

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호
WO 2011/049415 A2

(43) 국제공개일
2011년 4월 28일 (28.04.2011)

PCT

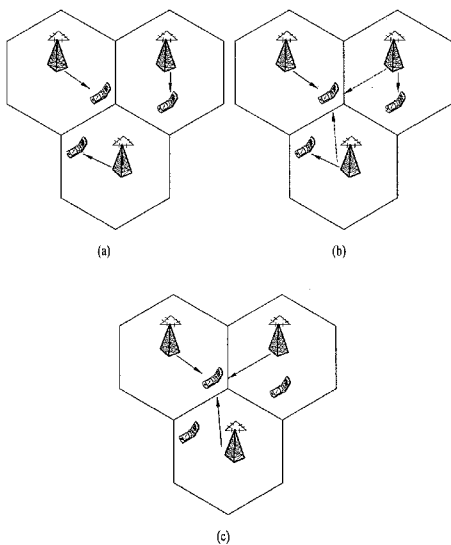
- (51) 국제특허분류: **H04B 7/04** (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/007331
- (22) 국제출원일: 2010년 10월 25일 (25.10.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
 - 61/254,740 2009년 10월 25일 (25.10.2009) US
 - 61/255,482 2009년 10월 27일 (27.10.2009) US
 - 10-2010-0012764 2010년 2월 11일 (11.02.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.)** [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자: **김**
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **강지원 (KANG, Ji Won)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **구자호 (KOO, Ja Ho)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **임빈철 (IHM, Bin Chul)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **정재훈**
- (74) 대리인: **김용인 (KIM, Yong In)** 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR TRANSMITTING FEEDBACK INFORMATION TO TERMINAL IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM USING CoMP TRANSMISSION

(54) 발명의 명칭 : CoMP 동작을 수행하는 무선 통신 시스템에서 단말이 피드백 정보를 전송하는 방법 및 장치

[도 3]



(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system having at least one base station utilizing CoMP (Coordinated Multi-Point) transmission, wherein a terminal receives a reference signal from said at least one base station. If said at least one base station makes a transmission based on said reference signal through Coordinated beamforming (CB), information based on PMI (precoding matrix index) corresponding to each base station is determined. Accordingly, if said at least one base station makes a transmission based on joint processing, phase set information is determined for phase correction of the formed beam. Thus, the present method transmits feedback information, comprising PMI set information based on CB and said phase set information, from said at least one base station to a server base station.

(57) 요약서: 본 발명은 하나 이상의 기지국이 CoMP(Coordinated Multi-Point) 동작을 수행하는 무선 통신 시스템에서, 단말이 상기 하나 이상의 기지국으로부터 기준 신호(reference signal)를 수신하고, 상기 기준 신호를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 코디네이티드 빔포밍(Coordinated beamforming) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국 각각에 대응하는 PMI(precoding matrix index) 세트 정보를 결정하고, 이를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 연합 프로세싱(joint processing) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국이 형성하는 빔들의 위상 보정(phase correction)을 위한 위상 세트 정보를 결정하여, 상기 CB 방식의 PMI 세트 정보 및 상기 위상 세트 정보를 포함하는 피드백 정보를 상기 하나 이상의 기지국 중 서버 기지국으로 송신하는 피드백 정보 전송 방법에 관한 것이다.

WO 2011/049415 A2

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

【명세서】

【발명의 명칭】

CoMP 동작을 수행하는 무선 통신 시스템에서 단말이 피드백 정보를 전송하는 방법 및 장치

5 【기술분야】

본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 구체적으로는 CoMP 동작을 수행하는 무선 통신 시스템에서 단말이 피드백 정보를 전송하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

【배경기술】

10 최근 광대역 무선이동통신 기술로서 다중 입출력(Multiple Input Multiple Output: MIMO) 시스템이 각광받고 있다. MIMO 시스템은 다수의 안테나를 사용하여 데이터의 통신 효율을 높이는 시스템을 말한다. MIMO 시스템은 동일 데이터 송신 여부에 따라 공간 다중화 기법(Spatial Multiplexing) 과 공간 다이버시티(Spatial Diversity) 기법으로 나눌 수 있다.

15 공간 다중화 기법은 다수의 송신 안테나를 통하여 서로 다른 데이터를 동시에 송신함으로써 시스템의 대역폭을 증가하지 않고서도 고속으로 데이터를 송신할 수 있는 방식을 말한다. 즉, 송신측에서는 각 송신 안테나를 통해 서로 다른 데이터를 송신하고, 수신측에서는 적절한 간섭제거 및 신호처리를 통하여 송신 데이터를 구분함으로써, 송신률을 송신 안테나 수만큼 향상시키는 방식이다.

20 공간 다이버시티 기법은 다수의 송신 안테나에서 동일한 데이터를 송신하여 송신 다이버시티를 얻을 수 있는 방식을 말한다. 이러한 공간 다이버시티 기법의

일 예로 시공간 채널 코딩(Space Time Channel coding)이 있다. 공간 다이버시티 기법은 다중의 송신 안테나에서 동일한 데이터를 송신함으로써, 송신 다이버시티 이득(성능이득)을 극대화시킬 수 있다. 다만, 공간 다이버시티 기법은 송신률을 향상시키는 방법은 아니며, 다이버시티 이득에 의한 송신 신뢰도를 높이는
5 기술이다.

또한, MIMO 기술은 수신측에서 송신측으로의 채널 정보의 피드백 여부에 따라 개루프 방식 및 폐루프 방식으로 구분할 수 있다. 개루프 방식에는 송신단에서 정보를 병렬로 송신하며 수신단에서는 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error)방식을 반복 사용하여 신호를 검출하고 송신 안테나 수만큼 정보량을
10 늘릴 수 있는 블라스트(BLAST) 및 공간 영역을 이용하여 송신 다이버시티와 부호화 이득을 얻을 수 있는 STTC(Space-Time Trellis Code) 방식 등이 있다. 그리고 폐루프 방식에는 TxAA(Transmit Antenna Array) 방식 등이 있다.

도 1은 기존의 인트라 기지국(intra eNB)과 인터 기지국(inter eNB)의 CoMP(Coordinated Multi-Point)를 개념적으로 도시한 도면이다.

도 1을 참조하면, 다중 셀(Multi Cell) 환경에서 인트라 기지국(110, 120) 및 인터 기지국(130)이 존재한다. LTE(Long Term Evolution)에서 인트라 기지국은 몇 개의 셀(혹은 섹터)로 이루어져 있다. 특정 단말이 속한 기지국에 속한 셀 들은 특정 단말과 인트라 기지국(110, 120) 관계에 있다. 즉, 단말이 속한 자신의 셀과 같은 기지국을 공유하는 것이 셀 들은 인트라 기지국(110, 120)에 해당하는 셀
20 들이며 다른 기지국들에 속한 셀 들은 인터 기지국(130)에 해당하는 셀들이 된다. 이와 같이, 특정 단말과 동일한 기지국을 기반으로 하고 있는 셀 들은

x2인터페이스를 통해 정보(예를 들어 데이터, 채널상태정보(Channel State Information: CSI))를 주고 받지만, 다른 기지국을 기반으로 하고 있는 셀 들은 백홀(140) 등을 통해서 셀 간 정보를 주고 받을 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 단일 셀 내에 있는 단일 셀 MIMO 사용자(150)는 한 셀(섹터)에서 하나의 서빙 기지국과 통신하고, 셀 경계에 위치한 다중 셀 MIMO 사용자(160)는 다중 셀(섹터)에서 다수의 서빙 기지국과 통신할 수 있다.

코디네이티드 멀티 포인트(Coordinated Multi-Point: CoMP) 시스템(이하 CoMP 시스템이라 한다)은 다중 셀 환경에서 개선된 MIMO 송신을 적용함으로써 셀 경계에 있는 사용자의 처리량을 개선하기 위한 시스템이다. CoMP 시스템을 적용하면 다중 셀 환경에서 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference)을 줄일 수 있다. 이러한 CoMP 시스템을 이용하면, 단말은 다중-셀 기지국(Multi-cell base-station)으로부터 공동으로 데이터를 지원받을 수 있다. 또한, 각 기지국은 동일한 무선 주파수 자원(Same Radio Frequency Resource)을 이용하여 하나 이상의 단말(MS1, MS2, ... MSK)에 동시에 지원함으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 기지국은 기지국과 단말 간의 채널상태정보에 기초하여 공간 분할 다중접속(Space Division Multiple Access: SDMA) 방법을 수행할 수 있다.

이러한 CoMP 방식은 데이터 공유를 통한 협력적 MIMO 형태의 연합 프로세싱(joint processing)과 코디네이티드 스케줄링 방식/빔포밍 방식(coordinated scheduling scheme/beamforming scheme)으로 나눌 수 있다.

CoMP 시스템에서 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국들은 백본망(Backbone Network)을 통해 스케줄러(scheduler)에 연결된다. 스케줄러는

백본망을 통하여 각 기지국(BS1, BS2, ... BSM)이 측정된 각 단말(MS1, MS2, ... MSK) 및 협력 기지국 간의 채널 상태에 관한 채널 정보를 피드백 받아 동작할 수 있다. 예를 들어, 스케줄러는 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국에 대하여 협력적 MIMO 동작을 위한 정보를 스케줄링한다. 즉 스케줄러에서 각 기지국으로

5 협력적 MIMO 동작에 대한 지시를 직접 한다.

CoMP 시스템은 셀 간 연합 프로세싱과 코디네이티드 스케줄링/빔포밍 기술뿐만 아니라 서로 지리적으로 떨어져 있는 송신 프로세스 (예를 들어, 다중 안테나) 등을 포함한다. 다중 셀 환경에서 CoMP를 이용하여 셀 경계 단말의 통신 성능을 개선할 수 있다.

10 그러나 현재 LTE(Long Term Evolution) 시스템에서는 단말이 인트라 기지국, 인터 기지국을 구분할 수 있는 기지국 ID가 존재하지 않는다. 따라서 단말이 인트라 기지국, 인터 기지국을 구분하기 위한 추가적인 정보가 필요하다. 또한 단말이 인트라 기지국, 인터 기지국을 구분하더라도 단말이 각 인트라 기지국, 인터 기지국에 대해 어떠한 CoMP 방식을 사용할 지에 대해 아직 정의된 바가 없다.

15 이러한 경우라면, 현재 상황에 맞게 단말이 행동하기 불가하므로 셀 경계에 있는 단말의 통신 성능을 개선하는데 문제가 있다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

상술한 바와 같은 논의를 바탕으로, 이하에서는 단말이 여러 전송 모드에 따라

20 적응적으로 이용할 수 있는 통합된 피드백 정보를 전송하는 방법을 제안하고자 한다.

또한, 본 발명은 CoMP 로 동작하는 무선 통신 시스템에서 연합 프로세싱 방식을 이용할 때 필요로 하는 피드백 전송량으로 단일 셀 기반의 MIMO, CoMP에서의 코디네이티드 빔포밍 방식 및 연합 프로세싱 방식의 전송 모드에서 시스템 성능을 최적화하는 피드백 정보 전송 방법을 제안하고자 한다.

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

【기술적 해결 방법】

- 10 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 양태에 따른 일 실시예에 따라 하나 이상의 기지국이 CoMP(Coordinated Multi-Point) 동작을 수행하는 무선 통신 시스템에서 단말이 피드백 정보를 송신하는 방법은, 상기 하나 이상의 기지국으로부터 기준 신호(reference signal)를 수신하는 단계, 상기 기준 신호를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 코디네이티드 빔포밍(Coordinated beamforming:
- 15 CB) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국 각각에 대응하는 PMI(precoding matrix index) 세트 정보를 결정하는 단계, 상기 CB 방식의 PMI 세트 정보를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 연합 프로세싱(joint processing: JP) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국이 형성하는 빔들의 위상 보정(phase correction)을 위한 위상 세트 정보를 결정하는 단계 및 상기 CB
- 20 방식의 PMI 세트 정보 및 상기 위상 세트 정보를 포함하는 피드백 정보를 상기 하나 이상의 기지국 중 서빙 기지국으로 송신하는 단계를 포함하며, 상기 피드백

정보는 상기 하나 이상의 기지국이 상기 CB 방식으로 동작하는 경우 및 상기 JP 방식으로 동작하는 경우 모두에 이용된다.

상기 CB 방식에 따라 PMI 세트 정보를 결정하는 단계는, 상기 하나 이상의 기지국 간의 신호대 간섭비(signal to interference ratio: SIR) 값을 이용하여
5 상기 PMI 세트 정보를 결정할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 CoMP 피드백 전송 방법에서 상기 PMI 세트 정보 결정시, 상기 서빙 기지국을 제외한 인접 기지국에게 상기 단말에 미치는 간섭이 최소화되는 PMI를 알려주도록 상기 PMI 세트 정보를 결정하는 경우, 상기 PMI 세트 정보는 상기 서빙 기지국에 대해서는 상기 SIR 값을 최대화하도록 최적화된 가중치
10 및 상기 인접 기지국에 대해서는 상기 SIR 값을 최소화하도록 최적화된 가중치를 포함할 수 있다.

이때, 상기 위상 세트 정보 결정 단계는, 상기 PMI 세트 정보에 포함되는 인덱스들을 기 설정된 인덱스 변경 연산을 통해 JP 방식을 위한 인덱스로 변경하는 단계, 상기 변경된 인덱스를 이용하여 JP 방식에 따른 PMI 세트 정보를 결정하는
15 단계 및 상기 JP 방식에 따른 PMI 세트 정보로부터 상기 위상 세트 정보를 도출하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 인덱스 변경 연산은 임의적으로 설정되거나 또는 상기 하나 이상의 기지국이 사용하는 특정 채널에서 상기 PMI 세트 정보에 포함된 인덱스와 상기 변경된 인덱스간의 연합 확률 질량 함수(joint probability mass function)가 최대가 되도록 설정될 수 있다. 한편, 상기 인덱스 변경 연산은
20 상기 단말 및 상기 하나 이상의 기지국 사이에 미리 설정되어 있거나, 복수의 인덱스 변경 연산 방식들을 순차적으로 이용하거나, 또는 상기 단말과 상기 하나

이상의 기지국 사이에 방송 정보를 통해 공유될 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 CoMP 피드백 전송 방법에서 상기 PMI 세트 정보 결정시, 상기 서빙 기지국을 제외한 인접 기지국에게 상기 단말에 미치는 간섭이 최대화되는 PMI를 알려주도록 상기 PMI 세트 정보를 결정하는 경우, 상기 PMI 세트
5 정보는 상기 서빙 기지국 및 상기 인접 기지국에 대해서 상기 SIR 값을 최대화하도록 최적화된 가중치를 포함할 수 있다. 이때, 상기 위상 세트 정보는 상기 PMI 세트 정보로부터 JP 방식을 위한 인덱스 변경 없이 도출될 수 있다.

상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 양태에 의한 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국이 CoMP(Coordinated Multi-Point) 동작을 수행하는
10 방법은, 단말로 기준 신호(reference signal)를 송신하는 단계, 상기 단말로부터 상기 기지국이 하나 이상의 인접 기지국과 코디네이티드 빔포밍(coordinated beamforming: CB) 방식으로 동작하는 경우에 대응하는 PMI(precoding matrix index) 세트 정보 및 상기 기지국이 상기 하나 이상의 인접 기지국과 연합 프로세싱(joint processing: JP) 방식으로 동작하는 경우에 대응하는 위상(phase)
15 세트 정보를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 단계 및 상기 기지국이 상기 하나 이상의 인접 기지국과 상기 CB 방식으로 동작하는 경우 및 상기 JP 방식으로 동작하는 경우 모두에 대해, 상기 피드백 정보를 토대로 프리코더를 구성하여 신호를 전송하는 단계를 포함한다.

