



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0102032
(43) 공개일자 2015년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 5/00 (2006.01) H04L 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류(Coo. Cl.)
H04L 5/005 (2013.01)
H04L 1/0026 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7017361
(22) 출원일자(국제) 2013년12월27일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년06월29일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2013/012280
(87) 국제공개번호 WO 2014/104799
국제공개일자 2014년07월03일
(30) 우선권주장
61/746,132 2012년12월27일 미국(US)

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
김기태
경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자 특허센터 (호계동)
김진민
경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자 특허센터 (호계동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김용인, 방해철

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 무선접속시스템에서 채널 품질 지시 정보를 송수신하는 방법 및 이를 지원하는 장치

(57) 요약

본 발명은 시변 채널 특성이 극대화되는 환경에서 채널 노화 효과를 고려한 채널 품질 지시(CQI) 정보를 송수신하는 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예로서, 시변 채널 특성이 극대화되는 환경을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말이 다중 채널 품질 지시(CQI) 정보를 보고하는 방법은, 제 1 참조 신호를 수신하는 단계와 제 1 참조 신호를 이용하여 제 1 CQI 정보를 획득하는 단계와 제 2 참조 신호를 수신하는 단계와 제 2 참조 신호를 이용하여 제 2 CQI 정보를 획득하는 단계와 제 1 CQI 정보를 보고하는 단계와 제2 CQI 정보를 보고하는 단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류(Coo. Cl.)

H04L 5/0007 (2013.01)

H04L 5/0057 (2013.01)

(72) 발명자

고현수

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자 특허센터 (호계동)

정재훈

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자 특허센터 (호계동)

특허청구의 범위

청구항 1

시변 채널 특성이 극대화되는 환경을 지원하는 무선 접속 시스템에서, 단말이 다중 채널 품질 지시(CQI) 정보를 보고하는 방법에 있어서,

제 1 참조 신호를 수신하는 단계;

상기 제 1 참조 신호를 이용하여 제 1 CQI 정보를 획득하는 단계;

제 2 참조 신호를 수신하는 단계;

상기 제 2 참조 신호를 이용하여 제 2 CQI 정보를 획득하는 단계;

상기 제 1 CQI 정보를 보고하는 단계; 및

상기 제 2 CQI 정보를 보고하는 단계를 포함하는, 다중 CQI 정보 보고 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 참조신호는 셀 특정 참조신호이고,

상기 제 2 참조신호는 단말 특정 참조신호인, 다중 CQI 정보 보고 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 CQI 는 소정의 프레임 또는 소정의 서브프레임 구간 동안 측정된 채널 품질 정보를 평균하여 획득되는, 다중 CQI 정보 보고 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 CQI 는 특정 프레임 또는 특정 서브프레임에서 측정된 채널 품질 정보인, 다중 CQI 정보 보고 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 CQI 는 주기적으로 물리상향링크제어채널(PUCCH)을 통해 보고되고, 상기 제 2 CQI 는 기지국이 요청이 있는 경우 물리상향링크공유채널(PUSCH)을 통해 보고되는, 다중 CQI 정보 보고 방법.

청구항 6

시변 채널 특성이 극대화되는 환경을 지원하는 무선 접속 시스템에서, 다중 채널 품질 지시(CQI) 정보를 보고하는 단말은,

송신기;

수신기; 및

상기 다중 CQI 보고를 지원하기 위한 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는:

상기 수신기를 제어하여 제 1 참조 신호 및 제 2 참조 신호를 수신하고,

상기 제 1 참조 신호를 이용하여 제 1 CQI 정보를 획득하고 제 2 참조 신호를 이용하여 제 2 CQI 정보를 획득하며,

상기 송신기를 제어하여 상기 제 1 CQI 정보 및 상기 제 2 CQI 정보 중 하나 이상을 보고하도록 구성되는,

단말.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 참조신호는 셀 특정 참조신호이고,

상기 제 2 참조신호는 단말 특정 참조신호인, 단말.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 CQI 는 소정의 프레임 또는 소정의 서브프레임 구간 동안 측정된 채널 품질 정보를 평균하여 획득되는, 단말.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 CQI 는 특정 프레임 또는 특정 서브프레임에서 측정된 채널 품질 정보인, 단말.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 CQI 는 주기적으로 물리상향링크제어채널(PUCCH)을 통해 보고되고, 상기 제 2 CQI 는 기지국이 요청이 있는 경우 물리상향링크공유채널(PUSCH)을 통해 보고되는, 단말.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로, 채널 노화 효과를 고려한 채널 품질 지시(CQI: Channel Quality Indication) 정보를 송수신하는 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 무선 접속 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선 접속 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 효율적인 데이터 전송 방법을 제공하는 것이다.

[0004] 본 발명의 다른 목적은 시변 채널 특성이 극대화되는 대역(예를 들어, 초고주파 대역)에 대한 채널 특성을 고려한 다중 CQI 를 정의하는 것이다.

[0005] 본 발명의 또 다른 목적은 다중 CQI 를 측정 및 송수신하는 방법들을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 또 다른 목적은 다중 CQI 를 이용하여 채널 상황에 적합한 스케줄링 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 목적들은 이상에서 언급한 사항들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하 설명할 본 발명의 실시예들로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명은 채널 노화 효과를 고려한 채널 품질 지시(CQI) 정보를 송수신하는 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.
- [0009] 본 발명의 일 양태로서, 시변 채널 특성이 극대화되는 환경을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말이 다중 채널 품질 지시(CQI) 정보를 보고하는 방법은, 제 1 참조 신호를 수신하는 단계와 제 1 참조 신호를 이용하여 제 1 CQI 정보를 획득하는 단계와 제 2 참조 신호를 수신하는 단계와 제 2 참조 신호를 이용하여 제 2 CQI 정보를 획득하는 단계와 제 1 CQI 정보를 보고하는 단계와 제2 CQI 정보를 보고하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 다른 양태로서 시변 채널 특성이 극대화되는 환경을 지원하는 무선 접속 시스템에서 다중 채널 품질 지시(CQI) 정보를 보고하는 단말은 송신기, 수신기 및 다중 CQI 보고를 지원하기 위한 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0011] 이때, 프로세서는 수신기를 제어하여 제 1 참조 신호 및 제 2 참조 신호를 수신하고, 제 1 참조 신호를 이용하여 제 1 CQI 정보를 획득하고 제 2 참조 신호를 이용하여 제 2 CQI 정보를 획득하며, 송신기를 제어하여 제 1 CQI 정보 및 제 2 CQI 정보 중 하나 이상을 보고하도록 구성될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 양태들에서, 제 1 참조신호는 셀 특정 참조신호이고, 제 2 참조신호는 단말 특정 참조신호일 수 있다.
- [0013] 또한, 제 1 CQI 는 소정의 프레임 또는 소정의 서브프레임 구간 동안 측정된 채널 품질 정보를 평균하여 획득되고, 제 2 CQI 는 특정 프레임 또는 특정 서브프레임에서 측정될 수 있다.
- [0014] 또한, 제 1 CQI 는 주기적으로 물리상향링크제어채널(PUCCH)을 통해 보고되고, 제 2 CQI 는 기지국이 요청이 있는 경우 물리상향링크공유채널(PUSCH)을 통해 보고될 수 있다.
- [0015] 상술한 본 발명의 양태들은 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.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 실시예들에 따르면 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.
- [0017] 첫째, 본 발명에서는 시변 채널 특성이 극대화되는 초고주파 대역에 대한 채널 특성을 고려한 빔포밍 방식 및 이에 상응하는 상관 시간을 고려하여 시스템 정보를 송수신 함으로써 효율적으로 데이터를 전송할 수 있다.
- [0018] 둘째, 초고주파 대역을 지원하는 시스템에서 초고주파 대역에 대한 채널 특성을 고려한 다중 CQI 를 이용할 수 있다.
- [0019] 셋째, 다중 CQI 를 측정 및 피드백함으로써 초고주파 채널 상황에 적합한 스케줄링 방법을 수행할 수 있다. 이를 통해 전송률 극대화를 제공할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 이하의 본 발명의 실시예들에 대한 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 도출되고 이해될 수 있다. 즉, 본 발명을 실시함에 따른 의도하지 않은 효과들 역시 본 발명의 실시예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되고, 첨부된 도면들은 본 발명에 대한 다양한 실시예들을 제공한다. 또한, 첨부된 도면들은 상세한 설명과 함께 본 발명의 실시 형태들을 설명하기 위해 사용된다.
- 도 1 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 물리 채널들 및 이들을 이용한 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- 도 3 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한

도면이다.

