



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월24일
(11) 등록번호 10-1511401
(24) 등록일자 2015년04월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2010-7009621
- (22) 출원일자(국제) 2008년10월02일
심사청구일자 2013년07월17일
- (85) 번역문제출일자 2010년04월30일
- (65) 공개번호 10-2010-0080548
- (43) 공개일자 2010년07월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2008/003841
- (87) 국제공개번호 WO 2009/074880
국제공개일자 2009년06월18일
- (30) 우선권주장
12/195,114 2008년08월20일 미국(US)
60/976,933 2007년10월02일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
WO2005081444 A1
WO2005096531 A1*
TSG RAN WG1 RAN1 meeting #46bis, R1-062492,
Baseline uplink E-CQI message - content and
size, Huawei, October 9-13, 2006*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
애플 인크.
미합중국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 인피니트 루프 1
- (72) 발명자
수, 후아
캐나다 케이2지 6씨2 온타리오 네피언 돈버리 씨알이에스. 179
우, 지안핑
일본 14201 가나가와켄 요코슈가시 룸 202 노비 1-51-11
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
이만금, 김서진, 양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 16 항

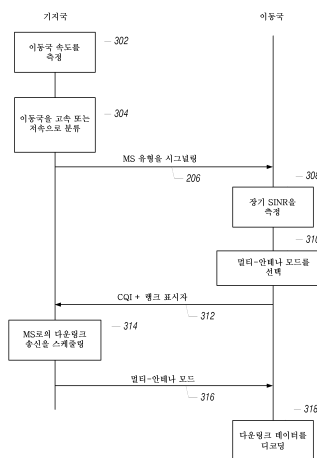
심사관 : 이정수

(54) 발명의 명칭 무선 통신의 개루프 멀티-안테나 모드를 위한 랭크 적응

(57) 요약

무선 네트워크에서 이동국에 대한 랭크 적응을 수행하기 위해, 이동국이 빠르게 이동하고 있는지가 결정된다. 이동국이 빠르게 이동하고 있다고 결정하는 것에 응답하여, 이동국과 기지국 사이의 무선 통신을 수행하기 위해 개루프 멀티-안테나 모드가 선택된다. 또한, 이동국과 기지국 사이의 개루프 멀티-안테나 모드에 따른 무선 통신을 위해 복수의 랭크 사이에 선택이 행해진다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

마, 지앙레이

캐나다 케이2엠 2더블유5 온타리오 카나타 본 에코
씨알이에스. 3

지아, 밍

캐나다 케이2에이 0비3 온타리오 오타와 에이퍼티.
302 워트비 애비뉴 345

발리, 모하마드하디

캐나다 케이1제트 8엠5 온타리오 오타와 에이퍼티.
1503 피셔 애비뉴 1140

주, 페이잉

캐나다 케이2엠 2엘4 온타리오 카나타 페블 크릭
씨알이에스. 16

통, 웬

캐나다 케이2씨 4에이7 온타리오 오타와 화이트스
톤 드라이브 12

명세서

청구범위

청구항 1

기지국에 의해 수행되는, 무선 네트워크에서의 이동국의 랭크 적응의 방법으로서,

상기 기지국에 의해 상기 이동국으로부터, 이용될 랭크의 표시를 수신하는 단계 - 상기 이용될 랭크는 상기 기지국과 상기 이동국 간 무선 채널의 장기 SINR(long-term signal-to-interference-plus-noise ratio) 또는 CQI(channel quality index) 중 하나에 기초함 -;

상기 이동국의 속도가 미리 정의된 임계치보다 높다고 결정하는 것에 응답하여, 상기 이동국과 상기 기지국 사이에서 무선 통신을 수행하기 위해 개루프 멀티-안테나 모드를 선택하는 단계; 및

적어도 하나의 기준에 기초하여, 상기 이동국과 상기 기지국 사이의 상기 개루프 멀티-안테나 모드에 따른 무선 통신을 위해 복수의 랭크 중에서 선택하는 단계 - 상기 선택된 랭크는 상기 표시에 의해 지정된 상기 이용될 랭크보다 우선함(override) -

를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 속도를 결정하는 것은 상기 이동국 및 기지국 중 하나에 의해 수행되는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 이용될 랭크의 표시를 수신하는 단계는 무선 채널 품질의 보고와 관련하여 상기 이용될 랭크의 표시를 수신하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 복수의 랭크 중에서 선택하는 단계는 적어도 송신 다이버시티(transmit diversity)를 채용하는 제1 랭크 및 공간 다중화(spatial multiplexing)를 채용하는 제2 랭크 중에서 선택하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 이동국으로부터, 페루프 멀티-안테나 모드에 따른 무선 통신에서 데이터를 코딩하기 위해 이용할 코드워드에 대한 식별자를 수신하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 개루프 멀티-안테나 모드에서, 상기 무선 통신의 데이터를 코딩하기 위해 미리 결정된 코드워드 또는 코드워드 시퀀스를 이용하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 미리 결정된 코드워드는 페루프 멀티-안테나 송신 모드를 위해 이용되는 코드북 내의 미리 정의된 코드워드인 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 기준에 기초하여 상기 복수의 랭크 중에서 선택하는 단계는,

상기 이동국이 각각의 랭크들을 선택한 대응하는 횟수들을 카운트하는 단계; 및

상기 복수의 랭크 중에서 선택하기 위해 상기 횡수들을 비교하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 복수의 랭크 중에서 선택하는 단계는 상기 이동국이 미리 정의된 시간 창(time window)에서 가장 많이 고른 랭크를 선택하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 개루프 멀티-안테나 모드에 따른 무선 통신을 위해 상기 복수의 랭크 중에서 선택하는 단계는 랭크 1보다 큰 랭크를 선택하는 단계를 포함하고, 상기 방법은,

상기 선택된 랭크가 랭크 1보다 클 때 순환 지연 다이버시티(cyclic delay diversity)를 이용하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 페루프 멀티-안테나 모드와 상기 개루프 멀티-안테나 모드 사이에 스위칭하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 12

기지국으로서,

이동국과 무선 통신을 수행하는 인터페이스; 및

상기 이동국이 고속 이동국인지를 결정하고;

상기 이동국이 고속 이동국이라고 결정하는 것에 응답하여, 다운링크 데이터를 코딩하기 위해 이용될 코드워드의 식별자를 포함하는 상기 이동국으로부터의 피드백을 수반하지 않는 상기 이동국에 송신되는 다운링크 데이터에 대한 멀티-안테나 통신 모드를 선택하고;