상기 CB 방식에 대응하는 PMI 세트 정보는, 상기 기지국과 상기 하나 이상의
20 인접 기지국간의 신호대 간섭비(signal to interference ratio: SIR) 값을 이용하여 결정될 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 지지국의 CoMP 동작 수행 방법에서 상기 PMI 세트 정보가 상기 하나 이상의 인접 지지국에게 상기 단말에 미치는 간섭을 최소화하는 PMI를 알려주도록 결정된 경우, 상기 PMI 세트 정보는 서빙 지지국에 대해서는 상기 SIR 값을 최대화하도록 최적화된 가중치 및 상기 하나 이상의 인접 지지국에
5 대해서는 상기 SIR 값을 최소화하도록 최적화된 가중치를 포함할 수 있다.

이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 지지국이 상기 하나 이상의 인접 지지국과 상기 JP 방식으로 신호를 전송하는 경우, 상기 PMI 세트 정보에 포함되는 인덱스들을 기 설정된 인덱스 변경 연산을 통해 JP 방식을 위한 인덱스로 변경하고, 상기 변경된 인덱스 및 상기 위상 세트 정보를 이용하여 프리코더를 구성할 수
10 있다. 상기 인덱스 변경은 임의적으로 설정된 연산과정 또는 상기 지지국이 사용하는 특정 채널에서 상기 PMI 세트 정보에 포함된 인덱스와 상기 변경된 인덱스간의 연합 확률 질량 함수(joint probability mass function)를 최대화하도록 설정된 연산과정을 통해 수행될 수 있다. 한편, 상기 인덱스 변경 연산은 상기 단말 및 상기 지지국 사이에 미리 설정되어 있거나, 복수의 인덱스
15 변경 연산 방식들을 순차적으로 이용하거나, 또는 상기 단말과 상기 지지국 사이에 방송 정보를 통해 공유될 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 지지국의 CoMP 동작 수행 방법에서, 상기 PMI 세트 정보가 상기 하나 이상의 인접 지지국에게 상기 단말에 미치는 간섭을 최소화하는 PMI를 알려주도록 구성된 경우, 상기 PMI 세트 정보는 상기 지지국 및
20 상기 하나 이상의 인접 지지국에 대해서 상기 SIR 값을 최대화하도록 최적화된 가중치를 포함할 수 있다. 이때, 상기 위상 세트 정보는 상기 PMI 세트 정보로부터

JP 방식을 위한 인덱스 변경 없이 도출될 수 있다.

상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 양태에 의한 일 실시예에 따른 하나 이상의 기지국이 CoMP(Coordinated Multi-Point) 동작을 수행하는 무선 통신 시스템에서 피드백 정보를 전송하는 단말 장치는, 상기 하나 이상의

5 기지국으로부터 기준 신호(reference signal)를 수신하기 위한 수신 모듈, 상기 기준 신호를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 코디네이티드 빔포밍(Coordinated beamforming: CB) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국 각각에 대응하는 PMI(precoding matrix index) 세트 정보를 결정하고, 상기 CB 방식의 PMI 세트 정보를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 연합 프로세싱(joint processing:

10 JP) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국이 형성하는 빔들의 위상 보정(phase correction)을 위한 위상 세트 정보를 결정하여, 상기 CB 방식의 PMI 세트 정보 및 상기 위상 세트 정보를 포함하는 피드백 정보를 생성하는 프로세서 및 상기 피드백 정보를 상기 하나 이상의 기지국 중 서빙 기지국으로 송신하기 위한 송신 모듈을 포함하며, 상기 피드백 정보는 상기 하나 이상의 기지국이 상기

15 CB 방식으로 동작하는 경우 및 상기 JP 방식으로 동작하는 경우 모두에 이용된다.

본 발명의 일 실시예에 따른 단말 장치는, 상기 서빙 기지국을 제외한 인접 기지국에게 상기 단말에 미치는 간섭이 최소화되는 PMI를 알려주도록 상기 PMI 세트 정보를 결정하는 경우, 상기 PMI 세트 정보에 포함되는 인덱스를 JP 방식을 위한 인덱스로 변경하기 위한 인덱스 변경 연산을 저장하는 메모리부를 더 포함할

20 수 있다.

상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 양태에 의한 일 실시예에 따른

무선 통신 시스템에서 CoMP(Coordinated Multi-Point) 동작을 수행하는 기지국은, 단말로 기준 신호(reference signal)를 송신하기 위한 송신 모듈, 상기 단말로부터 상기 기지국이 하나 이상의 인접 기지국과 코디네이티드 빔포밍(coordinated beamforming: CB) 방식으로 동작하는 경우에 대응하는 PMI(precoding matrix index) 세트 정보 및 상기 기지국이 상기 하나 이상의 인접 기지국과 연합 프로세싱(joint processing: JP) 방식으로 동작하는 경우에 대응하는 위상(phase) 세트 정보를 포함하는 피드백 정보를 수신하기 위한 수신 모듈 및 상기 기지국이 상기 하나 이상의 인접 기지국과 상기 CB 방식으로 동작하는 경우 및 상기 JP 방식으로 동작하는 경우 모두에 대해, 상기 피드백 정보를 토대로 프리코더를 구성하여 상기 송신 모듈을 통해 신호를 전송하도록 수행하는 프로세서를 포함한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 기지국은, 상기 PMI 세트 정보가 상기 하나 이상의 인접 기지국에게 상기 단말에 미치는 간섭이 최소화되는 PMI를 포함하는 경우, 상기 PMI 세트 정보에 포함되는 인덱스를 JP 방식을 위한 인덱스로 변경하기 위한 인덱스 변경 연산이 저장된 메모리부를 더 포함할 수 있다.

상기 실시형태들은 본 발명의 바람직한 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

【유리한 효과】

상술한 바와 같은 본 발명의 일 양태에 따르면, 여러 전송 모드에 따라 적응적으로 이용할 수 있는 통합된 피드백 정보를 통해 각 전송 모드에서 시스템

성능을 최적화할 수 있다.

또한, 본 발명은 CoMP 로 동작하는 무선 통신 시스템에서 연합 프로세싱 방식을 이용할 때 필요로 하는 피드백 전송량으로 단일 셀 기반의 MIMO, CoMP에서의 코디네이티드 빔포밍 방식 및 연합 프로세싱 방식의 전송 모드에서

5 시스템 성능을 최적화할 수 있다.

또한, 본 발명은 서빙 기지국이 특정 전송 모드에서 최적의 성능을 위한 피드백을 요청하지 않은 경우 또는 특정 전송 모드에 대한 피드백을 요청하였으나 신호 전송 중 전송 모드를 변경하는 경우, 통합된 피드백 정보를 전송 모드에 적응적으로 이용할 수 있다.

10 본 발명의 부가적인 장점, 목적, 특징들은 이하의 설명을 통해 또는 당업자가 이하의 설명에 기반하여 본 발명을 실시함에 따라 용이하게 알 수 있다. 또한, 본 발명은 당업자가 이하의 설명에 기반하여 본 발명을 실시함에 따라 예측치 않은 장점을 가질 수도 있다.

【도면의 간단한 설명】

15 도 1은 인트라 기지국(intra eNB)과 인터 기지국(inter eNB)의 CoMP(Coordinated Multi-Point)를 개념적으로 도시한 도면이다.

도 2는 이동 통신 시스템의 일례인 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution) 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

20 도 3은 본 발명의 일 실시예와 관련된 무선 통신 시스템에서의 다양한 전송 모드를 설명하기 위한 일 예를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예와 관련된 CoMP(Coordinated Multi-Point)에서 프리코딩 매트릭스 인덱스에 따른 시스템 성능의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 송신하는 방법의 일 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

5 도 6은 CoMP 동작에서 연합 프로세싱(joint processing) 방식을 사용할 때 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용시 빔 이득 성능 비교의 일 예를 나타내는 도면이다.

 도 7은 CoMP 동작에서 연합 프로세싱 방식을 사용할 때 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용시 빔 이득 성능 비교의 다른
10 예를 나타내는 도면이다.

 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 송신하는 방법의 다른 예를 나타내는 절차 흐름도이다.

 도 9는 CoMP 동작에서 연합 프로세싱 방식을 사용할 때 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용시 빔 이득 성능 비교의 또 다른
15 예를 나타내는 도면이다.

 도 10은 CoMP 동작에서 연합 프로세싱 방식을 사용할 때 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용시 빔 이득 성능 비교의 또 다른 예를 나타내는 도면이다.

 도 11은 CoMP 동작에서 연합 프로세싱 방식을 사용할 때 본 발명의 일
20 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용시 빔 이득 성능 비교의 또 다른 예를 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 단말 장치의 블록 구성도이다.

【발명의 실시를 위한 최선의 형태】

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. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명은 이동통신 시스템이 3GPP LTE 시스템인 경우를 가정하여 구체적으로 설명하나, 3GPP LTE의 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.

몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

아울러, 이하의 설명에 있어서 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station) 등 이동 또는 고정형의 사용자단 기기를 통칭하는 것을 가정한다. 또한, 기지국은 Node B, eNode B, Base Station 등 단말과 통신하는 네트워크 단의 임의의 노드를 통칭하는 것을 가정한다.

도 2는 이동 통신 시스템의 일례인 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution) 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은 단계 S201에서 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행한다. 이를 위해 단말은 기지국으로부터 주 동기 채널(P-SCH: Primary Synchronization Channel) 및 부 동기 채널(S-SCH: Secondary Synchronization Channel)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID(Identifier) 등의 정보를 획득할 수 있다. 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리방송채널(Physical Broadcast Channel)을 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 기준 신호(DL RS: Downlink Reference Signal)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

10 초기 셀 탐색을 마친 단말은 단계 S202에서 물리 하향링크제어채널(PDCCH: Physical Downlink Control Channel) 및 상기 물리하향링크제어채널 정보에 따른 물리하향링크공유 채널(PDSCH: Physical Downlink Control Channel)을 수신하여 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.

한편, 기지국에 최초로 접속하거나 신호 송신을 위한 무선 자원이 없는 경우
 15 단말은 기지국에 단계 S203 내지 단계 S206과 같은 임의 접속 과정(Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 단말은 물리 임의접속 채널(PRACH: Physical Random Access Channel)를 통해 특정 시퀀스를 프리엠블로서 송신하고(S203), PDCCH 및 이에 대응하는 PDSCH를 통해 상기 임의접속에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S204). 핸드오버(Handover)의 경우를 제외한 경쟁 기반
 20 임의접속의 경우 그 후 추가적인 PRACH의 송신(S205) 및 PDCCH/PDSCH 수신(S206)과 같은 충돌해결절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향링크 신호 송신 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신(S207) 및 물리상향링크공유채널(PUSCH: Physical Uplink Shared Channel)/물리상향링크제어채널(PUCCH: Physical Uplink Control Channel) 송신(S208)을 수행할 수 있다. 이때 단말이 상향링크를 통해 기지국으로 송신하는 또는 단말이 기지국으로부터 수신하는 제어 정보에는 하향링크/상향링크 ACK/NACK 신호, 채널품질지시자(CQI: Channel Quality Indicator, 이하 'CQI'라고 칭함)/프리코딩 행렬 인덱스(PMI: Precoding Matrix Index, 이하 'PMI'라고 칭함)/랭크 지시자(RI: Rank Indicator, 이하 RI라고 칭함) 등이 포함될 수 있다. 3GPP LTE(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution) 시스템의 경우, 단말은 상기 CQI, PMI, RI 등의 제어 정보를 PUSCH 및/또는 PUCCH를 통해 송신할 수 있다.

본 발명에서 사용되는 기지국이라는 용어는 지역적인 개념으로 사용되는 경우 셀 또는 섹터로 호칭될 수 있다. 서빙 기지국(또는 셀)은 단말에게 주요 서비스를 제공하는 기지국(또는 셀)으로 볼 수 있고, 코디네이티드 다중 송신 포인트(coordinated multiple transmission point: CoMP) 상에서의 제어 정보의 송수신을 수행할 수 있다. 이러한 의미에서 서빙 기지국(또는 셀)은 앵커 기지국(또는 셀)(anchor cell)이라 칭할 수 있다. 서빙 기지국은 단말로부터 수신한 각종 정보를 인접 기지국(셀)로 송신할 수 있다. 마찬가지로 인접 기지국은 지역적인 개념으로 사용되는 경우 인접 셀로 호칭될 수 있다. 하나의 CoMP 세트는 CoMP 동작을 수행하는 셀의 집합을 말한다.

단말은 단일 셀 기반의 MIMO 방식 또는 다중 셀 기반에서 기지국간 협력을

통해 시스템 성능을 향상시키는 CoMP 기술을 이용할 수 있다. CoMP 방식에는 데이터 공유를 통한 협력적 MIMO(Co-MIMO) 형태의 연합 프로세싱(joint processing: JP)과 코디네이티드 스케줄링/빔포밍 방식(Coordinated scheduling/beamforming: CS/CB)방식으로 나눌 수 있다. 이하 도 3을 참조하여 5 간략하게 설명하도록 한다.

도 3은 본 발명의 일 실시예와 관련된 무선 통신 시스템에서의 다양한 전송 모드를 설명하기 위한 일 예를 나타내는 도면이다.

도 3을 참조하면, 도 3의 (a)는 단일 셀 기반의 MIMO 방식에서의 단말과 기지국간의 무선 통신 수행을 나타낸다. 각 기지국은 각 기지국이 속한 셀 내에 10 위치하는 단말을 지원하므로, 단말은 오로지 서빙 셀에 대한 피드백 정보만을 송신할 수 있다.

도 3의 (b)는 CoMP 방식에서 다수의 기지국들이 다수의 셀 각각에 위치하는 단말을 지원하면서 간섭을 최소화하는 코디네이티드 스케줄링/빔포밍(CS/CB) 방식의 일 예를 나타낸다. CS/CB(이하, 'CB'방식이라 칭함) 방식은 셀간 간섭을 15 줄이기 위한 방법으로 단말이 제한 및/또는 추천 PMI를 서빙 기지국으로 송신함으로써 인접 셀로부터의 간섭을 줄일 수 있다. CB 방식은 셀간 간섭을 최소화하기 위하여 인접 기지국들에 대한 PMI를 구성하는 방법에 있어서, best companion 방식 및 worst companion 방식으로 구분할 수 있다.

best companion 방식은 단말이 서빙 기지국으로 CoMP를 수행하는 셀 들에 대해 20 가장 간섭이 최소인 PMI에 대해 보고함으로써 해당 인접 셀들이 그에 해당하는 PMI를 사용함으로써 셀 간 간섭을 줄이는 방법이다. best companion 방식을

이용하면 셀간 간섭을 최소화할 수 있어서 CB 성능이 최대화된다고.

worst companion 방식은 단말이 CoMP를 수행하는 셀들에 대해 간섭이 최대인 PMI를 서빙 기지국으로 보고함으로써 해당 인접 셀들이 그에 해당하는 PMI를 제외한 차선의 PMI를 사용하여 셀 간 간섭을 제거할 수 있는 방법이다. worst
5 companion 방식을 이용하면 셀 간 간섭을 줄이면서도 인접 기지국들이 자신의 셀의 사용자를 위해 선택할 수 있는 빔의 자유도가 커지게 된다.

도 3의 (c)는 CoMP 방식에서 임의의 단말 주변에 위치하는 다수의 기지국들이 상기 단말을 동시에 지원하는 연합 프로세싱(JP) 방식의 일 예를 나타내는 것으로, JP 방식은 기지국 간 데이터 공유를 통한 협력적 MIMO 형태로, 셀 간 간섭은
10 발생하지 않는다.