도 4 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 5 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 6 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 심볼 구성도를 나타낸다.

도 7 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 셀 특정 참조 신호(CRS: Cell specific Reference Signal)가 할당된 서브프레임의 일례를 나타내는 도면이다.

도 8 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 CSI-RS 가 안테나 포트의 개수에 따라 할당된 서브프레임들의 일례를 나타내는 도면이다.

도 9 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 UE-특정 참조 신호(UE-RS)이 할당된 서브프레임의 일례를 나타내는 도면이다.

도 10 은 본 발명의 실시예들에서 구성될 수 있는 DSA 의 일례를 나타내는 도면이다.

도 11 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 DSA 의 기지국 호텔 개념을 나타내는 도면이다.

도 12 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 스몰셀의 주파수 대역에 을 나타내는 도면이다.

도 13 은 본 발명의 실시예에서 사용될 수 있는 협대역 빔포밍시 도플러 스펙트럼의 분포도를 나타내는 도면이다.

도 14 는 초고주파 대역에서 협대역 빔포밍시 도플러 스펙트럼이 감소되는 모습을 나타내는 도면이다.

도 15 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 CQI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

도 16 은 본 발명의 실시예로서 다중 CQI 정보를 송수신하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

도 17 에서 설명하는 장치는 도 1 내지 도 16 에서 설명한 방법들이 구현될 수 있는 수단이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명은 초고주파 대역을 지원하는 무선 접속 시스템에 관한 것으로, 초고주파 대역에서 채널 노화 효과를 고려한 채널 품질 지시(CQI) 정보를 송수신하는 방법 및 이를 지원하는 장치들을 제공한다.
- [0023] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.
- [0024] 도면에 대한 설명에서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 절차 또는 단계 등은 기술하지 않았으며, 당업자의 수준에서 이해할 수 있을 정도의 절차 또는 단계는 또한 기술하지 아니하였다.
- [0025] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들은 기지국과 이동국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 여기서, 기지국은 이동국과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미가 있다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.
- [0026] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 이동국과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있다. 이때, '기지국'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 발전된 기지국(ABS: Advanced Base Station) 또는 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명의 실시예들에서 단말(Terminal)은 사용자 기기(UE: User Equipment), 이동국(MS: Mobile Station), 가입자 단말(SS: Subscriber Station), 이동 가입자 단말(MSS: Mobile Subscriber Station), 이동 단말(Mobile Terminal) 또는 발전된 이동단말(AMS: Advanced Mobile Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

- [0028] 또한, 송신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 제공하는 고정 및/또는 이동 노드를 말하고, 수신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 수신하는 고정 및/또는 이동 노드를 의미한다. 따라서, 상향링크에서는 이동국이 송신단이 되고, 기지국이 수신단이 될 수 있다. 마찬가지로, 하향링크에서는 이동국이 수신단이 되고, 기지국이 송신단이 될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802.xx 시스템, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 시스템, 3GPP LTE 시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있으며, 특히, 본 발명의 실시예들은 3GPP TS 36.211, 3GPP TS 36.212, 3GPP TS 36.213, 3GPP TS 36.321 및/또는 3GPP TS 36.331 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 설명하지 않은 자명한 단계들 또는 부분들은 상기 문서들을 참조하여 설명될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [0030] 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.
- [0031] 또한, 본 발명의 실시예들에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0032] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 적용될 수 있다.
- [0033] CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다.
- [0034] UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP LTE(Long Term Evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced) 시스템은 3GPP LTE 시스템이 개량된 시스템이다. 본 발명의 기술적 특징에 대한 설명을 명확하게 하기 위해, 본 발명의 실시예들을 3GPP LTE/LTE-A 시스템을 위주로 기술하지만 IEEE 802.16e/m 시스템 등에도 적용될 수 있다.
- [0035] **1. 3GPP LTE/LTE_A 시스템**
- [0036] 무선 접속 시스템에서 단말은 하향링크(DL: Downlink)를 통해 기지국으로부터 정보를 수신하고, 상향링크(UL: Uplink)를 통해 기지국으로 정보를 전송한다. 기지국과 단말이 송수신하는 정보는 일반 데이터 정보 및 다양한 제어 정보를 포함하고, 이들이 송수신하는 정보의 종류/용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.
- [0037] **1.1 시스템 일반**
- [0038] 도 1은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 물리 채널들 및 이들을 이용한 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0039] 전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은 S11 단계에서 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색 (Initial cell search) 작업을 수행한다. 이를 위해 단말은 기지국으로부터 주동기 채널 (P-SCH: Primary Synchronization Channel) 및 부동기 채널 (S-SCH: Secondary Synchronization Channel)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득한다.
- [0040] 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리방송채널 (PBCH: Physical Broadcast Channel) 신호를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호 (DL RS: Downlink Reference Signal)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.
- [0041] 초기 셀 탐색을 마친 단말은 S12 단계에서 물리하향링크제어채널 (PDCCH: Physical Downlink Control Channel) 및 물리하향링크제어채널 정보에 따른 물리하향링크공유 채널 (PDSCH: Physical Downlink Control Channel)을 수신하여 조금 더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.