상기 이동국으로부터, 이용될 랭크의 표시를 수신하고 - 상기 이용될 랭크는 상기 기지국과 상기 이동국 간 무선 채널의 장기 SINR 또는 CQI 중 하나에 기초함 -;

상기 멀티-안테나 통신 모드에 따른 다운링크 데이터의 통신을 위해 복수의 랭크 중에서 선택하도록 랭크 적응을 적용하는 프로세서 - 상기 적용되는 랭크 적응은 상기 이동국에 의해 선택된 랭크보다 우선함 -

를 포함하는 기지국.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 선택된 멀티-안테나 모드는 개루프 멀티-안테나 모드를 포함하는 기지국.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 개루프 멀티-안테나 모드에서 상기 다운링크 데이터에 고정된 코드워드를 적용하는 기지국.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 이동국이 고속 이동국이 아니라고 결정하는 것에 응답하여 페루프 멀티-안테나 모드를 선택하는 기지국.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 개루프 멀티-안테나 모드 또는 페루프 멀티-안테나 모드의 선택을 시그널링하는 상위 계층 소프트웨어를 더 포함하는 기지국.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 이동국과 기지국 사이의 무선 통신의 개루프 멀티-안테나 모드를 위한 랭크 적응에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이동국들이 다른 이동국들과 또는 유선 네트워크에 연결된 유선 단말기들과 통신을 수행할 수 있게 하기 위해 다양한 무선 액세스 기술들이 제안되었거나 구현되었다. 무선 액세스 기술들의 예들은 3GPP(Third Generation Partnership Project)에 의해 정의된, GSM(Global System for Mobile communication) 및 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 기술들; 및 3GPP2에 의해 정의된, CDMA 2000(Code Division Multiple Access 2000)을 포함한다.

[0003] 스펙트럼 효율을 개선하고, 서비스를 개선하고, 비용을 낮추는 등을 위한 무선 액세스 기술들의 계속적인 진화의 일부로서, 새로운 표준들이 제안되었다. 하나의 그러한 새로운 표준은, UMTS 무선 네트워크를 강화하려고 하는, 3GPP로부터의 LTE(Long Term Evolution) 표준이다.

[0004] LTE에 따르면, 이동국으로부터 기지국으로 피드백되는 정보를 이용하는 채널 의존(channel-dependent) 프리코딩(페루프) MIMO(multiple input, multiple output) 무선 송신을 위해 랭크 적응이 제공된다. MIMO는 송신 측 및/또는 수신 측에서 다수의 안테나들을 이용하는 것을 지칭한다. 랭크 적응은 이동국과 기지국 사이의 무선 통신을 위해, 랭크 1 및 랭크 2와 같은, 복수의 랭크들 중에서 선택하는 것을 지칭한다. "랭크 1"은 기지국과 이동국 사이에 데이터를 통신하는 무선 채널을 위해 단일 계층만을 이용하는 것을 지칭한다. 그러한 단일 계층 통신에 의하면, 신호 전력이 수신기 입력에서 최대화되도록 적절한 위상(및 때때로 이득) 코딩을 이용해 (중복성(redundancy)이 제공되도록) 송신 안테나들 각각으로부터 동일한 신호가 방출된다. "랭크 2"는 기지국과 이동국 사이에 데이터를 통신하기 위해 이용되는 특정 무선 채널이 셀 섹터에서 다수의 경로들을 따라 다수의 공간 빔들을 채용하는 2개의 계층들을 이용할 수 있다는 것을 나타낸다. 랭크 2 통신에 의하면, 독립된 데이터가 다수의 빔들에서 송신될 수 있어 이동국과 기지국 사이의 무선 통신에서의 데이터의 처리량을 증가시킬 수 있다. 랭크 4 등과 같은 다른 랭크들도 가능하다.

[0005] 채널 의존 프리코딩(페루프 MIMO)의 일부로서 이동국에 의해 기지국에 피드백되는 정보는 기지국으로부터 이동국으로의 다운링크 무선 채널에서 송신될 데이터를 코딩하기 위해 이용되는 코드워드를 식별하는 인덱스를 포함한다. 그러한 인덱스는 LTE 컨텍스트에서 PMI(precoding matrix index)로 불린다. 상이한 코드워드들을 선택하기 위해 상이한 인덱스들이 이용된다. 피드백 정보는 또한 이동국에 의해 결정되는 이용될 랭크를 포함한다. 그러한 랭크 정보의 피드백은, 다수의 랭크들 중 하나가 무선 통신을 위해 선택될 수 있는, 랭크 적응을 가능하게 한다. 그 후 기지국에 의해 송신될 다운링크 데이터에 적용될 프리코딩(랭크 및 코드워드)이 랭크 및 PMI 정보로부터 결정된다. 이동국으로부터의 피드백 정보에 기초하여 (랭크 적응을 포함하는) 프리코딩을 적용함으로써, 셀 또는 셀 섹터 내의 무선 데이터 통신들의 처리량 및 신뢰도가 개선될 수 있다.

[0006] 그러나, 페루프 MIMO 송신을 위한 종래의 프리코딩은 이동국에 의해 기지국에 피드백되는 정보(특히, PMI 정보)가 기지국에 의해 프리코딩이 적용될 때 구식(out-of-date)이 되지 않도록 비교적 느리게 이동하고 있는 이동국들에 대해서만 유효하다. 이동국의 속도가 증가할 때, 페루프 MIMO 송신을 위해 이용되는 프리코딩은 유효하지 않을 수 있다.

[0007] [개요]

[0008] 일반적으로, 실시예에 따르면, 무선 네트워크에서 이동국에 대한 랭크 적응을 수행하는 방법은 상기 이동국이 빠르게 이동하고 있는지를 결정하는 단계를 포함한다. 상기 이동국이 빠르게 이동하고 있다고 결정하는 것에 응답하여, 상기 이동국과 기지국 사이의 무선 통신을 수행하기 위해 개루프 멀티-안테나 모드가 선택된다. 그 후 상기 이동국과 상기 기지국 사이의 상기 개루프 멀티-안테나 모드에 따른 무선 통신을 위해 복수의 랭크 사이에 선택이 수행된다.