CB 방식과 JP 방식 등의 다중 셀 기반 CoMP 동작 방식을 효율적으로 수행하기 위해서, 단말은 인접 셀들에 대한 채널 정보(예를 들어, 채널상태정보(Channel State Information: CSI), CQI, PMI, RI, 잡음 및 간섭 분산(Noise and interference variance), 반송파 대 간섭 및 잡음비(CINR: Carrier to
15 Interference plus Noise Ratio) 값 (또는 신호대 간섭 및 잡음비(SINR: Signal to Interference plus Noise Ratio) 값), 인접 셀이 양호한 PMI를 사용하거나 좋지 않은 PMI(bad PMI)를 사용하지 않는 경우에 측정된 CINR 값 (또는 SINR 값)과 그 이전에 측정된 CINR 값(또는 SINR 값)과의 차이 등을 비교하여 서빙 셀의 채널 상태가 어느 정도 개선되었는지를 알려주는 서빙 셀에 대해 개선된 CINR 값(또는
20 SINR 값)) 등을 포함하는 피드백 정보를 서빙 기지국으로 피드백할 수 있다. 이러한 채널 정보를 수신한 셀은 CoMP 동작을 수행하는 인접 셀과 상기 채널

정보를 공유하고, 이를 기반으로 CoMP 동작을 효율적으로 수행할 수 있다.

다만, 이와 같이 CoMP 동작방식에서 CB 방식 및 JP 방식 중 어느 방식을 이용하는지에 따라 최적화된 PMI set를 산출하는 방식은 달라진다. 단말은 상술한 것처럼 각 기지국의 기준 신호(Reference Signal)를 이용하여 PMI, CQI 등을 추정하면서 기지국들이 단일 셀 기반의 MIMO 방식, CB 또는 JP 방식의 CoMP 방식에 따른 전송 모드를 이용할 것인지에 대한 정보 없이 피드백 정보를 송신한다. 이를 해결하기 위해 다양한 전송 모드 각각에 최적화된 PMI set를 모두 피드백 전송하게 되면 피드백 정보량이 너무 많아지게 되어 피드백 오버헤드가 문제된다.

따라서, 본 발명은 다양한 송신 방식에서 단말의 효율적인 피드백 전송을 위해 단일 셀 기반의 MIMO 방식 및 다중 셀 기반의 CoMP 동작 방식에서 CB 방식 및 JP 방식에서 통합하여 사용할 수 있는 피드백 정보 전송 방법을 제안하고자 한다.

이하, 본 발명에 따른 CoMP 피드백 정보 전송 방법을 설명하기 위하여 단일 셀 기반의 MIMO 방식 및 CoMP 동작 방식에서 CB 방식 및 JP 방식에서의 PMI 피드백 정보를 산출하는 방식에 대하여 간략하게 설명하도록 한다.

본 발명을 설명하기 위한 실시예들에서는 단말 주변에 총 N개의 잠재적인 CoMP 기지국들이 존재하고, 그 중 첫 번째 기지국이 단말에 대한 서빙 기지국이라고

가정한다. 단말과 n번째 기지국과의 채널을 H_n 이라고 하고, 본 발명의 일

실시예에 따른 시스템에서는 벡터 코드워드(codeword)들 W_1, W_2, \dots, W_L 을

갖는 크기 L의 랭크 1의 코드북을 사용한다고 가정한다.

1. 단일 셀 기반의 다중 입출력 방식을 이용하는 경우

단일 셀 기반의 MIMO 방식에서 단말이 서빙 기지국인 첫 번째 기지국으로부터 송신된 기준 신호를 이용하여 채널 H_1 을 추정할 수 있다. 단말이 랭크 1의 코드북을 사용하는 경우, 빔의 신호 대 잡음 비(signal to noise ratio: SNR) 이득을 최대화하는 코드워드가 최적의 빔을 형성하므로 수학식 1을 이용한다. 단일 셀 기반에서는 셀간 간섭이 발생할 가능성이 적으므로 SNR 이득의 최대화를 기준으로 프리코딩 벡터를 구성한다.

【수학식 1】

$$W_{1,SC} = \arg \max_{w_i \in \Omega} \|H_1 w_i\|^2$$

10 수학식 1에서 $W_{1,SC}$ 은 단일 셀 기반의 MIMO에서 프리코딩 벡터이고, $\Omega = \{W_1, W_2, \dots, W_L\}$ 은 코드워드 세트 또는 코드북을 의미한다.

2. CoMP 동작에서 CB 방식을 이용하는 경우

15 둘 이상의 다중 셀 기반의 CoMP 동작 방식에서 CB 방식은 피드백 전송 방식에 따라 best companion 방식 및 worst companion 으로 나눌 수 있다.

공통적으로, best companion 방식 및 worst companion 방식의 CB 방식에서는 다수의 기지국들간의 협력을 통해 시스템 성능을 향상시키기 위한 것으로, 단말은 피드백 정보 결정시 셀 간 간섭률을 최소화하도록 설정하는 것이 바람직하다.

따라서, 서빙 기지국에서 사용하는 채널 정보를 토대로 최대비 합성(maximum ratio combining: MRC) 수신 빔 포밍을 수행하는 경우, 수학적 식 2에 나타나 있는 신호 대 간섭비(signal to interference ratio: SIR)를 이용한다.

【수학적 식 2】

$$SIR = \frac{\|\mathbf{H}_1 \mathbf{w}_{1,CB}\|^2}{\sum_{n=2}^N |\mathbf{w}_{n,CB}^H \mathbf{H}_n^H \mathbf{H}_1 \mathbf{w}_{1,CB}|^2}$$

5

수학적 식 2를 참조하면, 셀간 간섭률을 최소화하기 위한 SIR을 최대화하도록

프리코딩 벡터 $\mathbf{W}_{1,CB}, \mathbf{W}_{2,CB}, \dots, \mathbf{W}_{N,CB}$ 을 최적화한다. 여기서,

$\|\mathbf{H}_1 \mathbf{w}_{1,CB}\|^2$ 은 서빙 기지국과 관련 있고, $\sum_{n=2}^N |\mathbf{w}_{n,CB}^H \mathbf{H}_n^H \mathbf{H}_1 \mathbf{w}_{1,CB}|^2$ 은 단말

주변에 존재하는 n개의 인접 기지국들과 관련 있다.

10 다만, CB 방식에 최적화된 PMI set을 구성하는데 있어서 best companion 방식 및 worst companion 방식으로 구분할 수 있다.

(1)CB 방식에서 단말 주변의 셀에서 단말에 미치는 간섭을 최소화하기 위하여 best companion 방식에 따른 피드백 정보를 송신하는 경우, 단말은 서빙 기지국 및
15 인접 기지국에 대한 빔들에 대하여 SIR을 최대화하는 best companion PMI set을

구성한다. 즉, 서빙 기지국에서 이용하는 프리코딩 벡터 $\mathbf{W}_{1,CB}$ 및 n번째 인접

기지국에서 이용하는 프리코딩 벡터인 $\mathbf{W}_{n,CB}$ 은 수학적 식 3과 같이 구성될 수

있다.

【수학식 3】

$$w_{1,CB} = \arg \max_{w_i \in \Omega} \|H_1 w_i\|^2$$

$$w_{n,CB} = \arg \min_{w_i \in \Omega} |w_i^H H_n^H H_1 w_{1,CB}|^2, \quad n = 2, \dots, N$$

best companion 방식은 단말이 CoMP를 수행하는 기지국에 대해 간섭이 최소가
5 되고 SIR이 최대가 되도록 최적화된 PMI에 대해 보고하고, 해당 기지국들은 그에
해당하는 PMI를 사용함으로써 셀 간 간섭을 줄이는 것이므로, 단말은 수학식 3에
표시된 프리코딩 벡터를 각 기지국들로 피드백 전송한다. 피드백 전송되는

프리코딩 벡터를 $W_{n,CB}^f$ 라 하면, $W_{n,CB} = W_{n,CB}^f, n = 1, \dots, N$ 이

10 성립되고, 서빙 기지국 및 인접 기지국들은 단말로부터 피드백된 PMI를 그대로
이용한다.

(2) CB 방식에서 단말 주변의 셀에 위치하는 인접 기지국들이 자신의 셀의
사용자를 위한 빔 선택 자유도를 증가시키는 worst companion 방식을 이용하는
경우, 단말은 서빙 기지국에 대해서는 SIR을 최대화하고, 인접 기지국들에 대한
15 빔들은 SIR을 최소화하는 worst PMI set을 구성한다.

즉, worst companion에서 피드백되는 프리코딩 벡터들을

$W_{1,CB}^f, W_{2,CB}^f, \dots, W_{N,CB}^f$ 이라 하면, 서빙 기지국에 대하여 피드백되는

프리코딩 벡터 $W_{1,CB}^f$ 는 전체 코드북에서 SIR을 최대화하도록 결정하고, 인접
 5 기지국에 대하여 피드백되는 프리코딩 벡터들 $W_{2,CB}^f, \dots, W_{N,CB}^f$ 은 전체
 코드북에서 SIR을 최소화하도록 결정하며, 수학식 4를 이용한다.

【수학식 4】

$$w_{1,CB}^f = \arg \max_{w_i \in \Omega} \|H_1 w_i\|^2$$

$$w_{N,CB}^f = \arg \max_{w_i \in \Omega} |w_i^H H_n^H H_1 w_{1,CB}|^2, \quad n = 2, \dots, N$$

따라서, worst companion의 CB방식에서 서빙 기지국은 단말로부터 피드백

전송된 PMI를 이용하고($w_{1,CB} = w_{1,CB}^f$), 인접 기지국들은 단말로부터 피드백 전송된

PMI가 아닌 다른 PMI을 이용한다($w_{n,CB} \neq w_{n,CB}^f, n = 2, \dots, N$). 예를 들어,

인접 기지국들은 단말로부터 피드백 전송된 worst PMI 정보만을 제외하고 나머지

10 PMI를 이용한 프리코더를 설정할 수 있고, 또는 worst PMI와 상관도가 낮은

프리코딩 벡터들 중에서 결정할 수도 있다.

3. CoMP 동작에서 JP 방식을 이용하는 경우

CoMP 동작에서 JP 방식을 이용하는 경우, 서빙 기지국 및 인접 기지국들은

15 하나의 단말을 위한 동일한 정보를 송신하므로 빔들이 혼합된다. 따라서, 서빙

기지국은 프리코딩 벡터를 그대로 이용하고, 인접 기지국들은 프리코딩 벡터에

위상보정을 위한 위상 정보도 피드백 전송받는다. 서빙 기지국은 프리코딩

벡터로 $\mathbf{W}_{1,JP}$ 를 사용하고, 인접 기지국들은 프리코딩 벡터로 위상정보를

포함하는 $\mathbf{W}_{n,JP} e^{j\theta_n}$ 을 사용한다. 여기서, $\theta_n, n=2, \dots, N$ 은 K개의 위상들

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_K$ 에서 결정된다.

- 5 JP 방식에서는 모든 기지국들이 하나의 단말에 동일한 정보를 송신하므로 간섭은 발생하지 않으며, 최적의 성능을 위해 혼합되는 빔의 이득을 최대화하는 것이 바람직하다. 혼합된 빔으로 MRC 수신 빔 포밍을 수행할 때의 빔 이득은 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

【수학식 5】

$$PowerGain = \sum_{n=1}^N \|\mathbf{H}_n \mathbf{w}_{n,JP}\|^2 + 2 \operatorname{Re} \left\{ \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \mathbf{w}_{i,JP}^H \mathbf{H}_i^H \mathbf{H}_j \mathbf{w}_{j,JP} e^{j(\theta_i - \theta_j)} \right\}, \text{ where } \theta_1 = 0$$

10

수학식 5를 통한 빔 이득을 최대화하기 위하여 각 component 별로 최적화를 수행하면, 수학식 6 및 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

【수학식 6】

$$\mathbf{w}_{n,JP} = \arg \max_{\mathbf{w}_n \in \Omega} \|\mathbf{H}_n \mathbf{w}_n\|^2, \quad n = 1, \dots, N$$

15 【수학식 7】

$$\{\theta_{2,JP}, \theta_{3,JP}, \dots, \theta_{N,JP}\}$$

$$= \arg \max_{\{\theta_2, \theta_3, \dots, \theta_N\} = A^{N-1}} \operatorname{Re} \left\{ \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \mathbf{w}_{j,JP}^H \mathbf{H}_j^H \mathbf{H}_i \mathbf{w}_{i,JP} e^{j(\theta_i - \theta_j)} \right\}, \theta_1 = 0$$

빔 이득을 최대화하기 위한 인접 기지국에 대한 위상들은 component 별 구분이 어렵고, 하나의 단말 주변에서 동일한 데이터를 송신하는 인접 기지국은 3개 정도가 일반적이고 위상 결정을 위한 K는 4 이하의 작은 값을 고려하므로 수학식 5 7과 같이 조인트 최적화를 할 수 있다.

상술한 것처럼, 단일 셀 기반의 MIMO 방식, 다중 셀 기반의 CoMP 동작에서 CB 방식 및 JP 방식에 따른 성능 최적을 위한 피드백 정보를 결정하는 방식은 각기 다르다. 따라서, 본 발명은 다양한 송신 방식에서 단말의 효율적인 피드백 전송을 위해 단일 셀 기반의 MIMO 방식 및 다중 셀 기반의 CoMP 동작 방식에서 JP 방식 및 10 CB 방식에서 통합하여 사용할 수 있는 피드백 정보 전송 방법을 제안하고자 한다.

먼저, 서빙 기지국에 대해서는 단일 셀 기반의 MIMO 방식, CoMP 방식에서 CB 또는 JP 방식 어느 것을 이용하든지 동일한 프리코딩 벡터를 구할 수 있다. 즉,

상기 수학식 1, 3, 6에 따르면 $W_{1,SC} = W_{1,CB} = W_{1,JP}$ 이 되므로 전송 모드에 구분되지 않고 서빙 기지국에 대한 PMI를 결정할 수 있다.

15 다음으로, 인접 기지국에 대해서는 CoMP에서 CB 방식 또는 JP 방식을 이용하는지에 따라 다르게 구성할 수 있다.

도 4는 본 발명의 일 실시예와 관련된 CoMP에서 임의의 프리코더 사용시 시스템 성능과 그래프의 일 예를 나타내는 도면이다. 구체적으로, CB 방식에서 상기 프리코더 사용에 대한 SIR 민감도와 JP 방식에서 상기 프리코더 사용에 대한

빔 이득을 비교하기 위하여 나타낸 것이다.

도 4에서 가로축은 CB 방식인 경우 SIR 척도를 나타내고, JP 방식인 경우 빔 이득 척도를 나타내며, 세로축은 CB 또는 JP 방식 이용시의 CoMP 성능에 대한 cumulative density function(cdf)을 나타낸다. 도 4를 참조하면, SIR 또는 빔 이득이 커짐에 따라 CoMP의 성능도 증가하나, 일정 수치 이상에서는 잘못된 프리코더 선택시 CB에서의 CoMP 성능저하는 JP에서의 CoMP 성능저하보다 크다는 것을 알 수 있다. 이는, CB에서 프리코더 선택에 대한 SIR 민감도는 JP에서 프리코더 선택에 대한 빔 이득 민감도보다 크기 때문으로, 상기 수학식 2에서 인접 기지국에 대한 프리코더가 최적화되지 못하는 경우 SIR의 분모부분은 증가되고 SIR은 작아지게 된다.