- [0042] 이후, 단말은 기지국에 접속을 완료하기 위해 이후 단계 S13 내지 단계 S16 과 같은 임의의 접속 과정 (Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 단말은 물리임의접속채널 (PRACH: Physical Random Access Channel)을 통해 프리앰블 (preamble)을 전송하고(S13), 물리하향링크제어채널 및 이에 대응하는 물리하향링크 공유 채널을 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S14). 경쟁 기반 임의의 접속의 경우, 단말은 추가적인 물리임의접속채널 신호의 전송(S15) 및 물리하향링크제어채널 신호 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널 신호의 수신(S16)과 같은 충돌해결절차 (Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.
- [0043] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 물리하향링크제어채널 신호 및/또는 물리하향링크공유채널 신호의 수신(S17) 및 물리상향링크공유채널 (PUSCH: Physical Uplink Shared Channel) 신호 및/또는 물리상향링크제어채널 (PUCCH: Physical Uplink Control Channel) 신호의 전송 (S18)을 수행할 수 있다.
- [0044] 단말이 기지국으로 전송하는 제어정보를 통칭하여 상향링크 제어정보(UCI: Uplink Control Information)라고 지칭한다. UCI 는 HARQ-ACK/NACK (Hybrid Automatic Repeat and reQuest Acknowledgement/Negative-ACK), SR (Scheduling Request), CQI (Channel Quality Indication), PMI (Precoding Matrix Indication), RI (Rank Indication) 정보 등을 포함한다.
- [0045] LTE 시스템에서 UCI 는 일반적으로 PUCCH 를 통해 주기적으로 전송되지만, 제어정보와 트래픽 데이터가 동시에 전송되어야 할 경우 PUSCH 를 통해 전송될 수 있다. 또한, 네트워크의 요청/지시에 의해 PUSCH 를 통해 UCI 를 비주기적으로 전송할 수 있다.
- [0046] 도 2 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [0047] 도 2(a)는 타입 1 프레임 구조(frame structure type 1)를 나타낸다. 타입 1 프레임 구조는 전이중(full duplex) FDD(Frequency Division Duplex) 시스템과 반이중(half duplex) FDD 시스템 모두에 적용될 수 있다.
- [0048] 하나의 무선 프레임(radio frame)은 $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지고, $T_{slot} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 의 균등한 길이를 가지며 0 부터 19 의 인덱스가 부여된 20 개의 슬롯으로 구성된다. 하나의 서브프레임은 2 개의 연속된 슬롯으로 정의되며, i 번째 서브프레임은 $2i$ 와 $2i+1$ 에 해당하는 슬롯으로 구성된다. 즉, 무선 프레임 (radio frame)은 10 개의 서브프레임(subframe)으로 구성된다. 하나의 서브프레임을 전송하는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 한다. 여기서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s=1/(15\text{kHz} \times 2048)=3.2552 \times 10^{-8}$ (약 33ns)로 표시된다. 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼 또는 SC-FDMA 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 자원블록(Resource Block)을 포함한다.
- [0049] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함한다. 3GPP LTE 는 하향링크에서 OFDMA 를 사용하므로 OFDM 심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. 자원 블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부 반송파(subcarrier)를 포함한다.
- [0050] 전이중 FDD 시스템에서는 각 10ms 구간 동안 10 개의 서브프레임은 하향링크 전송과 상향링크 전송을 위해 동시에 이용될 수 있다. 이때, 상향링크와 하향링크 전송은 주파수 영역에서 분리된다. 반면, 반이중 FDD 시스템의 경우 단말은 전송과 수신을 동시에 할 수 없다.
- [0051] 상술한 무선 프레임의 구조는 하나의 예시에 불과하며, 무선 프레임에 포함되는 서브 프레임의 수 또는 서브 프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0052] 도 2(b)는 타입 2 프레임 구조(frame structure type 2)를 나타낸다. 타입 2 프레임 구조는 TDD 시스템에 적용된다. 하나의 무선 프레임(radio frame)은 $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지며, $153600 \cdot T_s = 5 \text{ ms}$ 길이를 가지는 2 개의 하프프레임(half-frame)으로 구성된다. 각 하프프레임은 $30720 \cdot T_s = 1 \text{ ms}$ 의 길이를 가지는 5 개의 서브프레임으로 구성된다. i 번째 서브프레임은 $2i$ 와 $2i+1$ 에 해당하는 각 $T_{slot} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 의 길이를 가지는 2 개의 슬롯으로 구성된다. 여기에서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s=1/(15\text{kHz} \times 2048)=3.2552 \times 10^{-8}$ (약 33ns)로 표시된다.
- [0053] 타입 2 프레임에는 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)인 3 가지의 필드로 구성되는 특별 서브프레임을 포함한다. 여기서, DwPTS 는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS 는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사

용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

다음 표 1 는 특별 프레임의 구성(DwPTS/GP/UpPTS의 길이)을 나타낸다.

표 1

Special subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink		Extended cyclic prefix in downlink	
	DwPTS	UpPTS	DwPTS	UpPTS
0	6592·T _s	2192·T _s	2560·T _s	2192·T _s
1	19760·T _s			
2	21952·T _s			
3	24144·T _s			
4	26336·T _s			
5	6592·T _s	4384·T _s	5120·T _s	5120·T _s
6	19760·T _s			
7	21952·T _s			
8	24144·T _s			

도 3 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

도 3 을 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 12 개의 부 반송파를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

자원 그리드 상에서 각 요소(element)를 자원 요소(resource element)하고, 하나의 자원 블록은 12 × 7 개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록들의 수 NDL 은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

도 4 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 4 를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH 이 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH 이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH 와 PUSCH 을 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH 에는 서브 프레임 내에 RB 쌍이 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB 들은 2 개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부 반송파를 차지한다. 이를 PUCCH 에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

도 5 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 5 를 참조하면, 서브 프레임내의 첫번째 슬롯에서 OFDM 심볼 인덱스 0 부터 최대 3 개의 OFDM 심볼들이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH 이 할당되는 데이터 영역(data region)이다. 3GPP LTE 에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 일례로 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH, PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다.

PCFICH 는 서브 프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고, 서브 프레임 내에 제어 채널들의 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼들의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH 는 상향 링크에 대한 응답 채널 이고, HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한 ACK (Acknowledgement)/NACK (Negative-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH 를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(DCI: downlink control information)라고 한다. 하향링크 제어 정보는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.

도 6 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 심볼 구성도를 나타낸다.

본 발명의 실시예들에서는 도 6 과 같이 두 가지 형태의 프레임 구조를 지원할 수 있다. 이는 LTE/LTE-A 시스템 이 셀룰러 시스템의 다양한 시나리오를 지원하기 위함이다.

[0066] LTE/LTE-A 시스템은 실내, 도심, 교외, 지방 환경을 커버하도록 설계되었으며, 단말의 이동속도는 350-500km 까지를 고려한다. LTE/LTE-A 시스템이 운용되는 중심주파수는 400MHz 에서 4GHz 가 일반적이며, 가용 주파수 대역은 1.4-20MHz 이다. 이것은 중심 주파수와 가용 주파수 대역에 따라 지연 확산(delay spread)과 도플러 주파수(Doppler's frequency)가 서로 상이할 수 있음을 의미한다.

[0067] 도 6 을 참조하면, 일반 CP(Normal Cyclic Prefix)의 경우, 서브캐리어 간격(subcarrier spacing)은 $\Delta f=15\text{kHz}$ 이며, CP 는 약 4.7us 이다. 또한, 확장된 CP(Extended CP)의 경우에도 서브캐리어 간격은 동일하며, CP 는 약 16.7us 이다. 확장된 CP 는 긴 CP 구간(duration)으로 인해 상대적으로 넓은 교외 또는 지방에 설치된 넓은 범위의 셀에 대한 지원이 가능하다.

[0068] 일반적으로 교외 또는 지방에 설치된 셀일수록 지연 확산의 길이가 길어지기 때문에, 심볼간간섭(ISI: Inter-Symbol Interference)을 확실하게 해결하기 위해서 상대적으로 긴 구간을 갖는 확장 CP 가 필요하지만, 노멀 CP 에 비해 상대적인 오버헤드의 증가로 인해서 스펙트럼 효율(spectral efficiency)/전송 자원(transmission resource) 상의 손실이 발생하는 트레이드 오프(trade-off)가 존재한다.

[0069] 따라서, LTE/LTE-A 시스템은 이와 같은 모든 셀 배치 시나리오들을 지원하기 위해서 일반 CP/확장 CP 의 값을 고정하여 사용하고 있으며, CP 길이를 결정하는 데에는 아래와 같은 설계 기준을 사용하였다.

$T_{CP} \geq T_d$	to prevent ISI.
$\frac{f_{dmax}}{\Delta f} \ll 1$	to keep ICI due to Doppler sufficiently low.
$T_{CP}\Delta f \ll 1$	for spectral efficiency.