[0009] 다른 또는 대안적인 특징들은 다음의 설명으로부터, 도면들로부터, 및 청구항들로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 실시예에 따른, 개루프 멀티-안테나 모드에 따른 무선 통신을 위한 랭크 적응을 채용하는 무선 네트워크를 포함하는 통신 네트워크의 블록도이다.

도 2는 실시예에 따른, 이동국의 검출된 무선 채널 품질 및 속도에 기초하여 선택적으로 이용되는 멀티-안테나

모드들을 도시하는 그래프를 나타낸다.

도 3 및 4는 일부 실시예들에 따른, 개루프 멀티-안테나 모드를 위한 랭크 적응을 수행하는 프로세스들의 흐름도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 다음의 설명에서는, 일부 실시예들에 대한 이해를 제공하기 위해 다수의 상세들이 설명된다. 그러나, 이 기술 분야의 숙련자들은 일부 실시예들은 이러한 상세들 없이 실시될 수 있고 설명된 실시예들로부터의 다수의 변형들 또는 수정들이 가능할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0012] 본 발명의 일부 실시예들을 통합하는 무선 네트워크에서는, PDSCH(physical downlink shared channel) 또는 다른 유형의 데이터 채널과 같은, (기지국으로부터 이동국으로의) 다운링크 무선 채널에서 다양한 멀티-안테나 모드들이 지원될 수 있다. PDSCH 채널은 3GPP(Third Generation Partnership Project)에 의해 정의된 LTE(Long Term Evolution) 무선 네트워크에 존재하는 채널이다. 3GPP LTE 기술은 3GPP에 의해 또한 발표된, UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 기술의 진화이다. 비록 일부 실시예들에 따라 LTE 기술이 참조되지만, 이 기술들은 또한 3GPP2에 의해 정의된, CDMA 2000(Code Division Multiple Access 2000) 기술들과 같은, 다른 무선 기술들, 또는 다른 무선 액세스 기술들에 적용될 수도 있다. 또한, 비록 다음의 논의는 다운링크 통신에 적용된 기술들에 지향되지만, 본 발명의 일부 실시예들은 또한 업링크 통신에 적용될 수도 있다는 것에 주의한다.

[0013] 멀티-안테나 모드는, 송신기에서 다수의 송신 안테나들이 이용되고 수신기에서 다수의 수신 안테나들이 이용되는, MIMO(multiple input, multiple output) 모드일 수 있다. 일부 실시예들에서, 무선 네트워크에 의해 지원될 수 있는 다양한 멀티-안테나 모드들은 페루프 MIMO 모드 및 개루프 MIMO 모드를 포함한다. 페루프 MIMO 모드는 랭크 정보, 코드워드에의 인덱스, 및 다른 정보(예를 들면, 채널 품질 표시자 또는 CQI와 같은 무선 채널 품질의 표시)를 포함하는 이동국으로부터의 피드백 정보로부터 결정된 프리코딩을 이용하여 다운링크 데이터가 프리코딩되는 MIMO 모드를 지칭한다. 인덱스(또는 다른 유형의 식별자)는 기지국이 다운링크 데이터를 코딩하기 위한 다수의 가능한 코드워드들 중에서 선택하게 한다.

[0014] 개루프 MIMO 모드에 의하면, 다운링크 데이터를 코딩하기 위해 (페루프 MIMO에서 이용되는 가변적인 코드워드들 대신에) 고정된(또는 미리 결정된) 코드워드가 이용된다. 그 결과, 기지국은 고정된(또는 미리 결정된) 코드워드를 다운링크 데이터에 적용한다. 개루프 MIMO 모드에 의하면, 이동국으로부터의 PMI의 피드백이 요구되지 않는다. 다르게는, 고정된 또는 미리 결정된 코드워드를 이용하는 대신에, 미리 결정된 코드워드 시퀀스가 대신 이용될 수 있다.

[0015] 일부 실시예들에 따르면, 이동국의 속도가 검출될 수 있고, 이동국의 속도에 기초하여 멀티-안테나 모드가 선택될 수 있다. 이동국 속도가 비교적 저속이면, 페루프 MIMO 모드가 채용될 수 있고, 그 모드에서 채널의 변동들이 추적될 수 있고, 이동국은 다운링크 데이터를 코딩하기 위해 이용될 코드워드를 선택할 수 있다. 선택된 코드워드는 선택된 코드워드에의 인덱스(또는 다른 식별자)의 형태로 기지국에 피드백된다. 이동국에 의해 검출될 수 있는 채널의 변동들은 이동국의 위치에 기초하는 채널 조건 변화들, 기지국으로부터의 이동국의 거리에 기초하는 경로 손실들, 기지국 주위의 장애물들에 의해 야기되는 채도잉(shadowing), 및 다른 요인들을 포함한다.

[0016] 코드워드들은 데이터를 코딩하기 위해 선택적으로 이용될 수 있는 대응하는 코드워드들을 포함하는 다수의 엔트리들을 포함하는 코드북으로부터 선택될 수 있다. 코드북은, 일부 예시적인 구현들에서, 행렬로서 배열될 수 있다. 그 행렬은 코드북 인덱스들에 대응하는 행들, 및 랭크들에 대응하는 열들을 가질 수 있다. 따라서, 코드북 내의 다수의 코드워드들은 랭크 1에 대응하고, 코드북 내의 다른 코드워드들은 랭크 2에 대응한다. 코드북은 또한 다른 랭크들에 대응하는 엔트리들을 포함할 수 있다. 전술한 바와 같이, 페루프 MIMO 통신에 의하면, 랭크 정보 및 (LTE 컨텍스트에서 프리코딩 매트릭스 인덱스 또는 PMI로 불리는) 인덱스가 이동국으로부터 기지국으로 피드백될 수 있다. 이것은 기지국이 (기지국으로부터 이동국으로의) 다운링크 통신에 적용할 코드워드를 선택하게 한다.

[0017] 느리게 이동하는 이동국들에 대해서는, 기지국은 또한 연속적인 물리적 리소스 블록들(RB들)이 소정의 이동국에 할당되는 국부적 채널 할당(localized channel assignment)을 수행한다. 물리적 리소스 블록은 시간 영역 내의 정의된 수의 연속적인 심벌들 및 주파수 영역 내의 다수의 연속적인 서브캐리어들을 지칭한다.