따라서, 본 발명의 일 예에 따른 통합된 피드백 정보 전송 방법은 CB 방식에서 최적화된 피드백 정보를 토대로 JP 방식에서 성능 감소 없이 사용할 수 있는 방법을 제안한다.

상술한 것처럼, 서빙 기지국에 대한 PMI는

$W_{1,SC} = W_{1,CB} = W_{1,JP}$ 이므로, 이하, 인접 기지국에 대한 피드백 정보인

프리코딩 벡터 ($W_n^*(n=2, \dots, N)$)를 결정하는 일 예를 설명하도록 한다.

제 1 실시예(best companion CB 방식 이용시)

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 송신하는 방법의 일 예를 나타내는 절차 흐름도로서, 구체적으로는 best companion 방식에 따른 CB

방식을 이용하는 경우에 관한 것이다.

도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 단말은 각 기지국들로부터 기준 신호를 수신하고 각 기지국에 대한 채널 H^n 을 추정한다(S301). 그리고, 프리코더에 대한 성능 민감도가 더 큰 CB 방식에서 최적화된 PMI set을 결정하는데, 5 best companion 방식에 따라 PMI set을 결정할 수 있다(S302).

이때, best companion 방식에 따라 결정된 PMI set가 피드백 전송되어 기지국들이 이에 따른 프리코더를 구성하여 사용하는 경우, 기지국들에서 형성되는 빔들은 서빙 기지국에 대한 프리코딩 벡터 $H_1 W_{1,CB}$ 와 n번째 인접 기지국에

대한 프리코딩 벡터 $H_n W_{n,CB}(n>1)$ 의 내적을 최소화하므로, $H_n W_{n,CB}(n>1)$ 의

10 크기가 작게 된다. 따라서, $W_{n,CB} \neq W_{n,JP}, n=2, \dots, N$ 의 관계가 성립되어야 한다.

즉, CB방식에 최적화된 PMI set을 JP 방식에 그대로 적용하게 되면 JP 성능이 저하될 수 있다. 이를 해결하기 위해, 단말은 기 설정된 두 방식에서 각각

사용되는 코드워드 인덱스 관계식을 통해 CB용 인덱스로부터 JP용 인덱스를 산출한다(S303). 산출된 JP 인덱스를 이용하여 JP 방식에서 각 기지국에 대한

15 프리코딩 벡터를 도출하여 JP용 PMI set을 구성한다(S304). 도출된 JP용 PMI set을

통해 JP 방식에서 최적화된 위상 set을 결정한다(S305). 단말은 단계 S302에서

결정된 CB 방식에 최적화된 PMI set와 단계 S305에서 결정된 JP 방식에 최적화된

위상 set을 함께 서빙 기지국으로 피드백 전송한다(S306).

이하, 각 단계에 대하여 간략하게 설명하도록 한다.

상기 단계 S302에서 단말은 피드백 정보로 수학식 8과 같이 CB 방식에 최적화된 PMI set을 결정할 수 있다.

【수학식 8】

$$\mathbf{w}_1^* = \arg \max_{\mathbf{w}_i \in \Omega} \|\mathbf{H}_1 \mathbf{w}_i\|^2,$$

$$\mathbf{w}_n^* = \arg \min_{\mathbf{w}_i \in \Omega} \left| \mathbf{w}_i^H \mathbf{H}_n^H \mathbf{H}_1 \mathbf{w}_1^* \right|^2, \quad n = 2, \dots, N$$

5 수학식 8은 상기 수학식 2 및 수학식 3을 참조하여 상술한 best companion CB

방식에 따라 PMI set을 구성한 형태로, \mathbf{W}_1^* 은 서빙 기지국에 대한 프리코딩

벡터이고, \mathbf{W}_n^* 은 단말 주변에 인접하는 기지국 중 n번째 인접 기지국에 대한 프리코딩 벡터를 나타낸다. 서빙 기지국 및 인접 기지국에 대한 PMI set은 SIR을 최대화하도록 구성된 것이다.

10 다음으로, 단말은 상기 단계 S303에서 CB용 인덱스(n)과 JP용 인덱스(m)간에

기 설정된 코드워드 인덱스 관계식($W_{n,JP} = f(W_{n,CB})$)을 통해 JP용 PMI set을 산출한다. 채널 상태에 따라 두 인덱스 간의 최적의 관계가 달라지므로 구현자가 임의적으로 기 설정하거나 또는 특정 채널 환경에서 최적의 인덱스 관계를 실험적으로 구하여 기 설정할 수도 있다.

15 수학식 9는 실험을 통해 CB용 인덱스(n)를 기준으로 최적의 JP용 인덱스(m)를 산출하기 위한 특정 관계의 일 예를 나타내는 것이다.

【수학식 9】

$$m^*(n) = \arg \max_{m=1, \dots, L} p(m|n) \text{ for all } n$$

수학식 9에 따르면, CB용 인덱스(n)과 JP용 인덱스(m)간에 조인트 확률질량함수(joint PMF) $P(n,m)$, $n=1, \dots, L$, $m=1, \dots, L$ 을 추정하고, 각 CB 인덱스(n)에 대하여 joint PMF를 최대화할 수 있는 새로운 JP용 인덱스($m^*(n)$)을 도출한다.

이와 같이 상기 특정 채널 환경에서 최적화된 CB용 인덱스와 JP용 인덱스 간의 관계가 성립되면, 단말은 상기 단계 S304에서 JP 인덱스를 토대로 JP용 PMI set을 결정하고, 상기 단계 S305에서 JP용 PMI set를 토대로 수학식 10과 같이 JP 방식에 최적화된 위상 set을 결정한다.

10 【수학식 10】

$$\{\theta_2^*, \theta_3^*, \dots, \theta_N^*\} = \arg \max_{\{\theta_2, \theta_3, \dots, \theta_N\}} \operatorname{Re} \left\{ \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \mathbf{w}'_j{}^H \mathbf{H}_j{}^H \mathbf{H}_i \mathbf{w}'_i e^{j(\theta_i - \theta_j)} \right\}$$

수학식 10에서 \mathbf{w}' 은 수학식 8을 통해 결정된 CB용 인덱스를 수학식 9에 따라 JP용 인덱스로 변경하여 도출한 n번째 인접 기지국에 대한 JP용 프리코딩 벡터이고, $\{\theta_2^*, \theta_3^*, \dots, \theta_N^*\}$ 은 JP 방식에 최적화된 위상 set 피드백 정보이다.

15 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 단말은 CoMP 성능 향상을 위해 best companion CB 방식에 최적화된 PMI set 및 상기 수학식 9에 따른 인덱스 변환 및 JP 방식에서 최적화된 위상 set을 결정하여 기지국들로 피드백 전송한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 수신한 기지국들은 전송

모드에 따라 상기 피드백 정보를 토대로 최적의 프리코더를 구성할 수 있다. 예를 들어, 전송 모드가 단일 셀 기반의 MIMO인 경우 서빙 기지국은 상기 수학식 1에

따른 $W_1^* = W_{1,CB}$ 를 사용하여 프리코더를 결정하고, 전송 모드가 CB 방식인 경우에는 서빙 기지국 및 인접 기지국들은 상기 수학식 3 또는 상기 수학식 8에

5 따른 $(W_1^*, W_2^*, \dots, W_N^*) = (W_{1,CB}, W_{2,CB}, \dots, W_{N,CB})$ 을 사용하여 프리코더를 결정한다. 만약, 전송

모드가 JP인 경우에는 서빙 기지국은 $W_1^* = W_{1,CB}$ 을 사용하고, 인접 기지국들은

CB용 프리코딩 벡터를 통해 산출한 W_1^*, W_2', \dots, W_n' 및 $\theta_2^*, \theta_3^*, \dots, \theta_N^*$ 을 사용하여 프리코더를 결정할 수 있다.

도 6은 CoMP 동작에서 JP 방식을 사용할 때 본 발명의 일 실시예에 따른
 10 통합된 피드백 정보를 통한 프리코더 구성시 빔 이득 성능 비교의 일 예를 나타내는 도면이다. 구체적으로는, 피드백 정보에 따른 성능 비교를 위해 JP 방식에 최적화된 피드백 정보를 이용하여 프리코더를 구성하는 경우를 기준으로 다른 피드백 정보를 이용하여 프리코더 구성하였을 때의 빔 이득 비율을 나타낸다.

이를 위해, 도 6에 도시된 실시예에서는 10 만개의 서로 다른 채널을 사용하는
 15 MIMO 시스템에서 서빙 기지국 안테나 4개(K=4), 단말 안테나 2개, 인접 기지국 3개, 4비트 랭크 1의 LTE 코드북(L=16)과 2비트 uniform phase

set($A = \{0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}\}$)을 사용한다고 가정한다. 기지국의 안테나들 간의 상관도(correlation factor)는 0인 상태이다.

도 6을 참조하면, 첫 번째 막대 그래프는 JP 방식에 최적화된 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용에 대한 서빙 기지국을 제외한 인접 기지국들은 피드백 정보를 이용하지 않고 임의적으로 프리코더를 구성하는 경우의 빔 이득 비율을 나타낸다. 예를 들어, 기지국들이 CB 방식 또는 JP 방식의 CoMP에서 각각의 방식에
5 최적화되지 않은 companion을 포함하는 PMI set을 사용하여 프리코더를 구성하는 경우를 들 수 있다.

두 번째 막대 그래프는 JP 방식에 최적화된 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용에 대하여 JP 방식에서 best companion 방식에 따른 CB PMI set 및 위상 set을 이용하여 프리코더를 구성하는 경우의 빔 이득 비율을 나타낸다. 이때, 위상 set은
10 상기 수학적 식 7에 따라 주어진 PMI set에서 JP 방식에 최적화된 것이다.

세 번째 및 네 번째 막대 그래프는 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 이용하여 프리코더를 구성하는 경우의 빔 이득 비율을 나타낸다.

세 번째 막대 그래프는 JP 방식에 최적화된 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용에 대하여 구현자가 임의적으로 기 설정한 관계에 따라 CB용 인덱스를 JP용
15 인덱스로 변환하도록 설정한 상태에서 프리코더를 구성한 경우의 빔 이득 비율을 나타낸다. 예를 들어, 4비트 코드북에서 코드북 인덱스를 orthogonal pair 끼리 관계를 지정하여 임의의 pair 관계로 1-2, 3-4, ..., 15-16 인덱스끼리 묶어 JP용 인덱스로 구성하고 이를 통해 프리코더를 구성한 경우를 들 수 있다.

네 번째 막대 그래프는 사용중인 채널에서 다수의 실험을 통해 CB용 PMI
20 인덱스와 JP용 PMI 인덱스간의 최적화된 관계를 도출하고 도출된 관계를 이용하였을 때의 빔 이득을 나타낸다. 예를 들어, 상기 수학적 식 8과 같이 CB용

인덱스와 JP용 인덱스 간의 기 설정된 관계식을 통해 CB용 인덱스로부터 최적화된 JP용 인덱스를 도출하고, 도출된 JP용 인덱스를 통해 구성된 위상 set을 사용하여 프리코더를 구성하였을 때의 빔 이득을 나타낸다.

도 6에 도시된 것처럼, 본 발명의 일 실시예에 따라 CB용 PMI set과 CB용
5 인덱스와 JP용 인덱스 관계의 최적화를 통해 산출한 위상 set으로 구성된 피드백 정보를 이용하는 경우 JP 방식에 최적화된 피드백 정보를 이용하는 경우의 성능 대비 70% 이상의 높은 빔 이득을 얻을 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 피드백 정보는 CB 방식에 최적화된 PMI set을 포함하므로, 단일 셀 기반의 MIMO 방식 및 CB 방식에서 최대성능을 만족시킬 수 있다. 또한, 인덱스 간의 최적화된
10 관계를 통해 JP 방식에서 CB용 인덱스를 그대로 사용하여 위상 set을 구성하는 경우보다 성능 향상을 이끌어낼 수 있다.

도 7은 CoMP 동작에서 JP 방식을 사용할 때 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 통한 프리코더 구성시 빔 이득 성능 비교의 다른 예를 나타내는 도면으로, 도 6에서 가정된 기지국과 단말의 환경과 동일한 환경에서,
15 기지국 안테나들 간 상관도가 0.9인 경우를 나타낸다.

도 7의 실시예는 도 6과 마찬가지로, 피드백 정보에 따른 성능 비교를 위해 JP 방식에 최적화된 피드백 정보를 이용하여 프리코더를 구성하는 경우를 기준으로 다른 피드백 정보를 이용하여 프리코더 구성하였을 때의 빔 이득 비율을 나타낸다.

기지국의 안테나들간의 상관관계에 따라 빔 이득 비율은 도 6에 도시된
20 실시예에 비하여 감소한다. 특히, 두 번째 막대 그래프를 참조하면, 기지국 안테나 간의 상관도가 높은 경우 best companion 방식에 따른 CB PMI set을 그대로 JP에

이용하는 경우 피드백 정보를 이용하지 않고 임의적으로 프리코더를 구성하는 경우보다 빔 이득 성능은 더 감소함을 알 수 있다.

그러나, 기지국의 안테나들 간 상관관계가 높은 경우에도 본 발명의 일 실시예에 따라 CB 방식에 따른 PMI set을 토대로 JP 방식을 위한 인덱스 변경에 따른 JP용 PMI set을 산출하고 그에 따른 위상 set을 사용하여 프리코더를 구성하는 것이 그렇지 않은 경우보다 빔 이득 성능이 좋아지는 것을 확인할 수 있다. 또한, 기지국의 안테나간 상관관계가 높은 경우에도 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 이용하는 것이 JP 방식에 최적화된 피드백 정보를 이용하는 경우와 비교하여 70% 이상의 성능을 만족시킨다.

10

제 2 실시예(worst companion CB 방식 이용시)

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 송신하는 방법의 다른 예를 나타내는 절차 흐름도로서, 구체적으로는 worst companion 방식에 따른 CB 방식을 이용하는 경우에 관한 것이다.

15 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 단말은 각 기지국들로부터 기준

신호를 수신하고 각 기지국에 대한 채널 H^n 을 추정한다(S401). 그리고, 프리코더에 대한 성능 민감도가 더 큰 CB 방식에서 최적화된 PMI set을 결정하는데, worst companion 방식에 따라 PMI set을 결정할 수 있다(S402).

이때, 기지국들이 worst companion CB 방식에 따라 결정된 PMI set을 사용하는

20 경우 형성되는 빔들은 서빙 기지국에 대한 프리코딩 벡터 $H_1 W_{1,CB}$ 와 n번째

인접 기지국에 대한 프리코딩 벡터 $H_n W_{n,CB}(n>1)$ 의 내적을 최대화하므로, $H_n W_{n,CB}(n>1)$ 의 크기가 크게 된다. 따라서, 단말은 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 생성하기 위해서, CB용 PMI set을 인덱스 변환을 통하지 않고 그대로 이용하여 JP용으로 최적화된 위상 set을 결정한다(S403).

- 5 이후, 단말은 단계 S402에서 결정된 worst companion CB 방식에 최적화된 PMI set와 단계 S403에서 결정된 JP 방식에 최적화된 위상 set을 함께 서빙 기지국으로 피드백 전송한다(S404).

이하, 각 단계에 대하여 간략하게 설명하도록 한다.

- 상기 단계 S402에서 단말은 피드백 정보로 수학식 11과 같이 CB 방식에
10 최적화된 PMI set을 결정할 수 있다.