[0070]

[0071] 이때, T_{CP} 는 CP 의 시간 구간을 의미하고, T_d 는 지연확산 구간을 의미하며, Δf 는 서브캐리어 간격을 의미한다. 또한, f_{dmax} 는 최대 도플러 확산 값을 나타낸다.

[0072] 1.2 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)

[0073] 1.2.1 PDCCH 일반

[0074] PDCCH 는 DL-SCH(Downlink Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷(즉, 하향링크 그랜트(DL-Grant)), UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보(즉, 상향링크 그랜트(UL-Grant)), PCH(Paging Channel)에서의 페이징(paging) 정보, DL-SCH 에서의 시스템 정보, PDSCH 에서 전송되는 랜덤 액세스 응답(random access response)과 같은 상위 레이어(upper-layer) 제어 메시지에 대한 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령들의 집합, VoIP(Voice over IP)의 활성화 여부에 관한 정보 등을 나눌 수 있다.

[0075] 복수의 PDCCH 가 제어영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH 를 모니터링할 수 있다. PDCCH 는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합(aggregation)으로 구성된다. 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE 의 집합으로 구성된 PDCCH 는 서브블록 인터리빙(subblock interleaving)을 거친 후에 제어 영역을 통해 전송될 수 있다. CCE 는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH 에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE 는 복수의 자원 요소 그룹(REG: resource element group)에 대응된다. CCE 의 수와 CCE 들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH 의 포맷 및 가능한 PDCCH 의 비트수가 결정된다.

[0076] 1.2.2 PDCCH 구조

[0077] 복수의 단말에 대한 다중화된 복수의 PDCCH 가 제어영역 내에서 전송될 수 있다. PDCCH 는 하나 또는 2 이상의 연속적인 CCE 의 집합(CCE aggregation)으로 구성된다. CCE 는 4 개의 자원 요소로 구성된 REG 의 9 개의 세트에 대응하는 단위를 말한다. 각 REG 에는 4 개의 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 심볼이 매핑된다. 참조 신호(RS: Reference Signal)에 의하여 점유된 자원 요소들은 REG 에 포함되지 않는다. 즉, OFDM 심볼 내에서 REG 의 총 개수는 셀 특정 참조 신호가 존재하는지 여부에 따라 달라질 수 있다. 4 개의 자원 요소를 하나의 그룹에 매핑하는 REG 의 개념은 다른 하향링크 제어 채널(예를 들어, PCFICH 또는 PHICH)에도 적용될 수 있다. PCFICH 또는 PHICH 에 할당되지 않는 REG 를 N_{REG} 라 하면 시스템에서 이용 가능한 CCE 의 개수는 $N_{CCE} = \lfloor N_{REG} / 9 \rfloor$ 이며, 각 CCE 는 0 부터 $N_{CCE} - 1$ 까지 인덱스를 가진다.

[0078] 단말의 디코딩 프로세스를 단순화하기 위해서, n 개의 CCE 를 포함하는 PDCCH 포맷은 n 의 배수와 동일한 인덱스를 가지는 CCE 부터 시작될 수 있다. 즉, CCE 인덱스가 i 인 경우 $i \bmod n = 0$ 을 만족하는 CCE 부터 시작될

수 있다.

[0079] 기지국은 하나의 PDCCH 신호를 구성하기 위해 {1, 2, 4, 8} 개의 CCE 들을 사용할 수 있으며, 이때의 {1, 2, 4, 8}은 CCE 집합 레벨(aggregation level)이라고 부른다. 특정 PDCCH 의 전송을 위해 사용되는 CCE 의 개수는 채널 상태에서 따라 기지국에 의하여 결정된다. 예를 들어, 양호한 하향링크 채널 상태(기지국에 가까운 경우)를 가지는 단말을 위한 PDCCH 는 하나의 CCE 만으로 충분할 수 있다. 반면, 좋지 않은 채널 상태(셀 경계에 있는 경우)를 가지는 단말의 경우는 8 개의 CCE 들이 충분한 강인함(robustness)을 위하여 요구될 수 있다. 게다가, PDCCH 의 파워 레벨도 채널 상태에 매칭되어 조절될 수 있다.

[0080] 다음 표 2 는 PDCCH 포맷을 나타내며, CCE 집합 레벨에 따라 표 2 과 같이 4 가지의 PDCCH 포맷이 지원된다.

표 2

PDCCH format	Number of CCEs (m)	Number of REGs	Number of PDCCH bits
0	1	9	72
1	2	18	144
2	4	36	288
3	8	72	576

[0081]

[0082] 단말마다 CCE 집합 레벨이 다른 이유는 PDCCH 에 실리는 제어정보의 포맷 또는 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨이 다르기 때문이다. MCS 레벨은 데이터 코딩에 사용되는 코드 레이트(code rate)와 변조 서열(modulation order)을 의미한다. 적응적인 MCS 레벨은 링크 적응(link adaptation)을 위해 사용된다. 일반적으로 제어정보를 전송하는 제어채널에서는 3~4 개 정도의 MCS 레벨을 고려할 수 있다.

[0083] 제어정보의 포맷을 설명하면, PDCCH 를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(DCI)라고 한다. DCI 포맷에 따라 PDCCH 페이로드(payload)에 실리는 정보의 구성이 달라질 수 있다. PDCCH 페이로드는 정보 비트(information bit)를 의미한다. 다음 표 3 은 DCI 포맷에 따른 DCI 를 나타낸다.

표 3

DCI Format	Description
Format 0	Resource grants for the PUSCH transmissions (uplink)
Format 1	Resource assignments for single codeword PDSCH transmissions (transmission modes 1, 2 and 7)
Format 1A	Compact signaling of resource assignments for single codeword PDSCH (all modes)
Format 1B	Compact resource assignments for PDSCH using rank-1 closed loop precoding (mode 6)
Format 1C	Very compact resource assignments for PDSCH (e.g. paging/broadcast system information)
Format 1D	Compact resource assignments for PDSCH using multi-user MIMO (mode 5)
Format 2	Resource assignments for PDSCH for closed-loop MIMO operation (mode 4)
Format 2A	Resource assignments for PDSCH for open-loop MIMO operation (mode 3)
Format 3/3A	Power control commands for PUCCH and PUSCH with 2-bit/1-bit power adjustment
Format 4	Scheduling of PUSCH in one UL cell with multi-antenna port transmission mode

[0084]

[0085] 표 3 을 참조하면, DCI 포맷으로는 PUSCH 스케줄링을 위한 포맷 0, 하나의 PDSCH 코드워드의 스케줄링을 위한 포맷 1, 하나의 PDSCH 코드워드의 간단한(compact) 스케줄링을 위한 포맷 1A, DL-SCH 의 매우 간단한 스케줄링을 위한 포맷 1C, 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(spatial multiplexing) 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2, 개루프(Open-loop) 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2A, 상향링크 채널을 위한 TPC(Transmission Power Control) 명령의 전송을 위한 포맷 3 및 3A 가 있다. 또한, 다중 안테나 포트 전송 모드에서 PUSCH 스케줄링을 위한 DCI 포맷 4 가 추가되었다. DCI 포맷 1A 는 단말에 어떤 전송 모드가 설정되어도 PDSCH 스케줄링을 위해 사용될 수 있다.