- [0018] 그러나, 페루프 MIMO(채널 의존 프리코딩)의 유효성은 고속 이동국들을 수반하는 경우에 절충된다. "고속 이동국" 또는 "빠르게 이동하는 이동국"은 30 km/h(kilometers per hour)보다 더 큰 것과 같은, 어떤 미리 정의된 임계치보다 더 큰 속도로 이동하고 있는 이동국이다. 페루프 MIMO의 유효성은 이동국이 고속으로 이동하고 있을 때 절충되는데, 그 이유는 이동국에 의해 제공되는 (PMI를 포함하는) 피드백이 비교적 빠르게 쓸모없게 됨에 따라, 이동국으로부터의 피드백에 따라 기지국에 의해 행해진 임의의 결정이 최적의 결과를 제공하지 않을 수 있기 때문이다. 또한, 빠르게 이동하는 이동국에 대해서는, 소정의 이동국에 할당된 리소스 블록들이 연속적인 필요가 없고 주파수 대역의 상이한 부분들로부터의 것일 수 있는, 분산된 또는 다이버시티 채널 할당(distributed or diversity channel assignment)이 통상적으로 이용된다. 대역의 상이한 부분들에 대한 랭크들은 상이할 수 있기 때문에, 빠르게 이동하는 이동국에 대한 페루프 MIMO는 이러한 추가적인 이유로 유효하지 않다.
- [0019] 그 결과, 일부 실시예들에 따르면, 고속 이동국에 대해서는, 기지국으로부터 이동국으로 송신되는 다운링크 데이터의 코딩을 수행하기 위해 고정된(또는 미리 결정된) 코드워드가 이용된다. 고정된(또는 미리 결정된) 프리코딩의 이용은 고속 이동국에 다운링크 데이터를 송신하기 위해 이용되는 개루프 MIMO 모드의 일부이다.
- [0020] 고정된(또는 미리 결정된) 프리코딩을 이용하는 것에 더하여, 일부 실시예들에 따라 통신 처리량 및 신뢰도를 향상시키기 위해, 개루프 MIMO 모드에 대하여 랭크 적응이 또한 채용될 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예들에서는, 개루프 MIMO 모드에 대하여, 무선 채널 조건들에 기초하여 랭크 1 또는 랭크 2가 선택될 수 있다. 예를 들면, 랭크 적응은 장기(long-term) SINR(signal-to-interference-plus-noise ratio)에 기초할 수 있다. "장기" SINR은 현재 측정된 SINR 및 이전에 측정된 SINR들의 어떤 집합(aggregation)을 지칭한다. 그 집합은 평균일 수 있고, 또는 다르게는, 어떤 다른 집합(예를 들면, 중앙값, 합계 등)일 수 있다. 다른 실시예들에서는, 무선 채널 품질의 표시를 제공하기 위해 SINR을 이용하는 대신에, 어떤 다른 유형의 파라미터가 대신 이용될 수 있다.
- [0021] 기본적으로, (미리 결정된 또는 다른 방법으로 수립된 기준들에 관하여) "불량한"(poor) 채널 조건은 랭크 1 통신이 이용되어야 한다는 것을 나타낼 것이고, 반면에 (그러한 기준에 관하여) "보다 양호한"(better) 품질 채널 조건은 랭크 2 통신이 이용될 수 있다는 것을 나타낼 것이다. 일부 구현들에서, 랭크 1 스킴(scheme)은 이동국이 다운링크 데이터를 수신할 가능성을 증가시키기 위해 이동국에 상이한 경로들(공간 빔들)을 통하여 동일한 정보(중복(redundant) 정보)가 송신되는 송신 다이버시티 스킴(transmit diversity scheme)이다. 예를 들면, 송신 다이버시티 포맷은 SFBC(spatial frequency block coding) 포맷일 수 있다.
- [0022] 랭크 2 통신은 수신기의 대응하는 안테나들에 의해 수신될 독립된 다운링크 데이터를 송신하기 위해 송신기의 2개의 안테나들이 이용되는 공간 다중화(spatial multiplexing)를 제공한다. 따라서, 일부 실시예들에 따르면, 높은 이동성(고속)을 갖는 이동국에 대해서는, 처리량과 커버리지 이득 양쪽 모두를 증가시키기 위해 랭크 1 통신 또는 랭크 2 통신이 이용될 수 있도록 개루프 멀티-안테나 모드를 위해 동적인 랭크 적응이 제공된다. 다른 실시예들에서는, 추가적인 랭크들이 지원될 수 있다.
- [0023] 따라서, 일부 실시예들에 따르면, 느리게 이동하는 이동국에 대해서는, 랭크 적응을 갖는 코드북 기반 채널 의존 프리코딩(페루프 MIMO)이 이용될 수 있다. 빠르게 이동하는 이동국에 대해서는, 랭크 적응을 갖는 개루프 MIMO 모드가 이용될 수 있고, 여기서 선택된 랭크는 무선 채널 조건들에 기초한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일부 실시예들이 제공될 수 있는 예시적인 무선 네트워크를 나타낸다. 무선 네트워크는 대응하는 셀 섹터(108)에서 다수의 경로들(104, 106)(공간 빔들)을 따라 무선 신호들을 송신하기 위한 안테나 어레이 또는 다른 어셈블리(멀티-빔 안테나)(102)를 포함하는 기지국(100)을 포함한다. 셀 섹터는 셀룰러 네트워크의 셀의 하나의 섹터이다. 비록 도 1에는 2개의 경로들(104 및 106)만이 도시되어 있지만, 다른 실시예들에서는 셀 섹터에 2개보다 많은 수의 경로들이 제공될 수 있다는 것에 주의한다. RF(Radio Frequency) 리소스들(예를 들면, 주파수, 타임 슬롯 등)은 멀티-빔 안테나들을 이용하여 상이한 경로들을 따라 무선 신호들을 송신하는 것에 의해 셀 섹터의 상이한 지리적 영역들에서 재사용될 수 있다. 이동국(110)은 셀 섹터에서의 이동국(110)의 위치에 따라서, 셀 섹터(108)에서 경로들(104, 106) 중 하나 이상의 경로를 이용하여 통신할 수 있다.
- [0025] 대안적인 구현들에서는, 셀 섹터에 다수의 빔들을 제공하는 것보다는, 셀에 다수의 빔들이 제공될 수 있다는 것에 주의한다. 여기서 사용될 때, 용어 "셀 세그먼트"는 셀 섹터 또는 셀 중 어느 한쪽을 지칭할 수 있다.
- [0026] 비록 도 1에는 하나의 기지국만이 도시되어 있지만, 무선 네트워크는 일반적으로 다수의 기지국들을 포함할 것이라는 것에 주의한다. 일부 구현들에서, 무선 네트워크는 LTE 무선 네트워크이다. 대안적인 구현들에서는,