【수학식 11】

$$w_1^* = \arg \max_{w_i \in \Omega} \|H_1 w_i\|^2,$$

$$w_n^* = \arg \max_{w_i \in \Omega} |w_i^H H_n^H H_1 w_1^*|^2, \quad n = 2, \dots, N$$

수학식 11은 상기 수학식 2 및 수학식 4를 참조하여 상술한 worst companion

CB 방식에 따라 PMI set을 구성한 형태로, W_1^* 은 서빙 기지국에 대한 프리코딩

- 15 벡터이고, W_n^* 은 단말 주변에 인접하는 기지국 중 n번째 인접 기지국에 대한 프리코딩 벡터를 나타낸다. 서빙 기지국에 대한 PMI set은 SIR을 최대화하고, 인접 기지국에 대한 PMI set은 SIR을 최소화하도록 구성된 것이다.

상기 단계 S403에서, 단말은 상기 수학식 11에 따라 결정된 CB PMI set을 이용하여 JP 방식에 최적화된 위상 set을 결정한다.

【수학식 12】

$$\{\theta_2^*, \theta_3^*, \dots, \theta_N^*\} = \arg \max_{\{\theta_2, \theta_3, \dots, \theta_N\} \in A^{N-1}} \operatorname{Re} \left\{ \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \mathbf{w}_j^{*H} \mathbf{H}_j^H \mathbf{H}_i \mathbf{w}_i^* e^{j(\theta_i - \theta_j)} \right\}$$

5 수학식 12를 참조하면, worst companion CB 방식에 따라 최적화된 PMI set을

이용하더라도 벡터 $H_1 W_{1,CB}$ 와 n번째 인접 기지국에 대한 프리코딩 벡터

$H_n W_{n,CB} (n > 1)$ 의 내적이 최대화된다. 즉, 수학식 12에서

$W_j^{*H} H_j^H H_i W_i^*$ 의 내적 값은 최대가 된다. 따라서, 상기 수학식 7과 같이

10 JP 방식에 최적화된 JP용 PMI set을 통해 도출한 위상 set을 이용하는 것보다 CB 방식에 최적화된 CB용 PMI set을 통해 도출한 위상 set을 이용하는 것이 위상 보정시 더 유용하고, SIR 성능 향상 효과가 더 커지게 된다.

따라서, 본 발명의 일 실시예에 따라 단말이 CB용 PMI set 및 JP용 위상 set을 포함하는 통합된 피드백 정보를 각 기지국으로 송신하면, 각 기지국들은 전송 모드에 따라 적합한 프리코더를 구성할 수 있다.

15 예를 들어, 전송 모드가 단일 셀 기반의 MIMO인 경우 서빙 기지국은 상기

수학식 1에 따른 $W_1^* = W_{1,CB}$ 를 사용하여 프리코더를 결정하고, 전송 모드가 CB인

경우에는 서빙 기지국 및 인접 기지국들은 상기 수학식 3 또는 상기 수학식 11에

다른 $(W_1^*, W_2^*, \dots, W_N^*) = (W_{1,CB}, W_{2,CB}, \dots, W_{N,CB})$ 을 사용하여 프리코더를 결정한다. 만약, 전송 모드가 JP인 경우에는 서빙 기지국은 및 인접 기지국은 $(W_1^*, W_2^*, \dots, W_N^*) = (W_{1,CB}, W_{2,CB}, \dots, W_{N,CB})$ 및 $\theta_2^*, \theta_3^*, \dots, \theta_N^*$ 을 사용하여 프리코더를 결정할 수 있다.

5 도 9는 CoMP 동작에서 JP 방식을 사용할 때 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 통한 프리코더 구성시 빔 이득 성능 비교의 또 다른 예를 나타내는 도면으로, 도 6에서 가정된 기지국과 단말의 환경과 동일한 환경에서, 기지국 안테나들 간 상관도가 0이고 위상 set은 2 비트인 경우를 나타낸다.

구체적으로는, 피드백 정보에 따른 성능 비교를 위해 JP 방식에 최적화된
 10 피드백 정보를 이용하여 프리코더를 구성하는 경우를 기준으로 다른 피드백 정보를 이용하여 프리코더 구성하였을 때의 빔 이득 비율을 나타낸다.

도 9를 참조하면, 첫 번째 막대 그래프는 JP 방식에 최적화한 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용에 대하여 서빙 기지국을 제외한 인접 기지국들은 피드백 정보를 이용하지 않고 임의적으로 프리코더를 구성하는 경우의 빔 이득 비율을
 15 나타낸다. 예를 들어, 기지국들이 CB 방식 또는 JP 방식의 CoMP에서 각각의 방식에 최적화되지 않은 companion을 포함하는 PMI set을 사용하여 프리코더를 구성하는 경우를 들 수 있다.

두 번째 막대 그래프는 JP 방식에 최적화한 피드백 정보를 이용한 프리코더 사용에 대하여 본 발명의 일 실시예에 따라 worst companion CB 방식에 최적화된
 20 PMI set과 CB PMI set을 이용하여 JP방식에 최적화된 위상 set을 사용하여

프리코더를 구성하였을 때의 빔 이득 비율을 나타낸다. 이때, JP 방식의 전송 모드에서도 피드백 정보로 JP 방식에 최적화된 PMI set 및 위상 set을 이용하여 프리코더를 구성하는 것보다 CB 방식에 최적화된 PMI set을 이용하여 프리코더를 구성하는 경우의 성능이 100% 이상으로 더 좋은 것을 확인할 수 있다. 이는 CB
5 방식에 최적화된 PMI set이 JP 방식에 최적화된 PMI set보다 위상 보정 효과가 더 크기 때문이다.

도 10은 CoMP 동작에서 JP 방식을 사용할 때 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 통한 프리코더 구성시 빔 이득 성능 비교의 또 다른 예를 나타내는 도면으로, 도 6에서 가정된 기지국과 단말의 환경과 동일한 환경에서,
10 기지국 안테나들 간 상관도가 0이고 위상 set은 1 비트인 경우를 나타낸다.

도 10에서 두 번째 막대 그래프를 참조하면, 위상 set을 1비트로 설정하게 되면, 도 9의 실시예에서 위상 set을 2비트로 설정한 경우보다 위상 보정 효과는 감소되고, 그에 따라 빔 이득 비율도 약간 감소되어 98.6%정도의 성능향상을 나타낸다.

도 11은 CoMP 동작에서 JP 방식을 사용할 때 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 통한 프리코더 구성시 빔 이득 성능 비교의 또 다른 예를 나타내는 도면으로, 도 6에서 가정된 기지국과 단말의 환경과 동일한 환경에서,
15 기지국 안테나들 간 상관도가 0.9이고, 위상 set은 2비트로 설정한다.

도 11에서도 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 이용하는
20 경우가 그렇지 않은 경우보다 성능이 더 좋고, 두 번째 막대 그래프를 참조하면 JP에 최적화된 피드백 정보를 이용하는 경우와 비교해도 97.8%의 성능을 나타낸다.

따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보 전송 방법에 따라, worst companion CB 방식에 최적화된 PMI set와 CB PMI set을 이용하여 JP 방식에 최적화된 위상 set을 피드백 정보로 송신하게 되면, JP 방식에 최적화된 PMI set 및 위상 set을 피드백 전송하는 경우와 거의 일치하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 5 전송 모드가 단일 셀 기반의 MIMO 방식이나 CoMP 동작시 CB 방식인 경우, 단말은 본 발명의 일 실시예에 따라 worst companion CB 방식에 최적화된 PMI set을 피드백 전송하므로 각각의 경우 최적화된 성능을 얻을 수 있다.

이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따라 CB방식에 최적화된 PMI set과 CB PMI set을 통해 도출한 JP 방식에 최적화된 위상 set으로 통합된 피드백 정보를 10 송신하는 경우, JP 방식에서 최적화된 성능을 위한 피드백 정보 송신량만으로 단일 셀 기반의 MIMO, CB, JP 방식에 따른 전송 모드에서 최적화된 성능을 나타낼 수 있다.

이상, 본 발명에 따른 통합된 피드백 정보에 대한 설명을 위한 실시예로 랭크 1의 코드북을 사용하는 단일 셀 기반의 SU-MIMO, CoMP에서의 CB 방식 및 JP방식을 15 사용하는 시스템 등을 고려하였다.

나아가, 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보 전송 방법은 다중 스트림 송신을 하는 랭크 2 이상의 코드북을 사용하는 시스템들이나 각 기지국들이 다수의 단말을 동시에 지원하는 MU-MIMO시스템으로의 확장이 가능하다. 이 경우, PMI set을 구성하는 벡터 코드워드 대신 행렬 코드워드를 사용하고, 단말은 CoMP 20 방식에서 최적화된 PMI set을 구하기 위하여 MRC(혹은 matched filter) 뿐만 아니라, MMSE, zero-forcing, SIC filtering등도 고려할 수 있다. 또한, 각각의

경우에 최적화된 PMI set을 구하기 위하여 고려할 수 있는 기준(criterion)도 채널이득 최대화, 채널 성능(channel capacity) 최대화, BER 최소화 등을 들 수 있다. 또한, 피드백 정보에 포함되는 위상 set은 본 발명의 일 실시예에 따라 JP 방식에 최적화된 위상 set을 구하거나 또는 위상 피드백 set에 할당된 비트 수, 5 단말 주변의 기지국 수에 따라 각 위상 component 별로 최적화할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보 전송 방법은 서빙 기지국이 특정 전송 모드에서 최적의 성능을 위한 피드백을 요청하지 않은 경우뿐만 아니라, 특정 전송 모드에 대한 피드백을 요청하는 경우에도 이용될 수 있다. 예를 들어, 기지국이 전송 모드가 CB 방식을 이용하는 중이어서 CB용 피드백 정보를 10 요구했으나, 실제 신호 송신시 채널 변화 등으로 CB 방식으로는 타겟 단말의 링크 품질을 만족시키지 못함에 따라 JP 방식으로 전환하는 경우가 발생할 수 있다. 또는, 백본망의 문제로 단일 셀 기반의 MIMO 방식을 전송 모드로 전환할 수도 있다.

이와 같이 전송 모드가 특정되지 않거나 송신 중 변경되는 경우에도 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 이용하면 각각의 전송 모드에 대해 15 적응적으로 최적의 성능을 만족시킬 수 있다.

본 발명의 다른 실시예로서, 상술한 본 발명의 실시예들이 수행될 수 있는 단말 및 기지국(FBS, MBS)을 설명한다.

이동 단말기는 상향링크에서는 송신기로 동작하고, 하향링크에서는 수신기로 동작할 수 있다. 또한, 기지국은 상향링크에서는 수신기로 동작하고, 20 하향링크에서는 송신기로 동작할 수 있다. 즉, 이동 단말 및 기지국은 정보 또는 데이터의 전송을 위해 송신기 및 수신기를 포함할 수 있다.

송신기 및 수신기는 본 발명의 실시예들이 수행되기 위한 프로세서, 모듈, 부분 및/또는 수단 등을 포함할 수 있다. 특히, 송신기 및 수신기는 메시지를 암호화하기 위한 모듈(수단), 암호화된 메시지를 해석하기 위한 모듈, 메시지를 송수신하기 위한 안테나 등을 포함할 수 있다. 이러한 송신단과 수신단의 일례를
5 도 12를 참조하여 설명한다.

도 12는 본 발명의 다른 실시예로서, 상술한 본 발명의 실시예들이 수행될 수 있는 단말 및 기지국(FBS, MBS)을 설명하기 위한 블록 구성도이다.

도 12를 참조하면, 좌측은 송신단의 구조를 나타내고, 우측은 수신단의 구조를 나타내며, 상술한 실시예들을 설명하기 위해 송신단은 이동 단말의 일 예를
10 나타내고, 수신단은 기지국의 일 예를 나타낸다. 송신단과 수신단 각각은 안테나, 수신 모듈(510, 610), 프로세서(520, 620), 송신 모듈(530, 630) 및 메모리부(550, 650)를 포함할 수 있다. 각 구성 요소는 서로 대응되는 기능을 수행할 수 있다. 이하 각 구성요소를 보다 상세히 설명한다.

안테나는 외부로부터 무선 신호를 수신하여 수신 모듈(510, 610)로 전달하는
15 기능을 수행하는 수신 안테나 및 송신 모듈(530, 630)에서 생성된 신호를 외부로 전송하는 송신 안테나로 구성된다. 상기 안테나는 다중 안테나(MIMO) 기능이 지원되는 경우에는 2개 이상이 구비될 수 있다.

수신 모듈(510, 610)은 외부에서 안테나를 통하여 수신된 무선 신호에 대한 복호(decoding) 및 복조(demodulation)을 수행하여 원본 데이터의 형태로 복원하여
20 프로세서(520, 620)로 전달할 수 있다. 수신 모듈과 안테나는 도 12에 도시된 것처럼 분리하지 않고 무선 신호를 수신하기 위한 수신부로 나타낼 수도 있다.

프로세서(520, 620)는 통상적으로 송신단 또는 수신단의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 상술한 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 콘트롤러 기능, 서비스 특성 및 전파 환경에 따른 MAC(Medium Access Control) 프레임 가변 제어 기능, 핸드오버(Hand Over) 기능, 인증 및 암호화 기능 등이 수행될 수 있다.

- 5 송신 모듈(530, 630)은 프로세서(520, 620)로부터 스케줄링되어 외부로 전송될 데이터에 대하여 소정의 부호화(coding) 및 변조(modulation)를 수행한 후 안테나에 전달할 수 있다. 송신 모듈과 안테나는 도 12에 도시된 것처럼 분리하지 않고 무선 신호를 전송하기 위한 송신부로 나타낼 수 있다.

- 메모리부(550, 650)는 프로세서(520, 620)의 처리 및 제어를 위한 프로그램이
 10 저장될 수도 있고, 입/출력되는 데이터들(이동 단말의 경우, 기지국으로부터 할당받은 상향링크 그랜트(UL grant), 시스템 정보, STID, FID, 동작 시간 등의 임시 저장을 위한 기능을 수행할 수도 있다. 또한, 메모리(1208, 1209)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어,
 15 SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read-Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.

- 20 이동 단말의 일 예를 나타내는 송신단의 수신 모듈(510)은 기지국의 일예가 되는 수신단의 송신모듈(630)을 통해 일반적인 데이터 이외에 CoMP 세트에 포함된

기지국들에 관한 정보를 수신할 수 있다. 예를 들어, 수신 모듈(510)은 CB 방식 또는 JP 방식으로 동작하는 CoMP(Coordinated Multi-Point) 세트에 포함된 서빙 기지국 및 하나 이상의 인접 기지국으로부터 동일한 대역을 통해 신호들을 각각 수신할 수 있다.

- 5 송신단의 프로세서(520)는 단말 장치의 전반적인 동작을 제어하며, 피드백 정보를 생성하는 피드백 정보 생성 모듈(540)을 포함한다. 피드백 정보 생성 모듈(540)은 상술한 실시예들에 따라 통합된 피드백 정보를 결정할 수 있다. 구체적으로는, 무선 통신 시스템의 전송 모드가 SU-MIMO, CoMP 동작에서 CB 방식 또는 JP 방식이더라도 일정 기준 이상의 최적의 성능을 만족시킬 수 있는 통합된
- 10 피드백 정보를 결정한다.

피드백 정보 생성 모듈(540)은 각 기지국들로부터 수신된 기준 신호를 토대로 채널상태를 추정하고, CB 방식으로 동작하는 CoMP에서 시스템 성능이 최적화될 수 있는 PMI set을 결정한다. 이는, 도 4에서 상술한 것처럼 PMI에 대한 시스템 성능면에서 CB 방식이 JP 방식에서보다 더 민감하기 때문이다.