- [0086] DCI 포맷에 따라 PDCCH 페이로드 길이가 달라질 수 있다. 또, PDCCH 페이로드의 종류와 그에 따른 길이는 간단한(compact) 스케줄링인지 여부 또는 단말에 설정된 전송 모드(transmission mode) 등에 의해 달라질 수 있다.
- [0087] 전송 모드는 단말이 PDSCH 를 통한 하향링크 데이터를 수신하기 위해 설정(configuration)될 수 있다. 예를 들어, PDSCH 를 통한 하향링크 데이터는 단말에 대한 스케줄된 데이터(scheduled data), 페이징, 랜덤 액세스 응답 또는 BCCH 를 통한 브로드캐스트 정보 등이 있다. PDSCH 를 통한 하향링크 데이터는 PDCCH 를 통해 시그널되는 DCI 포맷과 관계가 있다. 전송 모드는 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC(Radio Resource Control) 시그널링)을 통해 단말에 반정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다. 전송 모드는 싱글 안테나 전송(Single antenna transmission) 또는 멀티 안테나(Multi-antenna) 전송으로 구분할 수 있다.
- [0088] 단말은 상위 계층 시그널링을 통해 반정적(semi-static)으로 전송 모드가 설정된다. 예를 들어, 멀티 안테나 전송에는 전송 다이버시티(Transmit diversity), 개루프(Open-loop) 또는 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(Spatial multiplexing), MU-MIMO(Multi-user-Multiple Input Multiple Output) 또는 빔 형성(Beamforming) 등이 있다. 전송 다이버시티는 다중 송신 안테나에서 동일한 데이터를 전송하여 전송 신뢰도를 높이는 기술이다. 공간 다중화는 다중 송신 안테나에서 서로 다른 데이터를 동시에 전송하여 시스템의 대역폭을 증가시키지 않고 고속의 데이터를 전송할 수 있는 기술이다. 빔 형성은 다중 안테나에서 채널 상태에 따른 가중치를 가하여 신호의 SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio)을 증가시키는 기술이다.
- [0089] DCI 포맷은 단말에 설정된 전송 모드에 종속된다(depend on). 단말은 자신에게 설정된 전송 모드에 따라 모니터링하는 참조(Reference) DCI 포맷이 있다. 단말에 설정되는 전송 모드는 다음과 같이 10 개의 전송 모드를 가질 수 있다.
- [0090] · 전송모드 1: 단일 안테나 전송
- [0091] · 전송모드 2: 송신 다이버시티
- [0092] · 전송모드 3: 레이어가 1 개보다 큰 경우에는 개루프(open-loop) 코드북 기반 프리코딩, rank 가 1 인 경우에는 송신 다이버시티
- [0093] · 전송모드 4: 폐루프(closed-loop) 코드북 기반 프리코딩
- [0094] · 전송모드 5: 전송모드 4 버전의 다중사용자(multi-user) MIMO
- [0095] · 전송모드 6: 단일 레이어 전송으로 제한된 특수한 경우의 폐루프 코드북 기반 프리코딩
- [0096] · 전송모드 7: 단일 레이어 전송만을 지원하는 코드북에 기반하지 않은 프리코딩 (release 8)
- [0097] · 전송모드 8: 최대 2 개의 레이어까지 지원하는 코드북에 기반하지 않은 프리코딩 (release 9)
- [0098] · 전송모드 9: 최대 8 개의 레이어까지 지원하는 코드북에 기반하지 않은 프리코딩 (release 10)
- [0099] · 전송모드 10: 최대 8 개의 레이어까지 지원하는 코드북에 기반하지 않은 프리코딩 , COMP 용도 (release 11)
- [0100] **1.2.3 PDCCH 전송**
- [0101] 기지국은 단말에게 전송하려는 DCI 에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC 에는 PDCCH 의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(예를 들어, RNTI(Radio Network Temporary Identifier))가 마스킹된다. 특정의 단말을 위한 PDCCH 라면 단말의 고유한 식별자(예를 들어, C-RNTI(Cell-RNTI))가 CRC 에 마스킹될 수 있다. 또는 페이징 메시지를 위한 PDCCH 라면 페이징 지시 식별자(예를 들어, P-RNTI(Paging-RNTI))가 CRC 에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보, 더욱 구체적으로 시스템 정보 블록(system information block, SIB)를 위한 PDCCH 라면 시스템 정보 식별자(예를 들어, SI-RNTI(system information RNTI))가 CRC 에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC 에 마스킹될 수 있다.
- [0102] 이어, 기지국은 CRC 가 부가된 제어정보를 채널 코딩을 수행하여 부호화된 데이터(coded data)를 생성한다. 이때, MCS 레벨에 따른 코드 레이트로 채널 코딩을 수행할 수 있다. 기지국은 PDCCH 포맷에 할당된 CCE 집합 레벨에 따른 전송률 매칭(rate matching)을 수행하고, 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심볼들을 생성한다. 이때, MCS 레벨에 따른 변조 서열을 사용할 수 있다. 하나의 PDCCH 를 구성하는 변조 심볼들은 CCE 집합 레벨이 1, 2, 4, 8 중 하나일 수 있다. 이후, 기지국은 변조 심볼들을 물리적인 자원요소에 맵핑(CCE to RE mapping)한다.

[0103]

1.2.4 블라인드 디코딩(BS: Blind Decoding)

[0104]

하나의 서브프레임 내에서 복수의 PDCCH 가 전송될 수 있다. 즉, 하나의 서브프레임의 제어영역은 인덱스 $0 \sim N_{\text{CCE},k} - 1$ 을 가지는 복수의 CCE 로 구성된다. 여기서, $N_{\text{CCE},k}$ 는 k 번째 서브프레임의 제어 영역 내에 총 CCE 의 개수를 의미한다. 단말은 매 서브프레임마다 복수의 PDCCH 들을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이란 단말이 모니터링되는 PDCCH 포맷에 따라 PDCCH 들의 각각의 디코딩을 시도하는 것을 말한다.

[0105]

서브프레임 내에서 할당된 제어영역에서 기지국은 단말에게 해당하는 PDCCH 가 어디에 있는지에 관한 정보를 제공하지 않는다. 단말은 기지국으로부터 전송된 제어채널을 수신하기 위해서 자신의 PDCCH 가 어느 위치에서 어떤 CCE 집합 레벨이나 DCI 포맷으로 전송되는지 알 수 없으므로, 단말은 서브프레임 내에서 PDCCH 후보(candidate)들의 집합을 모니터링하여 자신의 PDCCH 를 찾는다. 이를 블라인드 디코딩(BD)이라 한다. 블라인드 디코딩은 단말이 CRC 부분에 자신의 단말 식별자(UE ID)를 디 마스크(De-Masking) 시킨 후, CRC 오류를 검토하여 해당 PDCCH 가 자신의 제어채널인지 여부를 확인하는 방법을 말한다.

[0106]

활성 모드(active mode)에서 단말은 자신에게 전송되는 데이터를 수신하기 위해 매 서브프레임의 PDCCH 를 모니터링한다. DRX 모드에서 단말은 매 DRX 주기의 모니터링 구간에서 깨어나(wake up) 모니터링 구간에 해당하는 서브프레임에서 PDCCH 를 모니터링한다. PDCCH 의 모니터링이 수행되는 서브프레임을 non-DRX 서브프레임이라 한다.

[0107]

단말은 자신에게 전송되는 PDCCH 를 수신하기 위해서는 non-DRX 서브프레임의 제어영역에 존재하는 모든 CCE 에 대해 블라인드 디코딩을 수행해야 한다. 단말은 어떤 PDCCH 포맷이 전송될지 모르므로, 매 non-DRX 서브프레임 내에서 PDCCH 의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한 CCE 집단 레벨로 PDCCH 를 모두 디코딩해야 한다. 단말은 자신을 위한 PDCCH 가 몇 개의 CCE 를 사용하는지 모르기 때문에 PDCCH 의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한 모든 CCE 집단 레벨로 검출을 시도해야 한다.