다른 유형의 무선 네트워크들이 채용될 수 있다. "LTE 무선 네트워크"에의 참조는 3GPP에 의해 개발된 명세의 요구들에 따르고, 그 명세는 시간에 걸쳐서 수정되거나 진화될 수 있으므로, LTE로부터 진화하는 차후의 표준들에도 따르는 무선 네트워크를 지칭한다는 것에 주의한다. 또한, 비록 다음의 논의에서는 LTE 무선 네트워크들이 참조될지라도, 바람직한 실시예들에 따른 기술들은 LTE가 아닌(non-LTE) 무선 네트워크들에 적용될 수도 있다는 것에 주의한다. LTE가 아닌 무선 네트워크들에서, 용어 "기지국"은 이동국에 데이터를 송신하거나, 이동국으로부터 데이터를 수신할 수 있는 임의의 송신기를 지칭할 수 있다. 더 일반적으로, 용어 "기지국"은 셀룰러 네트워크 기지국, 임의의 유형의 무선 네트워크에서 이용되는 액세스 포인트, 또는 이동국들과 통신하는 임의의 유형의 송신기를 지칭할 수 있다.

[0027] LTE 무선 네트워크에서, 기지국(100)은, 안테나 어레이(102)를 포함하는 베이스 트랜스미터 스테이션(base transceiver station)을 포함하는, 인핸스드 노드 B(enhanced node B)("eNode B")를 포함한다. 기지국(100)은 또한 인핸스드 노드 B와 협력하는 라디오 네트워크 컨트롤러를 포함한다. 라디오 네트워크 컨트롤러 및/또는 인핸스드 노드 B는 다음의 작업들 중 하나 이상을 수행할 수 있다: 라디오 리소스 관리, 이동국들의 이동성을 관리하기 위한 이동성 관리, 트래픽의 라우팅 등. 하나의 라디오 네트워크 컨트롤러가 다수의 eNode B들에 액세스할 수 있고, 또는 다르게는, eNode B가 2개 이상의 라디오 액세스 컨트롤러에 의해 액세스될 수 있다는 것에 주의한다.

[0028] 도 1에 도시된 바와 같이, 기지국(100)은 저장 장치(124)에 접속되는, 하나 이상의 중앙 처리 장치(CPU)(122)를 포함한다. 또한, 기지국은 LTE 무선 네트워크에서 SDMA에 대한 지원을 가능하게 하는 바람직한 실시예들에 따른 작업들을 포함하는, 기지국(100)의 작업들을 수행하도록 CPU(들)(122)에서 실행 가능한 소프트웨어(126)를 포함한다.

[0029] 도 1의 이동국(110)도 저장 장치(132)에 접속되는 하나 이상의 CPU(130)를 포함한다. 이동국(110)도 이동국(110)의 작업들을 수행하도록 CPU(들)(130)에서 실행 가능한 소프트웨어(134)를 포함한다.

[0030] 기지국(100)은 서빙 및/또는 패킷 데이터 네트워크(PDN) 게이트웨이(112)에 접속되고, 이 게이트웨이는 인핸스드 노드 B를 향하여 사용자 플레인 인터페이스를 종료(terminate)하고, 인터넷과 같은 패킷 데이터 네트워크 또는 다른 유형의 네트워크일 수 있는, 외부 네트워크(114)를 향하여 패킷 라우팅 및 전송에 대한 책임을 맡는다.

[0031] 도 1에 도시된 배열은 예를 위하여 제공된다. 다른 구현들에서는, 다른 무선 네트워크 배열들이 이용될 수 있다.

[0032] 도 2는 이동국의 속도(그래프의 수직축) 및 장기 SINR(그래프의 수평축)에 따라 이용되는 상이한 멀티-안테나 모드들을 도시하는 예시적인 그래프를 나타낸다. (집합적으로 여기에서 "저속 이동국들"로 불리는) 이동하지 않는 및 저속 이동국들에 대해서는, (202에 의해 지시된 바와 같이) 채널 의존 프리코딩(페루프 MIMO)이 이용된다. 대조적으로, 고속 이동국에 대해서는, 고정된(또는 미리 결정된) 프리코딩이 동적인 랭크 적응과 조합하여 이용될 수 있는데, 랭크 적응에서는 장기 SINR이 비교적 낮으면 랭크 1이 이용되고(도 2의 블록 204) 장기 SINR이 비교적 높으면 랭크 2가 이용된다(블록 206). 장기 SINR에 대하여 임계치가 정의될 수 있고; 장기 SINR이 임계치보다 낮다면, 랭크 1이 이용되고, 장기 SINR이 임계치보다 높다면, 랭크 2가 이용된다.

[0033] 도 3은 실시예에 따라 수행되는 절차를 나타낸다. 기지국은 (302에서) 이동국의 속도를 측정한다. 측정된 속도는 대략의 속도일 수 있고, 예를 들면, 이동국으로부터 기지국으로의 업링크에서 송신된 랜덤 액세스 채널(random access channel; RACH), 이동국으로부터의 사운드링 참조 신호(sounding reference signal; SRS), 또는 임의의 다른 업링크 송신을 모니터링하는 것에 기초할 수 있다. RACH는 호(call) 또는 다른 통신 세션을 확립하기 위해 이동국에 의해 송신된다. 사운드링 참조 신호는 이동국이 업링크 데이터를 위해 어느 빔(경로)을 이용할 것인지를 기지국이 결정할 수 있게 하기 위해 이동국에 의해 송신되는 참조 신호이다. 이동국 속도를 결정하기 위해 GPS 또는 다른 위치 결정 데이터가 이용될 수도 있다. 이동국으로부터의 신호(들)는 이동국의 속도를 대략 결정하기 위해 기지국에 의해 모니터링된다.

[0034] 측정된 속도에 기초하여, 기지국은 (304에서) 이동국을 "고속" 또는 "저속" 이동국으로 분류한다. 기지국은 그 후 (306에서) 이동국 유형(고속 또는 저속)을 이동국에 시그널링한다. 이동국 유형을 전달하기 위해 송신되는 시그널링은 레벨 3(또는 더 높은 레벨) 시그널링과 같은 상위 계층 시그널링(higher layer signaling)일 수 있다. 이동국 속도를 측정하기 위해 상위 계층 프로토콜들(소프트웨어)을 이용하는 것이 더 효율적일 수 있는데, 그 이유는 이동국 속도를 측정하는 프로세스는 일부 구현들에서 수백 밀리초 정도의 시간이 걸릴 수 있기 때문이다.