- 15 예를 들어, 피드백 정보 생성 모듈(540)은 CB PMI set을 best companion 방식에 따라 결정하는 경우, CB용 인덱스를 기 설정된 인덱스 관계식에 따라 JP용 인덱스로 변환하는 것이 바람직하다. best companion 방식을 이용하는 경우에 대비하기 위하여, 단말과 기지국의 메모리부(550, 650)에 CB PMI set에 포함되는
- 20 인덱스를 JP 방식을 위한 인덱스로 변경하기 위한 인덱스 변경 연산과정을 기 설정할 수 있다. 그러면, 피드백 정보 생성 모듈(540)은 메모리부(550)로부터 기 설정된 인덱스 변경 연산식을 도출하여 CB PMI set에 포함된 인덱스를 JP 방식을

위한 인덱스로 변경하고, 변환된 JP용 인덱스로 JP 방식에 최적화된 PMI set을 결정하여 위상 set을 결정하여 통합된 피드백 정보를 생성할 수 있다.

즉, 상기 수학식 8에 따라 CB 방식에 최적화된 PMI set을 결정하고, 상기 수학식 9에 따라 최적화된 CB용 인덱스로부터 JP용 인덱스를 도출하여 JP용 PMI set을 결정하고, 상기 수학식 11에 따라 JP용 PMI set를 토대로 JP 방식에 최적화된 위상 set을 결정하여, 상기 CB방식에 최적화된 PMI set과 인덱스 변경을 통해 JP방식에 최적화된 위상 set으로 프리코딩 매트릭스를 구성할 수 있다.

다른 예로, 피드백 정보 생성 모듈(540)은 CB PMI set을 worst companion 방식에 따라 결정하는 경우, worst companion CB에 따른 PMI set은 JP 방식에서 위상 보정 성능이 JP에 최적화된 피드백 정보보다 위상 보정 성능이 더 크기 때문에, CB용 인덱스를 그대로 JP용 인덱스로 이용할 수 있다. 따라서, CB 방식에 최적화된 PMI set과 인덱스 변경 없이 CB PMI set으로부터 JP방식에 최적화되도록 도출된 위상 set으로 통합된 피드백 정보를 구성할 수 있다.

기지국의 일 예를 나타내는 송신단의 수신 모듈(610)은 단말로부터 전송되는 본 발명의 일 실시예에 따른 통합된 피드백 정보를 수신하여 프로세서(620)로 전달한다.

프로세서(620)는 시스템 성능을 최적화할 수 있는 프리코더를 생성하는 프리코더 생성부(640)를 더 포함한다. 프리코더 생성부(640)는 이동 단말로부터 전송된 통합된 피드백 정보를 이용하여 전송 모드에 따라 적응적으로 프리코더를 구성할 수 있다. 이때, 전송된 피드백 정보가 best companion 방식에 의한 것인지 또는 worst companion 방식에 의한 것인지에 따라 프리코더 생성부(640)의 수행

과정도 달라진다.

예를 들어, 피드백 정보에 포함된 PMI set이 best companion CB에 의한 경우, 프리코더 생성부(640)는 전송 모드가 CB 모드인 경우에는 상기 PMI set을 그대로 이용하여 프리코더를 구성한다. 만약, 전송 모드가 JP 모드인 경우에는, JP
5 방식에서 성능 최적화를 위하여 인덱스 변경된 JP PMI set을 이용하여 위상 set을 구성하게 되므로 메모리부(650)에 기 설정된 인덱스 변경 연산이 기 설정될 수 있다.

프리코더 생성부(640)가 단말로부터 전송된 피드백 정보를 토대로 전송 모드에 따라 적응적으로 프리코더를 구성하면, 송신 모듈(630)은 생성된 프리코더에 따라
10 코딩된 신호를 단말로 전송한다.

한편, 기지국은 상술한 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 컨트롤러 기능, 직교주파수분할다중접속(OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 패킷 스케줄링, 시분할듀플렉스(TDD: Time Division Duplex) 패킷 스케줄링 및 채널 다중화 기능, 서비스 특성 및 전파 환경에 따른 MAC 프레임 가변 제어 기능,
15 고속 트래픽 실시간 제어 기능, 핸드오버(Handover) 기능, 인증 및 암호화 기능, 데이터 전송을 위한 패킷 변복조 기능, 고속 패킷 채널 코딩 기능 및 실시간 모뎀 제어 기능 등이 상술한 모듈 중 적어도 하나를 통하여 수행하거나, 이러한 기능을 수행하기 위한 별도의 수단, 모듈 또는 부분 등을 더 포함할 수 있다.

상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은
20 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는

본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다.

따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

【산업상 이용가능성】

본 발명에 따른 피드백 정보를 송신하는 방법 및 이를 이용하는 단말 장치, CoMP 동작을 수행하는 기지국 장치는 3GPP LTE, LTE-A, IEEE 802 등과 같은 무선통신 시스템에서 산업상으로 이용가능하다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

하나 이상의 기지국이 CoMP(Coordinated Multi-Point) 동작을 수행하는 무선 통신 시스템에서 단말이 피드백 정보를 송신하는 방법에 있어서,

5 상기 하나 이상의 기지국으로부터 기준 신호(reference signal)를 수신하는 단계;

상기 기준 신호를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 코디네이티드 빔포밍(Coordinated beamforming: CB) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국 각각에 대응하는 PMI(precoding matrix index) 세트 정보를 결정하는 단계;

10 상기 CB 방식의 PMI 세트 정보를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 연합 프로세싱(joint processing: JP) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국이 형성하는 빔들의 위상 보정(phase correction)을 위한 위상 세트 정보를 결정하는 단계; 및

상기 CB 방식의 PMI 세트 정보 및 상기 위상 세트 정보를 포함하는 피드백
15 정보를 상기 하나 이상의 기지국 중 서빙 기지국으로 송신하는 단계를 포함하며,

상기 피드백 정보는 상기 하나 이상의 기지국이 상기 CB 방식으로 동작하는 경우 및 상기 JP 방식으로 동작하는 경우 모두에 이용되는, CoMP 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 2】

20 제 1항에 있어서,

상기 CB 방식에 따라 PMI 세트 정보를 결정하는 단계는,

상기 하나 이상의 기지국 간의 신호대 간섭비(signal to interference ratio: SIR) 값을 이용하여 상기 PMI 세트 정보를 결정하는 것을 특징으로 하는, CoMP 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 3】

5 제 2항에 있어서,

상기 PMI 세트 정보 결정시, 상기 서빙 기지국을 제외한 인접 기지국에게 상기 단말에 미치는 간섭이 최소화되는 PMI를 알려주도록 상기 PMI 세트 정보를 결정하는 경우,

상기 PMI 세트 정보는 상기 서빙 기지국에 대해서는 상기 SIR 값을
10 최대화하도록 최적화된 가중치 및 상기 인접 기지국에 대해서는 상기 SIR 값을 최소화하도록 최적화된 가중치를 포함하는 것을 특징으로 하는, CoMP 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 4】

제 3항에 있어서,

15 상기 위상 세트 정보 결정 단계는,

상기 PMI 세트 정보에 포함되는 인덱스들을 기 설정된 인덱스 변경 연산을 통해 JP 방식을 위한 인덱스로 변경하는 단계;

상기 변경된 인덱스를 이용하여 JP 방식에 따른 PMI 세트 정보를 결정하는 단계; 및

20 상기 JP 방식에 따른 PMI 세트 정보로부터 상기 위상 세트 정보를 도출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, CoMP 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 5】

제 4항에 있어서,

상기 인덱스 변경 연산은 임의적으로 설정되거나 또는 상기 하나 이상의
 5 기지국이 사용하는 특정 채널에서 상기 PMI 세트 정보에 포함된 인덱스와 상기
 변경된 인덱스간의 연합 확률 질량 함수(joint probability mass function)가
 최대가 되도록 설정되는 것을 특징으로 하는, CoMP 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 6】

제 4항에 있어서,

상기 인덱스 변경 연산은 상기 단말 및 상기 하나 이상의 기지국 사이에 미리
 10 설정되어 있거나, 복수의 인덱스 변경 연산 방식들을 순차적으로 이용하거나, 또는
 상기 단말과 상기 하나 이상의 기지국 사이에 방송 정보를 통해 공유되는 것을
 특징으로 하는, CoMP 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 7】

제 2항에 있어서,

상기 PMI 세트 정보 결정시, 상기 서빙 기지국을 제외한 인접 기지국에게 상기
 15 단말에 미치는 간섭이 최대화되는 PMI를 알려주도록 상기 PMI 세트 정보를
 결정하는 경우,

상기 PMI 세트 정보는 상기 서빙 기지국 및 상기 인접 기지국에 대해서 상기
 SIR 값을 최대화하도록 최적화된 가중치를 포함하는 것을 특징으로 하는, CoMP
 20 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 8】

제 7항에 있어서,

상기 위상 세트 정보는 상기 PMI 세트 정보로부터 JP 방식을 위한 인덱스 변경 없이 도출되는 것을 특징으로 하는, CoMP 피드백 정보 전송 방법.

【청구항 9】

5 무선 통신 시스템에서 기지국이 CoMP(Coordinated Multi-Point) 동작을 수행하는 방법에 있어서,

단말로 기준 신호(reference signal)를 송신하는 단계;

상기 단말로부터 상기 기지국이 하나 이상의 인접 기지국과 코디네이티드 빔포밍(coordinated beamforming: CB) 방식으로 동작하는 경우에 대응하는

10 PMI(precoding matrix index) 세트 정보 및 상기 기지국이 상기 하나 이상의 인접 기지국과 연합 프로세싱(joint processing: JP) 방식으로 동작하는 경우에 대응하는 위상(phase) 세트 정보를 포함하는 피드백 정보를 수신하는 단계; 및

상기 기지국이 상기 하나 이상의 인접 기지국과 상기 CB 방식으로 동작하는 경우 및 상기 JP 방식으로 동작하는 경우 모두에 대해, 상기 피드백 정보를 토대로

15 프리코더를 구성하여 신호를 전송하는 단계를 포함하는, CoMP 동작 수행 방법.

【청구항 10】

제 9항에 있어서,

상기 CB 방식에 대응하는 PMI 세트 정보는,

상기 기지국과 상기 하나 이상의 인접 기지국간의 신호대 간섭비(signal to

20 interference ratio: SIR) 값을 이용하여 결정되는 것을 특징으로 하는, CoMP 동작 수행 방법.

【청구항 11】

제 10항에 있어서,

상기 PMI 세트 정보가 상기 하나 이상의 인접 기지국에게 상기 단말에 미치는 간섭을 최소화하는 PMI를 알려주도록 결정된 경우,

- 5 상기 PMI 세트 정보는 서빙 기지국에 대해서는 상기 SIR 값을 최대화하도록 최적화된 가중치 및 상기 하나 이상의 인접 기지국에 대해서는 상기 SIR 값을 최소화하도록 최적화된 가중치를 포함하는 것을 특징으로 하는, CoMP 동작 수행 방법.

【청구항 12】

- 10 제 11항에 있어서,

상기 하나 이상의 인접 기지국과 상기 JP 방식으로 신호를 전송하는 경우,

상기 PMI 세트 정보에 포함되는 인덱스들을 기 설정된 인덱스 변경 연산을 통해 JP 방식을 위한 인덱스로 변경하고, 상기 변경된 인덱스 및 상기 위상 세트 정보를 이용하여 프리코더를 구성하는, CoMP 동작 수행 방법.

- 15 【청구항 13】

제 12항에 있어서,

상기 인덱스 변경은 임의적으로 설정된 연산과정 또는 상기 기지국이 사용하는 특정 채널에서 상기 PMI 세트 정보에 포함된 인덱스와 상기 변경된 인덱스간의 연합 확률 질량 함수(joint probability mass function)를 최대화되도록 설정된

- 20 연산과정을 통해 수행되는 것을 특징으로 하는, CoMP 동작 수행 방법.

【청구항 14】

제 12항에 있어서,

상기 인덱스 변경 연산은 상기 단말 및 상기 기지국 사이에 미리 설정되어 있거나, 복수의 인덱스 변경 연산 방식들을 순차적으로 이용하거나, 또는 상기 단말과 상기 기지국 사이에 방송 정보를 통해 공유되는 것을 특징으로 하는, CoMP

5 동작 수행 방법.

【청구항 15】

제 10항에 있어서,

상기 PMI 세트 정보가 상기 하나 이상의 인접 기지국에게 상기 단말에 미치는 간섭을 최대화하는 PMI를 알려주도록 구성된 경우,

10 상기 PMI 세트 정보는 상기 기지국 및 상기 하나 이상의 인접 기지국에 대해서 상기 SIR 값을 최대화하도록 최적화된 가중치를 포함하는 것을 특징으로 하는, CoMP 동작 수행 방법.

【청구항 16】

제 15항에 있어서,

15 상기 위상 세트 정보는 상기 PMI 세트 정보로부터 JP 방식을 위한 인덱스 변경 없이 도출되는 것을 특징으로 하는, CoMP 동작 수행 방법.

【청구항 17】

하나 이상의 기지국이 CoMP(Coordinated Multi-Point) 동작을 수행하는 무선 통신 시스템에서 피드백 정보를 전송하는 단말 장치에 있어서,

20 상기 하나 이상의 기지국으로부터 기준 신호(reference signal)를 수신하기 위한 수신 모듈;

상기 기준 신호를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 코디네이티드 빔포밍(Coordinated beamforming: CB) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국 각각에 대응하는 PMI(precoding matrix index) 세트 정보를 결정하고, 상기 CB 방식의 PMI 세트 정보를 토대로 상기 하나 이상의 기지국이 연합

5 프로세싱(joint processing: JP) 방식으로 동작하는 경우의 상기 하나 이상의 기지국이 형성하는 빔들의 위상 보정(phase correction)을 위한 위상 세트 정보를 결정하여, 상기 CB 방식의 PMI 세트 정보 및 상기 위상 세트 정보를 포함하는 피드백 정보를 생성하는 프로세서; 및

상기 피드백 정보를 상기 하나 이상의 기지국 중 서빙 기지국으로 송신하기

10 위한 송신 모듈을 포함하며,

상기 피드백 정보는 상기 하나 이상의 기지국이 상기 CB 방식으로 동작하는 경우 및 상기 JP 방식으로 동작하는 경우 모두에 이용되는, 단말 장치.

【청구항 18】

제 17항에 있어서,

15 상기 서빙 기지국을 제외한 인접 기지국에게 상기 단말에 미치는 간섭이 최소화되는 PMI를 알려주도록 상기 PMI 세트 정보를 결정하는 경우, 상기 PMI 세트 정보에 포함되는 인덱스를 JP 방식을 위한 인덱스로 변경하기 위한 인덱스 변경 연산을 저장하는 메모리부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 단말 장치.

【청구항 19】

20 무선 통신 시스템에서 CoMP(Coordinated Multi-Point) 동작을 수행하는 기지국에 있어서,

단말로 기준 신호(reference signal)를 송신하기 위한 송신 모듈;

상기 단말로부터 상기 기지국이 하나 이상의 인접 기지국과 코디네이티드 빔포밍(coordinated beamforming: CB) 방식으로 동작하는 경우에 대응하는 PMI(precoding matrix index) 세트 정보 및 상기 기지국이 상기 하나 이상의 인접
5 기지국과 연합 프로세싱(joint processing: JP) 방식으로 동작하는 경우에 대응하는 위상(phase) 세트 정보를 포함하는 피드백 정보를 수신하기 위한 수신 모듈; 및

상기 기지국이 상기 하나 이상의 인접 기지국과 상기 CB 방식으로 동작하는 경우 및 상기 JP 방식으로 동작하는 경우 모두에 대해, 상기 피드백 정보를 토대로
10 프리코더를 구성하여 상기 송신 모듈을 통해 신호를 전송하도록 수행하는 프로세서를 포함하는, 기지국.