[0108]

LTE 시스템에서는 단말의 블라인드 디코딩을 위해서 서치 스페이스(SS: Search Space) 개념을 정의한다. 서치 스페이스는 단말이 모니터링하기 위한 PDCCH 후보 세트를 의미하며, 각 PDCCH 포맷에 따라 상이한 크기를 가질 수 있다. 서치 스페이스는 공용 서치 스페이스(CSS: Common Search Space)와 단말 특정 서치 스페이스(USS: UE-specific/Dedicated Search Space)로 구성될 수 있다.

[0109]

공용 서치 스페이스의 경우, 모든 단말이 공용 서치 스페이스의 크기에 대하여 알 수 있으나, 단말 특정 서치 스페이스는 각 단말마다 개별적으로 설정될 수 있다. 따라서, 단말은 PDCCH 를 디코딩하기 위해 단말 특정 서치 스페이스 및 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링해야 하며, 따라서 하나의 서브프레임에서 최대 44 번의 블라인드 디코딩(BD)을 수행하게 된다. 여기에는 상이한 CRC 값(예를 들어, C-RNTI, P-RNTI, SI-RNTI, RA-RNTI)에 따라 수행하는 블라인드 디코딩은 포함되지 않는다.

[0110]

서치 스페이스의 제약으로 인하여, 기지국은 주어진 서브프레임 내에서 PDCCH 를 전송하고자 하는 단말들 모두에게 PDCCH 를 전송하기 위한 CCE 자원이 확보될 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 왜냐하면, CCE 위치가 할당되고 남은 자원들은 특정 단말의 서치 스페이스 내에 포함되지 않을 수 있기 때문이다. 다음 서브프레임에도 계속될 수 있는 이러한 장벽을 최소화하기 위하여 단말 특정 도약(hopping) 시퀀스가 단말 특정 서치 스페이스의 시작 지점에 적용될 수 있다.

[0111]

표 4 는 공용 서치 스페이스와 단말 특정 서치 스페이스의 크기를 나타낸다.

표 4

PDCCH format	Number of CCEs (n)	Number of candidates in common search space	Number of candidates in dedicated search space
0	1	—	6
1	2	—	6
2	4	4	2
3	8	2	2

[0112]

[0113]

블라인드 디코딩을 시도하는 횟수에 따른 단말의 부하를 경감하기 위해, 단말은 정의된 모든 DCI 포맷에 따른 서치를 동시에 수행하지 않는다. 구체적으로, 단말은 단말 특정 서치 스페이스에서 항상 DCI 포맷 0 과 1A 에

대한 서치를 수행한다. 이때, DCI 포맷 0 과 1A 는 동일한 크기를 가지나, 단말은 PDCCH 에 포함된 DCI 포맷 0 과 1A 를 구분하는데 사용되는 플래그(flag for format 0/format 1A differentiation)를 이용하여 DCI 포맷을 구분할 수 있다. 또한, 단말에 DCI 포맷 0 과 DCI 포맷 1A 외에 다른 DCI 포맷이 요구될 수 있는데, 그 일례로 DCI 포맷 1, 1B, 2 가 있다.

[0114] 공용 서치 스페이스에서 단말은 DCI 포맷 1A 와 1C 를 서치할 수 있다. 또한 단말은 DCI 포맷 3 또는 3A 를 서치하도록 설정될 수 있으며, DCI 포맷 3 과 3A 는 DCI 포맷 0 과 1A 와 동일한 크기를 가지나, 단말은 단말 특정 식별자가 아닌 다른 식별자에 의하여 스크램블된 CRC 를 이용하여 DCI 포맷을 구별할 수 있다.

[0115] 서치 스페이스 $S_k^{(L)}$ 는 집합 레벨 $L \in \{1,2,4,8\}$ 에 따른 PDCCH 후보 세트를 의미한다. 서치 스페이스의 PDCCH 후보 세트 m 에 따른 CCE 는 다음과 같은 수학적 식 1 에 의해 결정될 수 있다.

수학적 식 1

$$L \cdot \{(Y_k + m) \bmod \lfloor N_{CCE,k} / L \rfloor\} + i$$

[0117] 여기서, $M^{(L)}$ 은 서치 스페이스에서 모니터링하기 위한 CCE 집합 레벨 L 에 따른 PDCCH 후보들의 개수를 나타내며, $m = 0, \dots, M^{(L)} - 1$ 이다. i 는 각 PDCCH 후보에서 개별 CCE 를 지정하는 인덱스로서 $i = 0, \dots, L-1$ 이다. $k = \lfloor n_s / 2 \rfloor$ 이며, n_s 는 무선 프레임 내에서 슬롯 인덱스를 나타낸다.

[0118] 상술한 바와 같이, 단말은 PDCCH 를 디코딩하기 위해 단말 특정 서치 스페이스 및 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링한다. 여기서, 공용 서치 스페이스(CSS)는 {4, 8}의 집합 레벨을 갖는 PDCCH 들을 지원하고, 단말 특정 서치 스페이스(USS)는 {1, 2, 4, 8}의 집합 레벨을 갖는 PDCCH 들을 지원한다. 표 5 는 단말에 의하여 모니터링 되는 PDCCH 후보를 나타낸다.

표 5

Type	Search space $S_k^{(L)}$		Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$
	Aggregation level L	Size [in CCEs]	
UE-specific	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Common	4	16	4
	8	16	2

[0119]

[0120] 수학적 식 1 을 참조하면, 공용 서치 스페이스의 경우 2 개의 집합 레벨, $L=4$ 및 $L=8$ 에 대해 Y_k 는 0 으로 설정된다. 반면, 집합 레벨 L 에 대해 단말 특정 서치 스페이스의 경우 Y_k 는 수학적 식 2 와 같이 정의된다.

수학적 식 2

$$Y_k = (A \cdot Y_{k-1}) \bmod D$$

[0121]

[0122] 여기서, $Y_{-1} = n_{RNTI} \neq 0$ 이며, n_{RNTI} RNTI 값을 나타낸다. 또한, $A = 39827$ 이고, $D = 65537$ 이다.

[0123] 1.3 참조신호(RS: Reference Signal)

[0124] 이하에서는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 참조신호들에 대해서 설명한다.

[0125] 도 7은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 셀 특정 참조 신호(CRS: Cell specific Reference Signal)가 할당된 서브프레임의 일례를 나타내는 도면이다.

[0126] 도 7에서는 시스템에서 4개 안테나를 지원하는 경우에 CRS의 할당 구조를 나타낸다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 CRS는 디코딩 및 채널 상태 측정을 목적으로 사용된다. 따라서, CRS는 PDSCH 전송을 지원하는 셀(cell) 내 모든 하향링크 서브프레임에서 전체 하향링크 대역폭에 걸쳐 전송되며, 기지국(eNB)에 구성된 모든 안테나 포트에서 전송된다.

[0127] 구체적으로 CRS 시퀀스 $r_{l,n_s}(m)$ 는 슬롯 n_s 에서 안테나 포트 p 를 위한 참조 심볼들로서 사용되는 복소 변조 심볼(complex-valued modulation symbols) $a_{k,l}^{(p)}$ 에 다음 수학적 식 3에 따라 맵핑된다.

