는 프리코딩 행렬들이 코드북으로부터 선택된다. 사용자 기기는 각 서브밴드 내에서 대응하는 선택된 프리코딩 행렬을 이용하고 S개의 서브밴드로 전송하는 것을 가정하였을 때 산정되는, 코드워드당 하나의 광대역 CQI 값을 보고한다. 또한, 사용자 기기는 S개의 서브밴드 각각에 대해 선택된 PMI를 보고한다.
- [0076] 또한, 상위계층에 의해 구성되는 서브밴드 피드백에 해당하는 모드 3-1에 대해 살펴본다. 모드 3-1에서는 S개의 서브밴드상으로 전송이 이루어지는 것을 가정하여 코드북으로부터 하나의 프리코딩 행렬이 선택된다. 사용자 기기는 전체 서브밴드에서 상술한 바와 같이 선택된 하나의 프리코딩 행렬을 이용하여 전송하는 것을 가정하여 산정되는, 각각 S개의 서브밴드에 대한 코드워드당 하나의 CQI 값을 보고한다. 또한, 사용자 기기는 S개의 서브밴드를 통해 전송되고 전체 서브밴드에서 하나의 프리코딩 행렬이 이용되는 것을 가정하여 산정된, 코드워드당 하나의 광대역 CQI 값을 전송한다. 아울러, 사용자 기기는 하나의 PMI를 전송하게 된다.
- [0077] 마지막으로 사용자 기기가 선택하는 서브밴드 피드백에 해당하는 모드 2-2에 대해 살펴본다. 모드 2-2에서 사용자 기기는 S개의 서브밴드 세트 내에서 크기 k를 가지는 M개의 선호되는 서브밴드를 선택하고, 이 M개의 선택된 서브밴드를 통한 전송에 이용할 선호되는 프리코딩 행렬을 코드북으로부터 선택한다. 그 후, 사용자 기기는 상술한 M개의 선호되는 서브밴드를 통해, M개의 서브밴드 각각을 통해 상술한 바와 같이 선택된 하나의 프리코딩 행렬을 이용하여 전송하는 경우를 반영하여 코드워드당 하나의 CQI를 보고할 수 있다. 또한, 사용자 기기는 M개의 선택된 서브밴드에 대해 선호되는 하나의 프리코딩 행렬을 보고할 수 있다. S개의 서브밴드를 통해 전송한다는 가정하에 하나의 프리코딩 행렬이 코드북으로부터 선택된다. 또한, 사용자 기기는 S개의 서브밴드로 전송이 이루어지고 전체 서브밴드에서 하나의 프리코딩 행렬이 이용된다는 가정하에 코드워드당 광대역 CQI를 보고할 수 있다. 아울러, 사용자 기기는 S개의 서브밴드 전체에 대해 선택된 하나의 PMI를 보고할 수 있다.
- [0078] 상술한 바와 같은 전송 모드 1-2, 2-2, 3-1이 상이한 시스템 구성하에서 구현되는 경우의 전체 오버헤드를 나타내면 다음과 같다.

표 6

Mode	No. CW	5MHz (25 RBs)		10MHz (50 RBs)		20MHz (100 RBs)	
		2-TX	4-TX	2-TX	4-TX	2-TX	4-TX
1-2	1	25	32	31	40	43	56
	2	21	35	25	43	33	59
2-2	1	21	23	25	27	30	32
	2	24	28	28	32	33	37
3-1	1	21	22	25	26	33	34
	2	37	39	45	47	61	63

[0079]

[0080]

상기 표 6은 시스템 대역이 5 MHz (25 RB), 10 MHz(50 RB), 20 MHz (100 RB)이고, 각각 2 전송 안테나 (2 Tx)와 4 전송 안테나 (4 Tx) 상황에서 각 전송 모드별 오버헤드를 비트 수로 나타낸 것이다.

[0081]

상기 표 6에서는 각 전송 모드에서 단지 정보 비트만을 고려하여 산정된 것이다. 따라서 CRC와 같이 에러 존재 여부를 확인하기 위한 추가적인 잉여 비트가 존재하는 경우 이에 대한 고려가 필요하다.