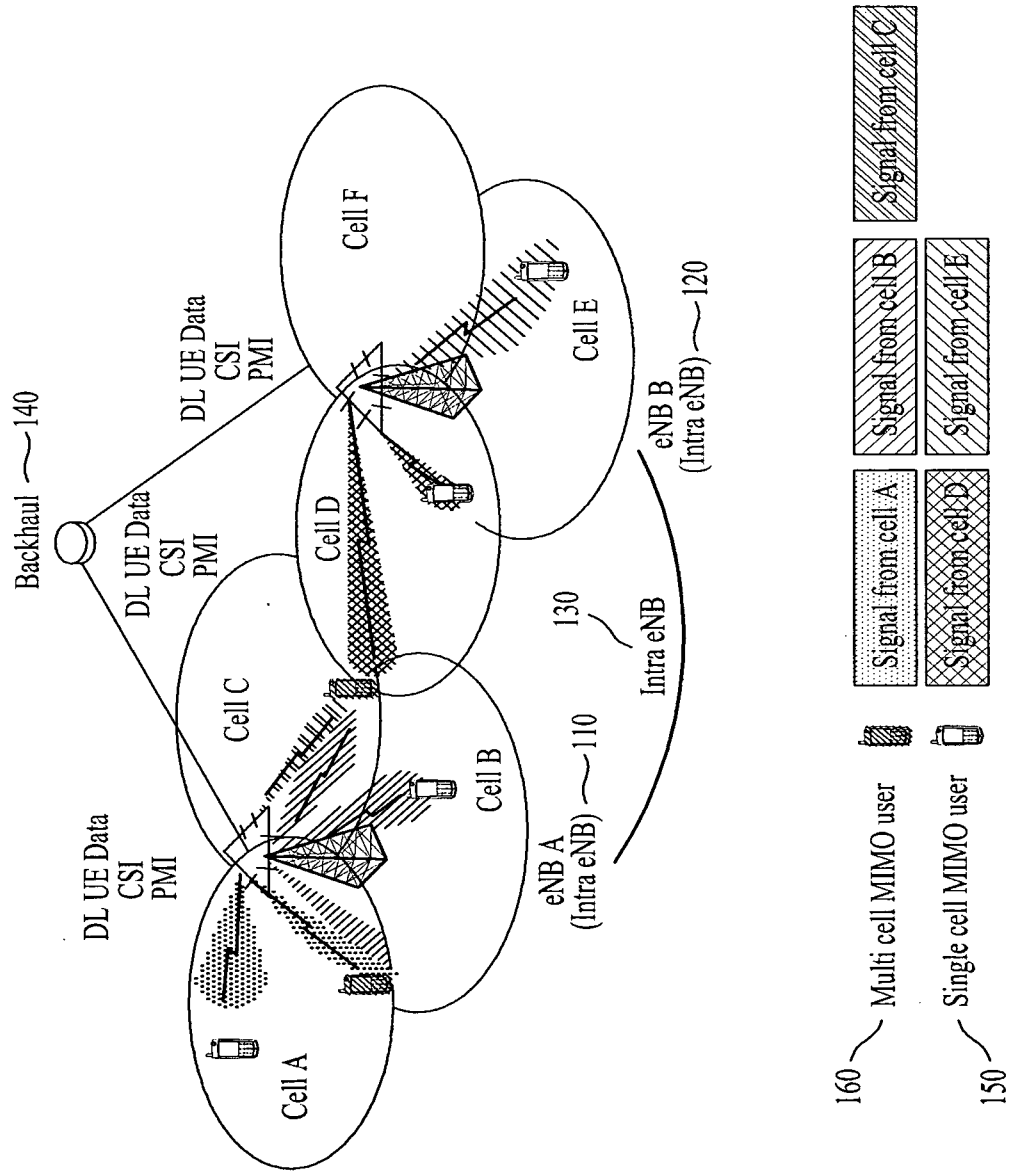
【청구항 20】

제 19항에 있어서,

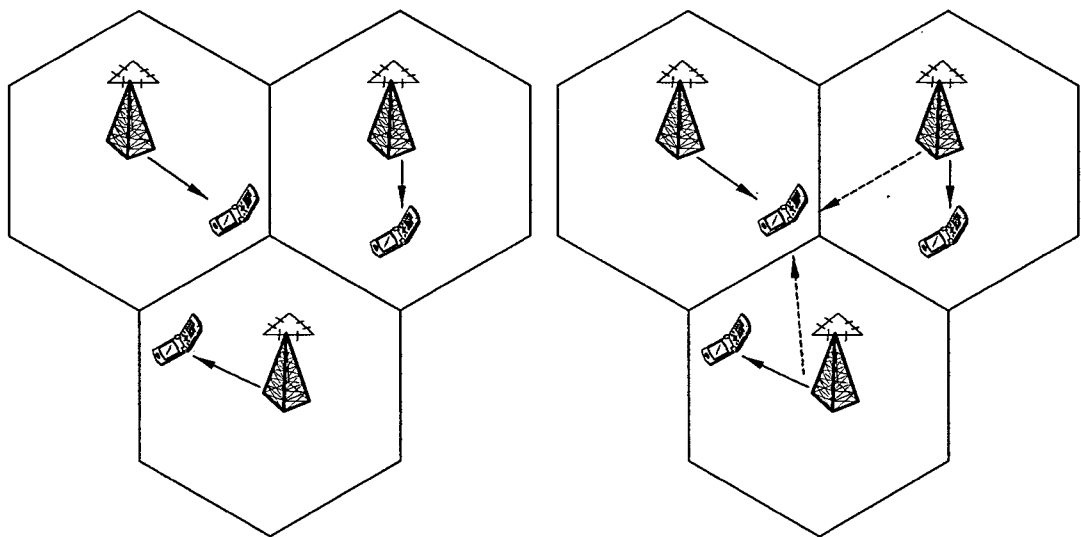
상기 PMI 세트 정보가 상기 서빙 하나 이상의 인접 기지국에게 상기 단말에
15 미치는 간섭이 최소화되는 PMI를 포함하는 경우, 상기 PMI 세트 정보에 포함되는 인덱스를 JP 방식을 위한 인덱스로 변경하기 위한 인덱스 변경 연산이 저장된 메모리부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 기지국.

[도면]

[도 1]

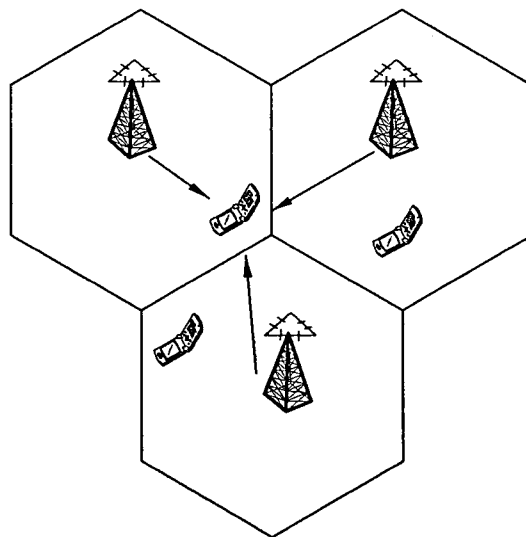


[도 3]



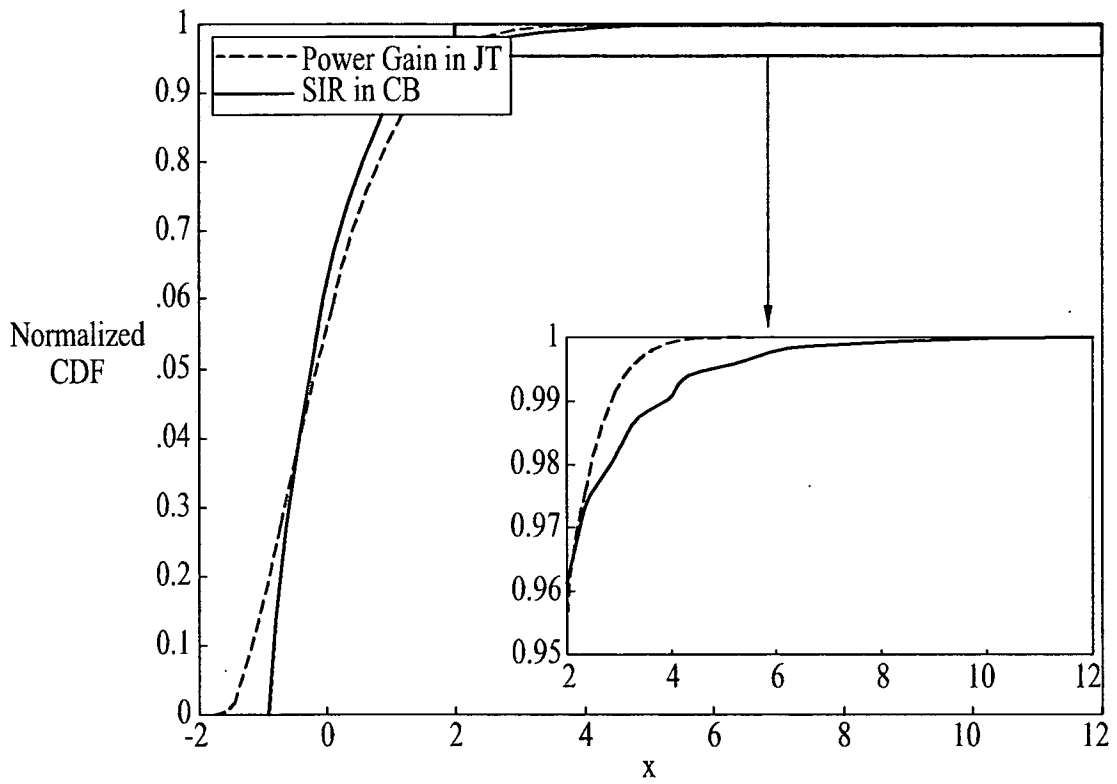
(a)

(b)

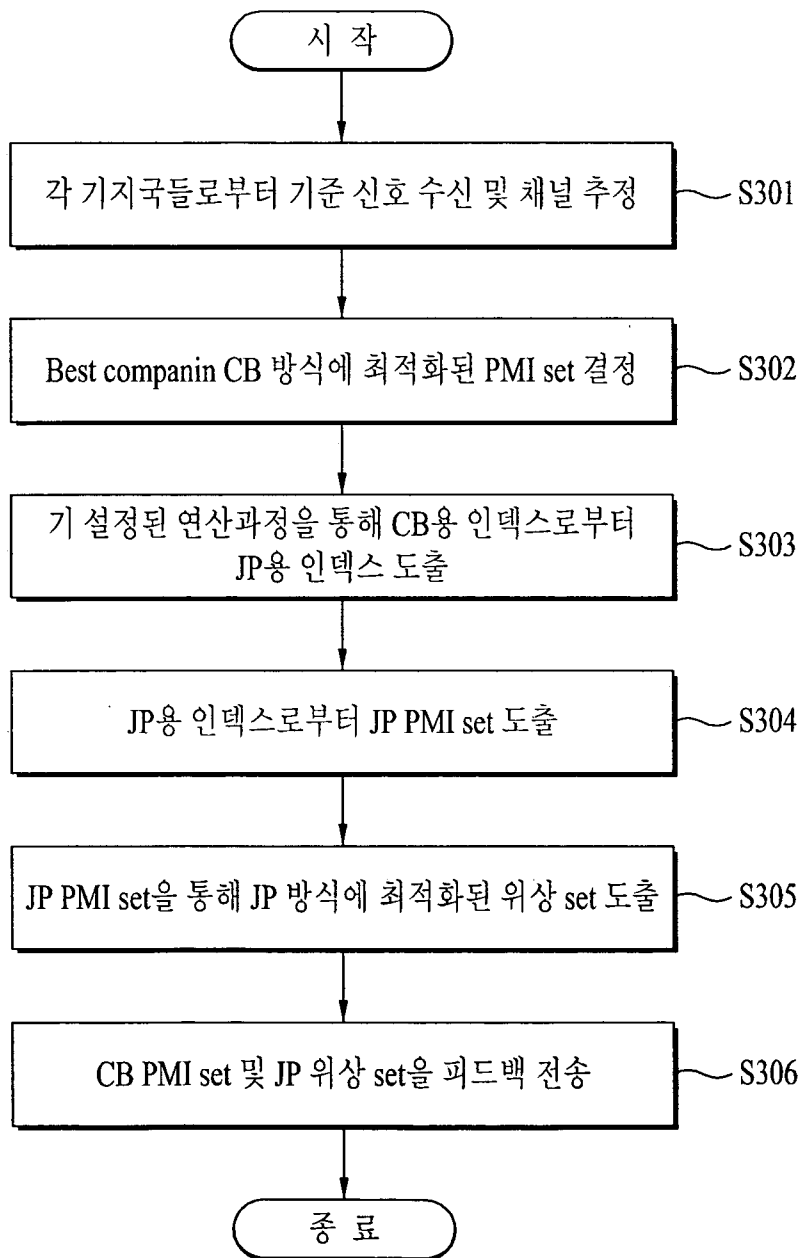


(c)

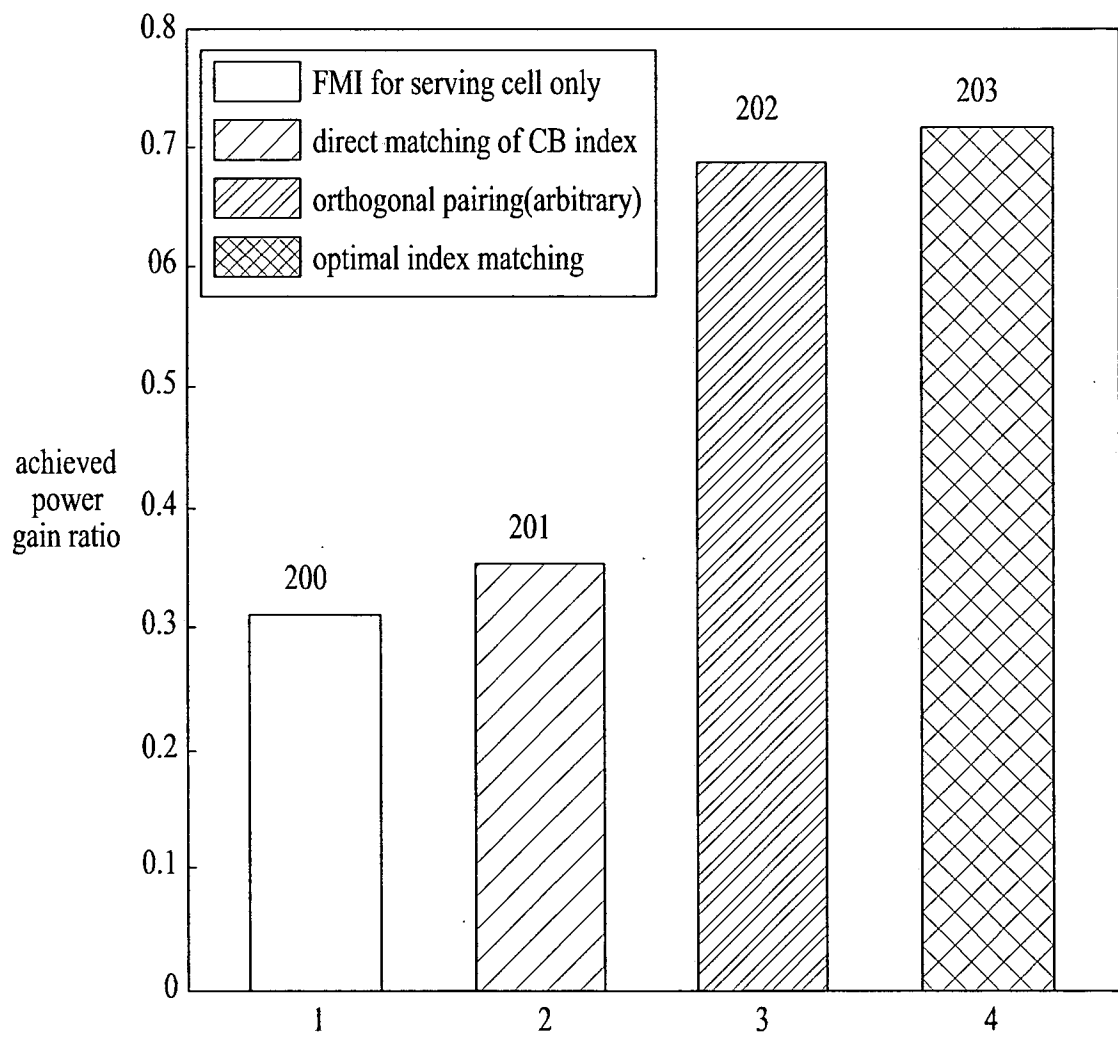
[도 4]