- [0035] 기지국으로부터 수신된 이동국 유형에 따라서, 이동국은 (308)에서 SINR을 측정하고, 이것은 일부 실시예들에서 CQI(channel quality indicator)의 형태로 보고될 수 있다. CQI 정보는 이동국에 의해 검출되는 특정 채널을 따라 송신되는 무선 시그널링의 품질에 관한 정보를 제공한다. 고속 이동국에 대해서는, 측정된 CQI는 송신 다이버시티 및 고정된 또는 미리 결정된 코드워드에 대응하는 CQI이다. 고정된 또는 미리 결정된 코드워드는 페루프 MIMO 모드에 대하여 정의된 코드북 내의 미리 정의된 코드워드일 수 있다. 저속 이동국에 대해서는, 측정된 CQI는 코드북 내의 코드워드에 대응하는 CQI이다.
- [0036] 이동국은 그 후 (310에서) 가장 큰 SINR을 갖는 MIMO 모드를 선택한다. 만약 페루프 MIMO가 선택되면, 랭크 및 코드북 인덱스(예를 들면, PMI)가 또한 도출되고 페루프 MIMO와 관련된다. 만약 개루프 MIMO 모드가 선택되면, 랭크는 선택되지만, 코드워드는 고정된다(예를 들면, 코드북 인덱스는 미리 정의된다). 일부 구현들에서 개루프 MIMO 모드와 페루프 MIMO 모드 사이의 선택은 이동국 속도의 표시를 또한 측정하거나 수신하는 상위 계층 소프트웨어(레벨 3 또는 더 높은)에 의해 시그널링될 수 있다는 것에 주의한다.
- [0037] 다음으로, 이동국은 (312에서) SINR 정보와 함께 랭크 표시자를 포함하는 피드백 메시지를 기지국에 송신한다. 312에서의 피드백 정보의 송신은 주기적으로(또는 비주기적으로) 수행될 수 있다. 제1 기술에 따르면, SINR 정보는 이동국에 의해 기지국에 주기적으로(또는 비주기적으로) 송신되는 CQI 보고의 형태로 제공된다. 랭크 표시자는 이 제1 기술에서 각 CQI 보고에서 송신된다. 다르게는, 제2 기술에 따르면, 랭크 표시자는 N번째 CQI 보고마다 송신될 수 있고, 여기서 $N > 1$ (N은 구성 가능한 값)이다. 랭크 표시자는 CQI 보고에 추가적인 비트(들)로서 추가될 수 있고, 또는 다르게는, 랭크 표시자는 CQI 보고의 기존의 비트(들)를 교체할 수 있다(CQI 보고를 펀처링(puncturing)하는 것으로 불리는 프로세스).
- [0038] 랭크 표시자를 송신하는 빈도(frequency)는 랭크 적응 간격을 정의한다. 랭크 표시자를 더 빈번히 송신하는 것은 랭크 적응 간격이 더 짧다는 것을 의미한다(이것은 랭크가 더 빈번히 동적으로 변경된다는 것을 의미한다).
- [0039] 랭크 표시자 및 수신된 SINR에 응답하여, 기지국은 (314에서) 이동국으로의 다운링크 데이터 송신을 스케줄링한다. 기지국은 이동국의 속도 및 랭크 피드백에 기초하여 이용될 멀티-안테나 모드를 결정한다. 기지국은 이동국에 의해 선택된(이동국으로부터 수신된 랭크 표시자에서 보고된) 랭크를 무효로 할(override) 수 있다는 것에 주의한다. 기지국에 의해 선택된 모드는 랭크 적응을 갖는 페루프 MIMO 모드 또는 개루프 MIMO 모드 중 어느 한쪽일 수 있다.
- [0040] 기지국은 또한 이동국 카테고리에 기초하여 할당되는 채널 유형을 결정하고, 여기서 할당되는 채널 유형은 (고속 이동국에 대한) 분산된 또는 다이버시티 채널 할당 또는 (저속 이동국에 대한) 국부적 채널 할당 중 어느 한 쪽일 수 있다. 다운링크 송신을 위한 페루프 MIMO 모드와 개루프 MIMO 모드 사이의 스위칭은 채널 유형과 관련될 수 있다.
- [0041] 다음으로, 기지국은 (316에서) 선택된 MIMO 모드를 이동국에 시그널링하고, 여기서 시그널링되는 MIMO 모드는 (개루프 MIMO에 대한) 랭크 정보 또는 (페루프 MIMO에 대한) 랭크 및 코드북 인덱스 정보를 포함할 수 있다. 316에서 기지국으로부터 이동국으로 다른 정보가 송신될 수도 있다.
- [0042] 일부 구현들에서는, MIMO 모드를 제공하기 위해 2개의 다운링크 시그널링 채널들이 이용될 수 있다. 예를 들면, 제1 시그널링 채널은 페루프 MIMO가 이용되어야 하는지 또는 개루프 MIMO가 이용되어야 하는지를 나타낼 수 있다. 만약 페루프 MIMO가 이용되어야 한다면, 랭크 및 코드북 인덱스를 나타내기 위해 제2 시그널링 채널이 이용된다. 일부 실시예들에서, 만약 개루프 MIMO가 이용되어야 한다면, 랭크를 나타내기 위해 제2 시그널링 채널이 이용된다(송신 다이버시티 또는 공간 다중화).
- [0043] 이동국은 그 후 (318에서) 이동국 카테고리(고속 대 저속), 및 랭크 또는 랭크 및 코드북 인덱스와 같은 기지국으로부터 송신된 모드 표시자에 따라 기지국으로부터 송신된 다운링크 데이터를 디코딩한다.
- [0044] 도 4는 상이한 실시예에 따른 프로세스의 메시지 흐름도이다. 도 4의 절차에서는, 도 3의 절차와 다르게, 이동국의 속도를 측정하는 것은 (기지국보다는) 이동국이다. 이동국은 (402에서) 다운링크 보조 채널, 다운링크 참조 또는 파일럿 신호와 같은 다운링크 송신들, 또는 임의의 다른 다운링크 송신을 모니터링하는 것에 의해 이동국의 속도를 측정할 수 있다. 이동국은 그 후 (404에서) 측정된 속도에 따라 이동국을 고속 또는 저속 이동국으로 분류한다. 이동국은 그 후 (406에서) 상위 계층(예를 들면, 레벨 3) 시그널링을 이용하는 것 등에 의해 이동국 카테고리를 기지국에 통지한다.
- [0045] 도 4의 나머지 작업들은 도 3에 도시된 작업들과 동일하다(그리고 동일한 참조 번호가 할당된다).