[0082]

일반적으로 하향링크에서 기지국은 상술한 확인 정보를 통해 하나의 PMI에 대한 확인 정보만을 나타내게 된다. 이러한 상황에서 단일 PMI 전송 모드에 해당하는 상기 모드 3-1의 경우, 기지국은 사용자 기기로부터 피드백된 하나의 PMI를 에러 존재 여부에 관계없이 이용할 수 있으므로, 오버헤드를 감소시키기 위해 이에 대한 별도의 확인 정보를 이용할 실익이 적다. 반면, 다중 PMI 전송 모드에 해당하는 상기 모드 1-2 및 2-2의 경우 사용자 기기로부터 전송된 PMI들을 기지국이 이용하였는지에 대한 확인 정보를 전송할 실익이 있다. 어느 PMI를 이용하였는지 여부는 상기 도 3과 관련하여 상술한 바와 같이 PMI 피드백과 확인 정보 전송 사이의 시간 관계를 명확히 함으로써 기지국과 사용자 기기 사이에 혼동을 방지할 수 있다.

[0083]

이와 같은 실시형태에 따라 다중 PMI 전송 모드에 해당하는 상기 모드 1-2 및 2-2에 대해서만 CRC를 부착할 경우, 상기 표 6에 이를 추가적으로 고려한 전체 오버헤드는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

표 7

Mode	No. CW	5MHz (25 RBs)		10MHz (50 RBs)		20MHz (100 RBs)	
		2-TX	4-TX	2-TX	4-TX	2-TX	4-TX
1-2	1	25+L	32+L	31+L	40+L	43+L	56+L
	2	21+L	35+L	25+L	43+L	33+L	59+L
2-2	1	21+L	23+L	25+L	27+L	30+L	32+L
	2	24+L	28+L	28+L	32+L	33+L	37+L
3-1	1	21	22	25	26	33	34
	2	37	39	45	47	61	63

[0084]

[0085]

상기 표 7에서 "L"은 CRC의 비트 수를 나타내며, 구체적인 비트 수는 정보 비트의 크기 및/또는 대역폭에 따라 상이할 수 있다. 예를 들어 상기 모드 1-2 및 2-2에 부착되는 CRC로서, 16 비트 길이의 CRC를 이용할 수 있으며, 이러한 CRC의 생성 다항식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

[0086]

$$g_{CRC16}(D) = [D^{16} + D^{12} + D^5 + 1] \text{ for a CRC length } L = 16$$

[0087]

또한, 상기 모드 1-2 및 2-2에 대해 길이 8, 즉 L=8인 CRC를 부착할 수도 있다.

[0088]

상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시형태에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시 형태를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를

부여하려는 것이다.

산업이용 가능성

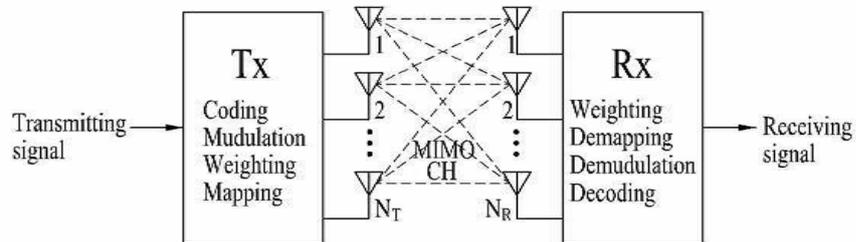
- [0089] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들에 따른 하향링크 제어 정보 송수신 방법에 따르면 적은 양의 프리코딩 정보를 이용하여 기지국이 사용한 PMI에 대한 정보를 사용자 기기에게 효율적으로 알려줄 수 있으며, 효율적으로 CRC 부착을 설정하여 시스템 성능을 유지하면서 오버헤드를 최소화할 수 있다.
- [0090] 이와 같은 방식은 본 발명의 상세한 설명에서 예를 들은 3GPP LTE 시스템뿐만 아니라 3GPP LTE-A, IEEE 802.16 계열 시스템 등 다양한 시스템에 동일한 원리에 의해 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