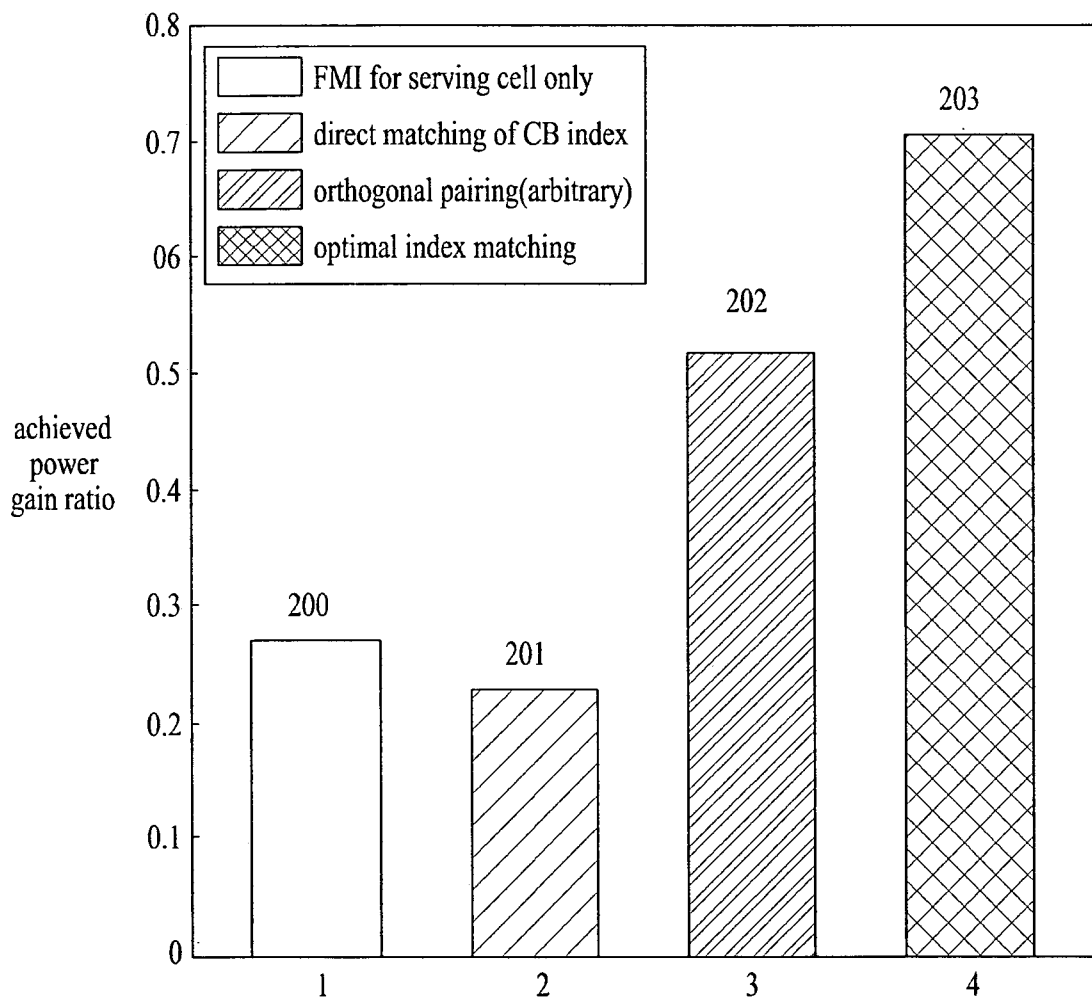
[도 5]



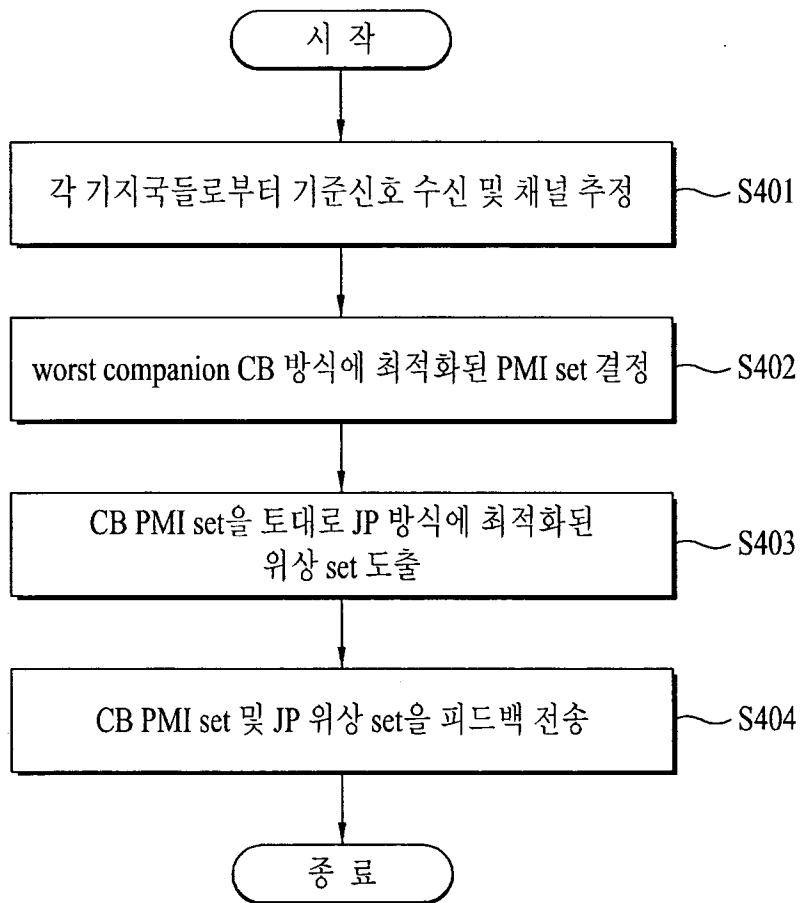
[도 6]



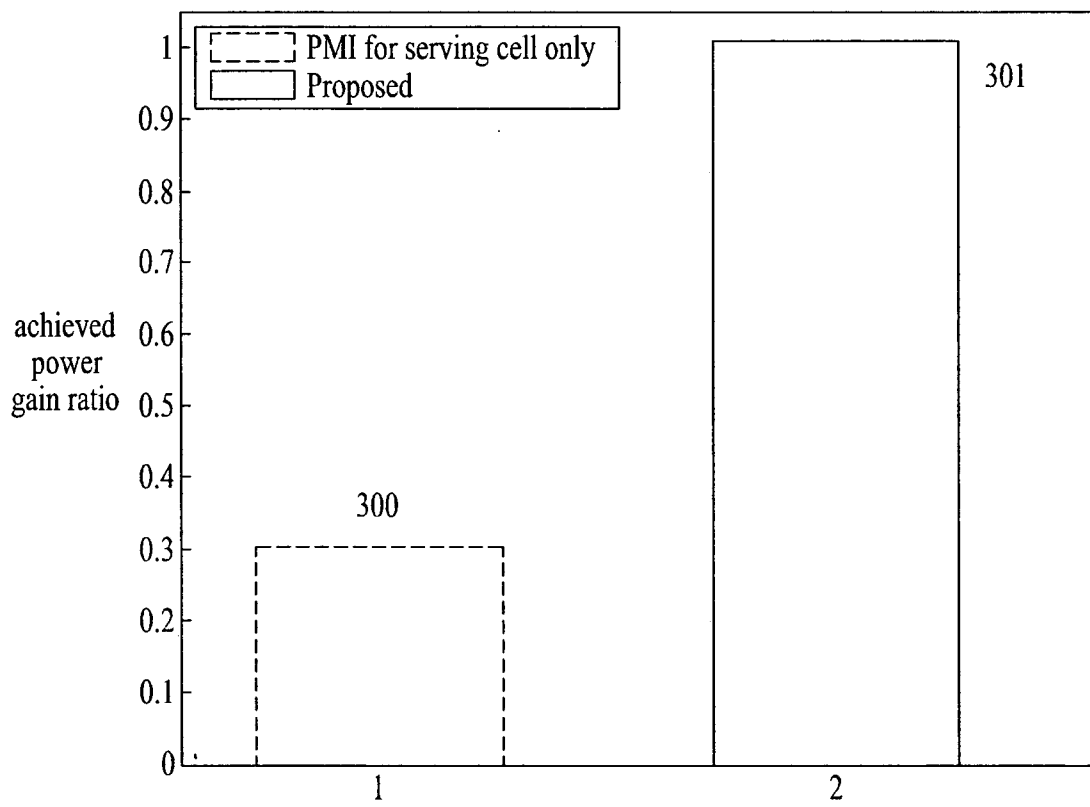
[도 7]



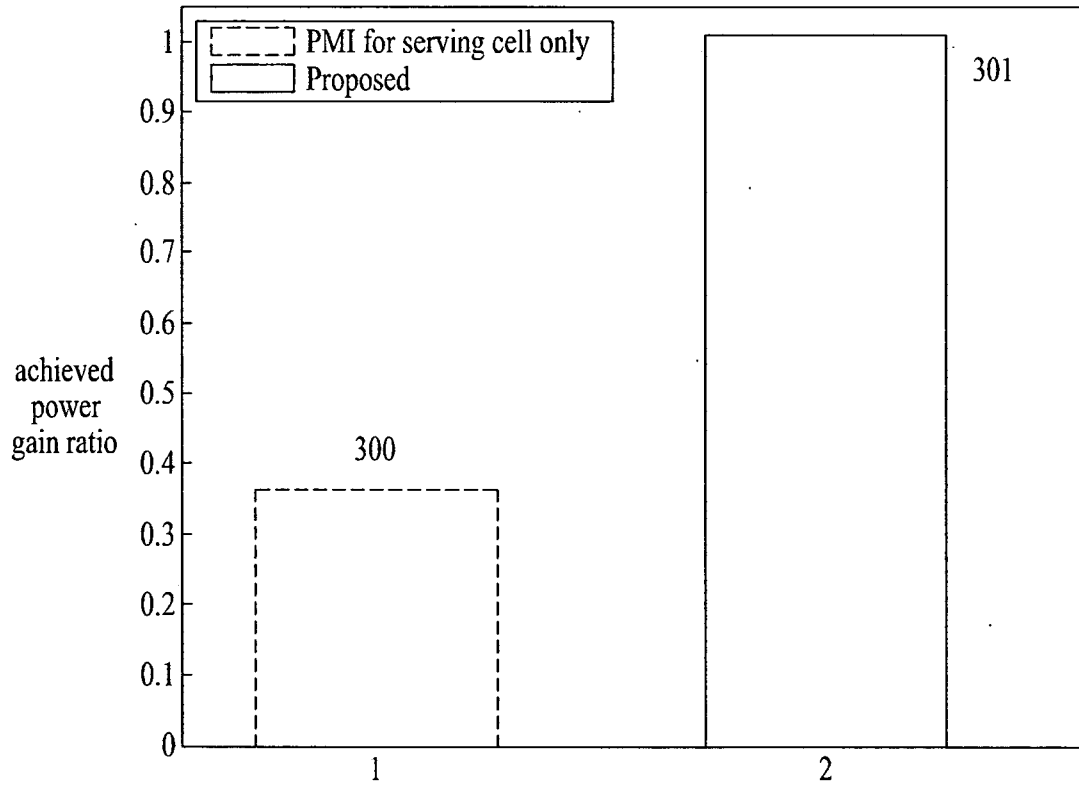
[도 8]



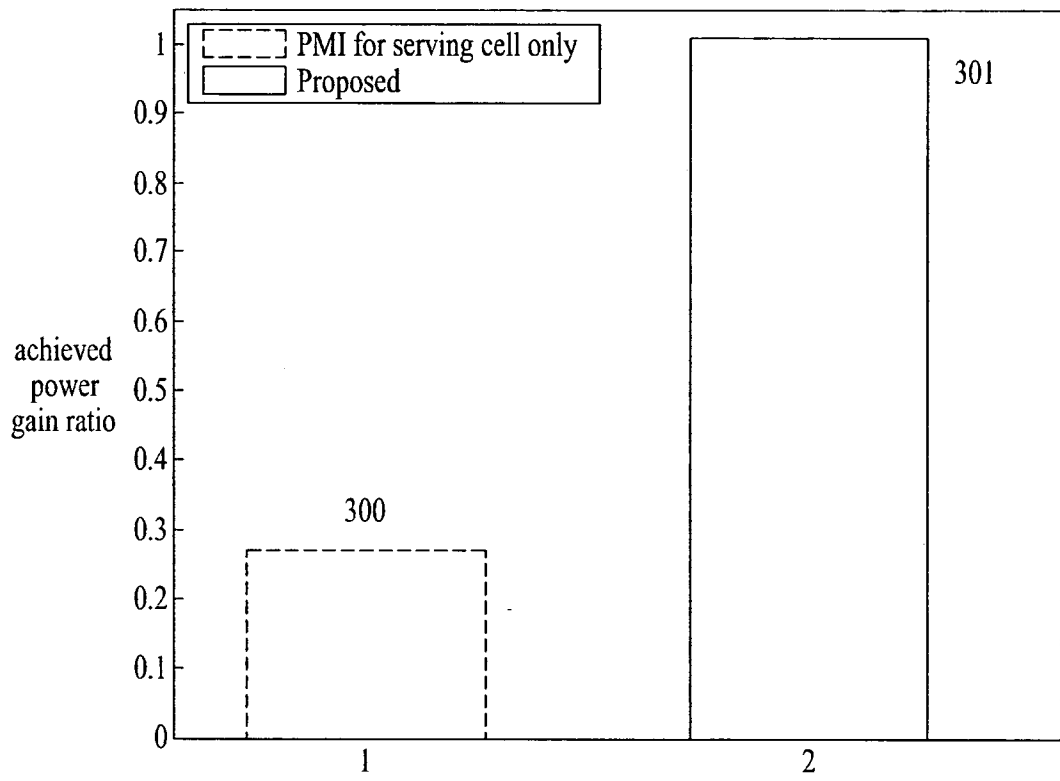
[도 9]



[10]



[도 11]



[도 12]