- [0046] 이동국에서, (도 3 또는 4의 작업 310에서의 MIMO 모드 선택의 일부로서 수행되는) 랭크 1(예를 들면, SFBC)과 랭크 2(예를 들면, SM) 사이의 랭크 적용은 다음과 같은 절차에 의지할 수 있다:
- [0047] • 다운링크 참조 신호에 기초하여, 이동국 수신기는 채널을 평가하고, $SINR^{(SFBC)}$ 및 $SINR^{(SM)}$ 으로서 각각 표시되는, 양쪽 SFBC 및 SM에 대한 유효 SINR들을 산출한다.
- [0048] • $SINR^{(SFBC)}$ 및 $SINR^{(SM)}$ 에 기초하여, 이동국은 샤논 공식(Shannon formula)을 이용하여 양쪽 SFBC 및 SM 용량들을 계산한다:
- [0049]
$$C^{(SFBC)} = \log_2(1 + SINR^{(SFBC)}),$$
- [0050]
$$C^{(SM)} = M^{(TX)} \cdot \log_2(1 + SINR^{(SM)}),$$
- [0051] 여기서 $M^{(TX)}$ 는 송신 안테나의 수이다.
- [0052] • 2개의 계산된 용량들의 비교는 이동국이 다음에 따라 SFBC가 이용되어야 하는지 또는 SM이 이용되어야 하는지를 결정할 수 있게 한다:
- [0053] $C^{(SFBC)} \geq C^{(SM)}$ 이면 \Rightarrow SFBC 송신(랭크 1)
- [0054] $C^{(SFBC)} < C^{(SM)}$ 이면 \Rightarrow SM 송신(랭크 2)
- [0055] 상기는 이동국이 랭크 1을 선택할지 또는 랭크 2를 선택할지를 결정하기 위해 랭크 1 동작 및 랭크 2 동작에 대한 SINR 값들에 기초하여 계산된 파라미터들을 비교할 수 있는 방법의 예를 제공한다.
- [0056] 전술한 바와 같이, 도 3 또는 4의 절차에서는, 314에서 수행되는 다운링크 송신을 스케줄링하는 것의 일부로서, 기지국은 다음과 같이 이동국에 의해 행해진 랭크 선택을 무효로 할 수 있다:
- [0057] • 미리 정의된 관찰 시간 창(observation time window)에 걸쳐서 이동국에 의해 피드백된 SFBC에 대한 결정의 수($N^{(SFBC)}$)를 카운트한다.
- [0058] • 상기 미리 정의된 관찰 시간 창에 걸쳐서 이동국에 의해 피드백된 SM에 대한 결정의 수($N^{(SM)}$)를 카운트한다.
- [0059] • 기지국은 $N^{(SFBC)} \geq N^{(SM)}$ 인 경우에는 SFBC를 선택하고; 그렇지 않은 경우에는 기지국은 SM을 선택한다.
- [0060] 랭크 1을 이용할지 또는 랭크 2를 이용할지에 대한 기지국에 의한 선택은 따라서 이동국이 미리 정의된 관찰 창에서 랭크 1을 선택한 횟수와, 이동국이 미리 정의된 관찰 창에서 랭크 2를 선택한 횟수의 비교에 기초한다 - 기지국은 이동국이 미리 정의된 관찰 창에서 가장 많이 고른 랭크를 선택할 것이다.
- [0061] 일부 실시예들에서, 만약 기지국에 의해 선택된 랭크가 1보다 크다면, 기지국은, 심벌간 간섭(inter-symbol interference)을 감소시키기 위해 공간 다이버시티를 주파수 다이버시티로 변환하는 다이버시티 스킴인, 큰 지연 순환 지연 다이버시티(cyclic delay diversity; CDD)를 채용할 수 있다. 실시예에 따른 큰 지연 CDD의 동작은 다음과 같이 더 정의된다:
- [0062] • 2개의 안테나 포트를 갖는 송신기에 대하여, $\mathcal{M}(i)$ 에 의해 표시되는 데이터 리소스 엘리먼트 i 에 대한 프리코더는 랭크 1 및 2에 대한 코드워드들을 포함하는 코드북으로부터 선택된다. 그러한 코드북의 예는 3GPP TS 36.211, 버전 8.30에 기술되어 있다. 데이터 리소스 엘리먼트는 전술한 리소스 블록의 엘리먼트이다. 리소스 블록은 다수의 리소스 엘리먼트들을 포함한다. 선택된 프리코더는 코드워드 $\mathcal{M}(i)$ 를 적용한다.
- [0063] • 4개의 안테나 포트를 갖는 송신기에 대하여, 이동국은 다음과 같이 물리적 다운링크 공유 채널 상의 상이한 데이터 리소스 엘리먼트들에 상이한 프리코더들을 주기적으로 할당한다. 상이한 프리코더는 v 개의 데이터 리소스 엘리먼트들마다 이용되고, 여기서 v 는 공간 다중화의 경우에 송신 계층들의 수이다. 특히, $\mathcal{M}(i)$ 에 의해 표시되는 데이터 리소스 엘리먼트 i 에 대한 프리코더는 $\mathcal{M}(i)=G_k$ 에 따라 선택되고, 여기서 k 는

$$k = \text{mod}\left(\left\lceil \frac{i}{N} \right\rceil - 1, 4\right) + 1$$

에 의해 주어지는 프리코더 인덱스이고, 여기서 $k=1,2,\dots,4$ 이고, C_1, C_2, C_3, C_4 는 4개의 랭크들에 대한 엔트리들을 포함하는 코드북으로부터의 코드워드들이다. 그러한 코드북의 예는 3GPP TS 36.211, 버전 8.30에 기술되어 있다.

[0064]

일부 실시예들에 따른 기술들을 채용함으로써, 개루프 멀티-안테나 모드가 선택되는, 고속 이동국들에 대하여 랭크 적응이 가능하게 된다. 소망의 수준의 무선 통신 신뢰도를 유지하면서 시스템 용량이 향상될 수 있다.