수학적 식 3

[0128]
$$a_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m')$$

[0129] 여기서, n_s 에는 무선 프레임 내 슬롯 번호이며 1은 상기 슬롯 내 OFDM 심볼 번호로서, 다음 수학적 식 4에 따라 결정된다.

수학적 식 4

[0130]
$$k = 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 0, N_{\text{symb}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0, 1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2, 3\} \end{cases}$$

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$$

[0131] 여기서, k 는 부반송파 인덱스이고 $N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}}$ 는, $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ 의 정수 배로 표현된, 가장 큰 하향링크 대역폭 설정(configuration)을 나타낸다. 변수 v 및 v_{shift} 는 서로 다른 RS들을 위해 주파수 도메인 내 위치를 정의한다. v 는 다음 수학적 식 5와 같이 주어진다.

수학적 식 5

[0132]
$$v = \begin{cases} 0 & \text{if } p = 0 \text{ and } l = 0 \\ 3 & \text{if } p = 0 \text{ and } l \neq 0 \\ 3 & \text{if } p = 1 \text{ and } l = 0 \\ 0 & \text{if } p = 1 \text{ and } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 3 \end{cases}$$

[0133] 셀-특정적 주파수 천이 v_{shift} 는 다음과 같이 물리 계층 셀 식별자(physical layer cell identity) $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ 에 따라 다음 수학적 식 6에 주어진다.

수학적 식 6

[0134]
$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 6$$

[0135] UE는 CRS를 이용하여 CSI를 측정할 수 있으며, CRS를 이용하여 CRS를 포함하는 서브프레임에서 PDSCH를 통해 수신된 하향링크 데이터 신호를 디코딩할 수 있다. 즉, eNB는 모든 RB에서 각 RB 내 일정한 위치에 CRS를 전송하

고 UE는 상기 CRS를 기준으로 채널 추정을 수행한 다음에 PDSCH를 검출하였다. 예를 들어, UE는 CRS RE에서 수신된 신호를 측정한다. UE는 CRS RE별 수신 에너지와 PDSCH이 맵핑된 RE별 수신 에너지에 대한 비를 이용하여 PDSCH가 맵핑된 RE로부터 PDSCH 신호를 검출할 수 있다.

[0136] 이와 같이, CRS를 기반으로 PDSCH 신호가 전송되는 경우에, eNB는 모든 RB에 대해서 CRS를 전송해야 하므로 불필요한 RS 오버헤드가 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 3GPP LTE-A 시스템에서는 CRS 외에 UE-특정 RS(이하, UE-RS) 및 채널상태정보 참조신호(CSI-RS: Channel State Information Reference Signal)를 추가로 정의한다. UE-RS는 복조를 위해 사용되고, CSI-RS는 채널 상태 정보를 획득하기(derive) 위해 사용된다.

[0137] UE-RS 및 CRS는 복조를 위해 사용되므로 용도의 측면에서 복조용 RS라고 할 수 있다. 즉, UE-RS는 DMRS(DeModulation Reference Signal)의 일종으로 볼 수 있다. 또한, CSI-RS 및 CRS는 채널 측정 혹은 채널 추정에 사용되므로 용도의 측면에서는 채널 상태 측정용 RS라고 할 수 있다.

[0138] 도 8은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 CSI-RS가 안테나 포트의 개수에 따라 할당된 서브프레임들의 일례를 나타내는 도면이다.

[0139] CSI-RS는 복조 목적이 아니라 무선 채널의 상태 측정을 위해 3GPP LTE-A 시스템에서 도입된 하향링크 참조신호이다. 3GPP LTE-A 시스템은 CSI-RS 전송을 위해 복수의 CSI-RS 설정들을 정의하고 있다. CSI-RS 전송이 구성된 서브프레임들에서 CSI-RS 시퀀스 $r_{l,n_s}(m)$ 는 안테나 포트 p 상의 참조 심볼들로서 사용되는 복소 변조 심볼들 $a_{k,l}^{(p)}$ 에 다음 수학적 식 7에 따라 맵핑된다.

수학적 식 7

[0140]
$$a_{k,l}^{(p)} = w_{l''} \cdot r_{l,n_s}(m')$$

[0141] 여기서 $w_{l''}$, k , l 은 다음 수학적 식 8에 의해 주어진다.

수학적 식 8

$$k = k' + 12m + \begin{cases} -0 & \text{for } p \in \{15,16\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{17,18\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -1 & \text{for } p \in \{19,20\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -7 & \text{for } p \in \{21,22\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -0 & \text{for } p \in \{15,16\}, \text{extended cyclic prefix} \\ -3 & \text{for } p \in \{17,18\}, \text{extended cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{19,20\}, \text{extended cyclic prefix} \\ -9 & \text{for } p \in \{21,22\}, \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

$$l = l' + \begin{cases} l'' & \text{CSI reference signal configurations 0 - 19, normal cyclic prefix} \\ 2l'' & \text{CSI reference signal configurations 20 - 31, normal cyclic prefix} \\ l'' & \text{CSI reference signal configurations 0 - 27, extended cyclic prefix} \end{cases}$$

$$w_{l''} = \begin{cases} 1 & p \in \{15,17,19,21\} \\ (-1)^{l''} & p \in \{16,18,20,22\} \end{cases}$$

$$l'' = 0,1$$

$$m = 0,1,\dots,N_{RB}^{DL} - 1$$

$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{RB}^{max,DL} - N_{RB}^{DL}}{2} \right\rfloor$$

[0142]

[0143] 여기서 (k' , l') 및 n_s 상의 필요한(necessary) 조건들은 정규 CP 및 확장 CP에 대해 각각 표 6 및 표 7에 의해 주어진다. 즉 표 6 및 표 7의 CSI RS 설정들은 RB 쌍 내에서 각 안테나 포트의 CSI-RS가 점유하는 RE들의 위치

를 나타낸다.

표 6

	CSI reference signal configuration	Number of CSI reference signals configured					
		1 or 2		4		8	
		(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$
FS1 and FS2	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0
	1	(11,2)	1	(11,2)	1	(11,2)	1
	2	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1
	3	(7,2)	1	(7,2)	1	(7,2)	1
	4	(9,5)	1	(9,5)	1	(9,5)	1
	5	(8,5)	0	(8,5)	0		
	6	(10,2)	1	(10,2)	1		
	7	(8,2)	1	(8,2)	1		
	8	(6,2)	1	(6,2)	1		
	9	(8,5)	1	(8,5)	1		
	10	(3,5)	0				
	11	(2,5)	0				
	12	(5,2)	1				
	13	(4,2)	1				
	14	(3,2)	1				
	15	(2,2)	1				
	16	(1,2)	1				
	17	(0,2)	1				
	18	(3,5)	1				
	19	(2,5)	1				
FS2 only	20	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	21	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	22	(7,1)	1	(7,1)	1	(7,1)	1
	23	(10,1)	1	(10,1)	1		
	24	(8,1)	1	(8,1)	1		
	25	(6,1)	1	(6,1)	1		
	26	(5,1)	1				
	27	(4,1)	1				
	28	(3,1)	1				
	29	(2,1)	1				
	30	(1,1)	1				
	31	(0,1)	1				

[0144]