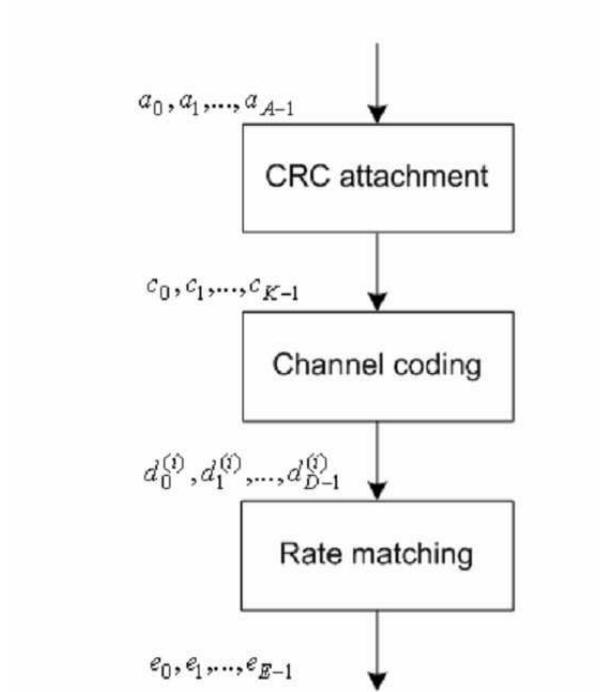
- [0091] 도 1은 일반적인 다중 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.
- [0092] 도 2는 DCI의 프로세싱 구조를 나타낸 순서도이다.
- [0093] 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따라 사용자 기기가 보고한 PMI와 확인 정보 사이의 시간 관계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0094] 도 4는 PUSCH에 데이터, 제어 채널, ACK/NACK 및 랭크 정보가 다중화되어 전송되는 경우 자원 할당 관계를 나타낸 도면이다.

도면

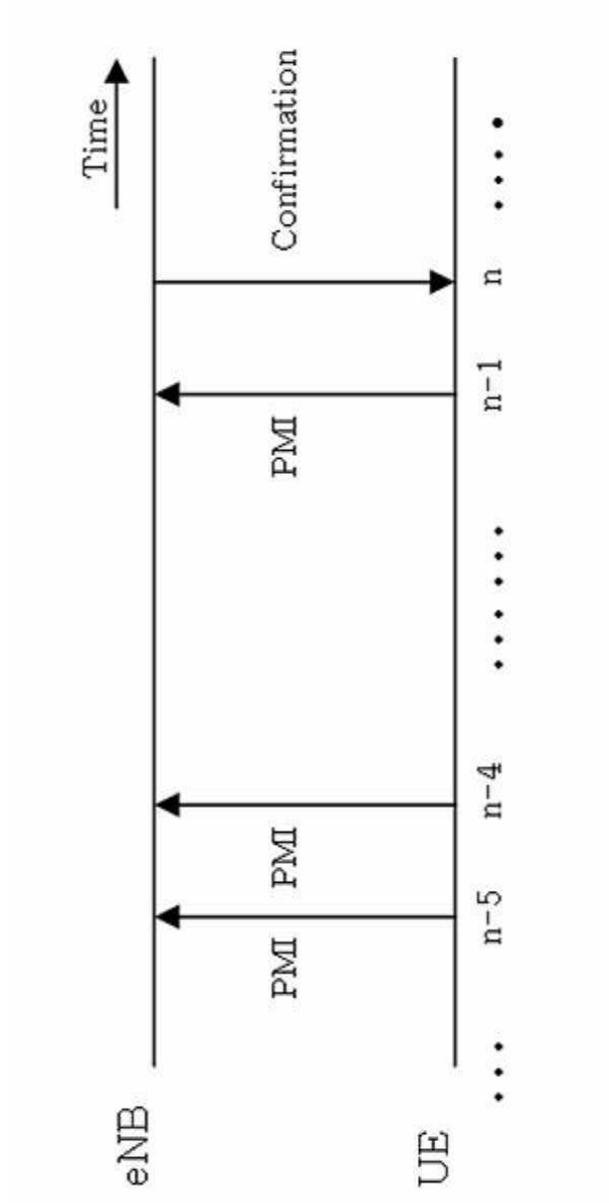
도면1



도면2



도면3



도면4