[0065]

그러한 소프트웨어의 명령어들은 프로세서에서 실행된다. 프로세서는 마이크로프로세서, 마이크로컨트롤러, (하나 이상의 마이크로프로세서 또는 마이크로컨트롤러를 포함하는) 프로세서 모듈 또는 서브시스템, 또는 다른 제어 또는 계산 장치들을 포함한다. "프로세서"는 단일 컴포넌트를 지칭하거나 복수의 컴포넌트를 지칭할 수 있다.

[0066]

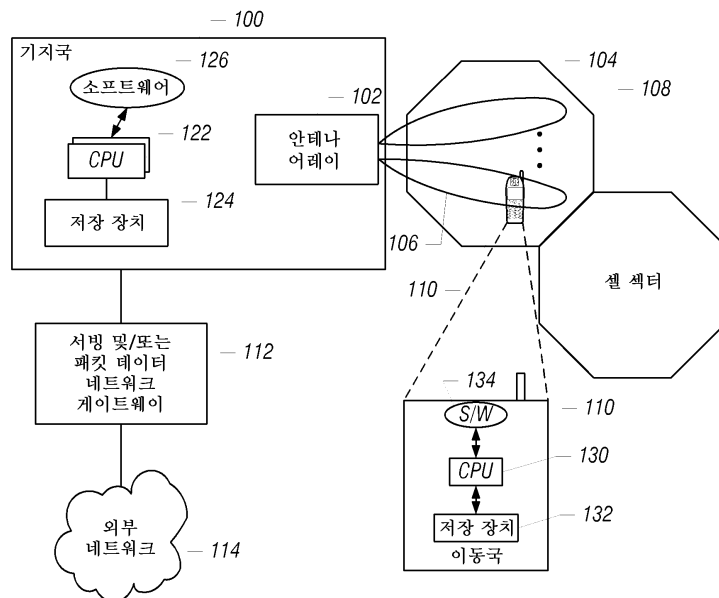
(소프트웨어의) 데이터 또는 명령어들은 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능한 또는 컴퓨터 사용 가능한 저장 매체로서 구현되는 각각의 저장 장치들에 저장된다. 저장 매체는 다이내믹 또는 스태틱 랜덤 액세스 메모리들(DRAM 또는 SRAM), 소거 가능하고 프로그램 가능한 읽기 전용 메모리들(EPROM), 전기적으로 소거 가능하고 프로그램 가능한 읽기 전용 메모리들(EEPROM) 및 플래시 메모리들과 같은 반도체 메모리 장치들; 고정된, 플로피 및 이동식 디스크들과 같은 자기 디스크들; 테이프를 포함하는 다른 자기 매체; 및 콤팩트 디스크들(CD) 또는 디지털 비디오 디스크들(DVD) 등의 광학 매체를 포함하는 여러 가지 형태의 메모리를 포함한다.

[0067]

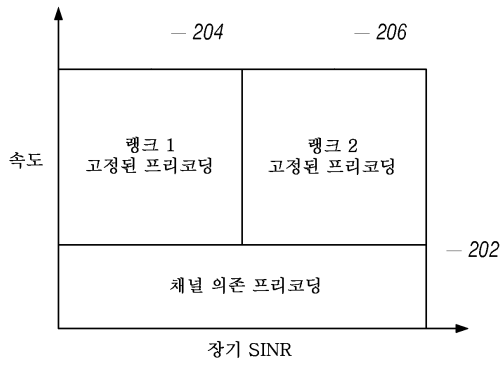
전술한 설명에서는, 본 발명에 대한 이해를 제공하기 위해 다수의 상세들이 설명되었다. 그러나, 이 기술 분야의 숙련자들은 본 발명이 이러한 상세들 없이 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 발명은 제한된 수의 실시예들에 관하여 개시되었지만, 이 기술 분야의 숙련자들은 그로부터의 다수의 수정들 및 변형들을 인식할 것이다. 첨부된 청구항들은 본 발명의 참된 정신 및 범위 내에 있는 그러한 수정들 및 변형들을 포함하는 것이 의도된다.

도면

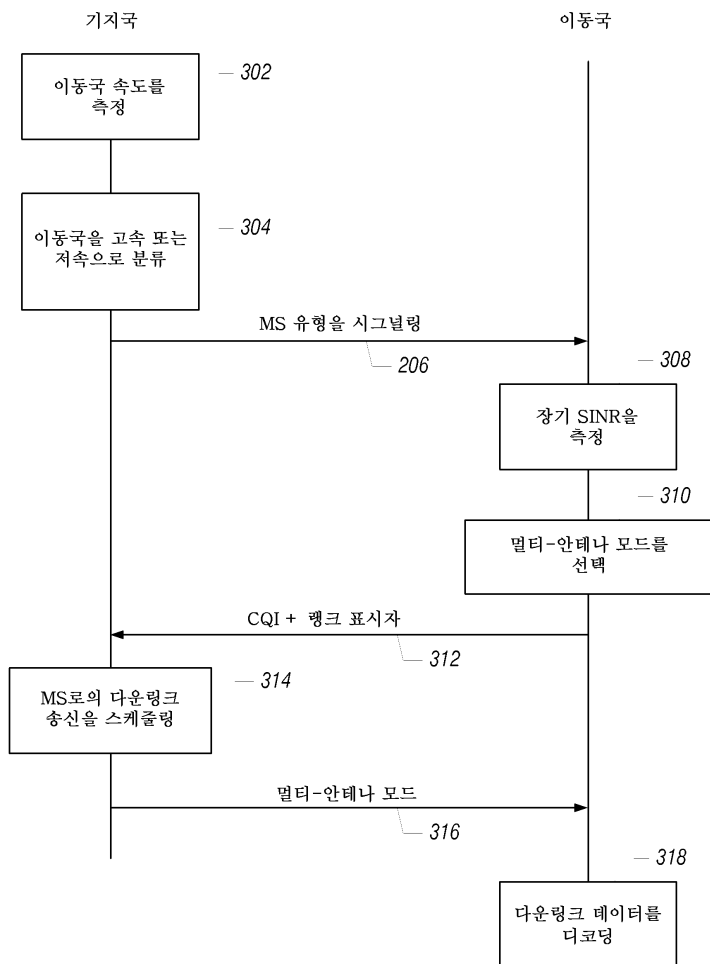
도면1



도면2



도면3



도면4