표 7

	CSI reference signal configuration	Number of CSI reference signals configured					
		1 or 2		4		8	
		(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$
FS1 and FS2	0	(11,4)	0	(11,4)	0	(11,4)	0
	1	(9,4)	0	(9,4)	0	(9,4)	0
	2	(10,4)	1	(10,4)	1	(10,4)	1
	3	(9,4)	1	(9,4)	1	(9,4)	1
	4	(5,4)	0	(5,4)	0		
	5	(3,4)	0	(3,4)	0		
	6	(4,4)	1	(4,4)	1		
	7	(3,4)	1	(3,4)	1		
	8	(8,4)	0				
	9	(6,4)	0				
	10	(2,4)	0				
	11	(0,4)	0				
	12	(7,4)	1				
	13	(6,4)	1				
	14	(1,4)	1				
	15	(0,4)	1				
FS2 only	16	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	17	(10,1)	1	(10,1)	1	(10,1)	1
	18	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	19	(5,1)	1	(5,1)	1		
	20	(4,1)	1	(4,1)	1		
	21	(3,1)	1	(3,1)	1		
	22	(8,1)	1				
	23	(7,1)	1				
	24	(6,1)	1				
	25	(2,1)	1				
	26	(1,1)	1				
	27	(0,1)	1				

[0145]

[0146]

도 8(a)는 표 6의 CSI-RS 구성들 중 2개의 CSI-RS 포트들에 의한 CSI-RS 전송에 이용 가능한 20가지 CSI-RS 구성 0~19를 나타낸 것이고, 도 8(b)는 표 6의 CSI-RS 구성들 중 4개의 CSI-RS 포트들에 의해 이용 가능한 10가지 CSI-RS 구성 0~9를 나타낸 것이며, 도 8(c)는 표 6의 CSI-RS 구성 중 8개의 CSI-RS 포트들에 의해 이용 가능한 5가지 CSI-RS 구성 0~4를 도시한 것이다.

[0147]

여기서 CSI-RS 포트는 CSI-RS 전송을 위해 설정된 안테나 포트를 의미한다. 예를 들어, 수학적 식 8에서 안테나 포트 15~22가 CSI-RS 포트에 해당한다. CSI-RS 포트의 개수에 따라 CSI-RS 구성이 달라지므로 CSI-RS 구성 번호가 동일하다고 하더라도 CSI-RS 전송을 위해 구성된 안테나 포트의 개수가 다르면 다른 CSI-RS 구성이 된다.

[0148]

한편 CSI-RS는 매 서브프레임마다 전송되도록 구성된 CRS와 달리 다수의 서브프레임들에 해당하는 소정 전송 주기마다 전송되도록 설정된다. 따라서, CSI-RS 구성은 표 6 혹은 표 7에 따른 자원 블록 쌍 내에서 CSI-RS가 점유하는 RE들의 위치뿐만 아니라 CSI-RS가 설정되는 서브프레임에 따라서도 달라진다.

[0149]

또한, 표 6 또는 표 7에서 CSI-RS 구성 번호가 동일하다고 하더라도 CSI-RS 전송을 위한 서브프레임이 다르면 CSI-RS 구성도 다르다고 볼 수 있다. 예를 들어, CSI-RS 전송 주기($T_{\text{CSI-RS}}$)가 다르거나 일 무선 프레임 내에서 CSI-RS 전송이 구성된 시작 서브프레임($\Delta_{\text{CSI-RS}}$)이 다르면 CSI-RS 구성이 다르다고 볼 수 있다.

[0150]

이하에서는 (1) 표 6 또는 표 7의 CSI-RS 구성 번호가 부여된 CSI-RS 구성과 (2) 표 6 또는 표 7의 CSI-RS 구성 번호, CSI-RS 포트의 개수 및/또는 CSI-RS가 구성된 서브프레임에 따라 달라지는 CSI-RS 구성을 구분하기 위하여, 후자의 구성을 CSI-RS 자원 구성(CSI-RS resource configuration)이라고 칭한다. 전자의 설정은 CSI-RS 구성 또는 CSI-RS 패턴이라고도 칭한다.

[0151]

eNB는 UE에게 CSI-RS 자원 구성을 알려줄 때 CSI-RS들의 전송을 위해 사용되는 안테나 포트의 개수, CSI-RS 패턴, CSI-RS 서브프레임 구성(CSI-RS subframe configuration) $I_{\text{CSI-RS}}$, CSI 피드백을 위한 참조 PDSCH 전송 전력에 관한 UE 가정(UE assumption on reference PDSCH transmitted power for CSI feedback) P_c , 제로 파워 CSI-RS 구성 리스트, 제로 파워 CSI-RS 서브프레임 구성 등에 관한 정보를 알려 줄 수 있다.

[0152]

CSI-RS 서브프레임 구성 인덱스 $I_{\text{CSI-RS}}$ 는 CSI-RS들의 존재(occurrence)에 대한 서브프레임 구성 주기 $T_{\text{CSI-RS}}$ 및 서브프레임 오프셋 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ 을 특징하는 정보이다. 다음 표 8은 $T_{\text{CSI-RS}}$ 및 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ 에 따른 CSI-RS 서브프레임 구성 인덱스 $I_{\text{CSI-RS}}$ 을 예시한 것이다.

표 8

CSI-RS-SubframeConfig $I_{\text{CSI-RS}}$	CSI-RS periodicity $T_{\text{CSI-RS}}$ (subframes)	CSI-RS subframe offset $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ (subframes)
0 - 4	5	$I_{\text{CSI-RS}}$
5 - 14	10	$I_{\text{CSI-RS}} - 5$
15 - 34	20	$I_{\text{CSI-RS}} - 15$
35 - 74	40	$I_{\text{CSI-RS}} - 35$
75 - 154	80	$I_{\text{CSI-RS}} - 75$

[0153]

다음 수식 9를 만족하는 서브프레임들이 CSI-RS를 포함하는 서브프레임들이 된다.

수식 9

[0155]

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

[0156]

3GPP LTE-A 시스템 이후에 정의된 전송 모드(예를 들어, 전송 모드 9 혹은 그 외 새로이 정의되는 전송 모드)로 설정된 UE는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정을 수행하고 UE-RS를 이용하여 PDSCH를 복호할 수 있다.

[0157]

도 9는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 UE-특정 참조 신호(UE-RS)이 할당된 서브프레임의 일례를 나타내는 도면이다.

[0158]

도 9를 참조하면, 해당 서브프레임은 정규 CP를 갖는 정규 하향링크 서브프레임의 자원블록 쌍 내 RE들 중 UE-RS에 의해 점유되는 RE들을 예시한 것이다.

[0159]

UE-RS는 PDSCH 신호의 전송을 위해 지원되며 안테나 포트(들)은 $p = 5$, $p = 7$, $p = 8$ 혹은 $p = 7, 8, \dots, v+6$ (여기서, v 는 상기 PDSCH의 전송을 위해 사용되는 레이어의 개수)가 될 수 있다. UE-RS는 PDSCH 전송이 해당 안테나 포트와 연관되면 존재하고, PDSCH 신호의 복조(demodulation)를 위해서만 유효한(valid) 참조 신호이다.

[0160]

UE-RS는 해당 PDSCH 신호가 맵핑된 RB들 상에서만 전송된다. 즉, UE-RS는 PDSCH의 존재 유무와 관계없이 매 서브프레임마다 전송되도록 설정된 CRS와 달리, PDSCH가 스케줄링된 서브프레임에서 PDSCH가 맵핑된 RB(들)에서만 전송되도록 설정된다. 또한, UE-RS는 PDSCH의 레이어의 개수와 관계없이 모든 안테나 포트(들)을 통해 전송되는 CRS와 달리, PDSCH의 레이어(들)에 각각 대응하는 안테나 포트(들)을 통해서만 전송된다. 따라서 UE-RS를 사용하면, CRS에 비해 RS의 오버헤드가 감소될 수 있다.

[0161]

3GPP LTE-A 시스템에서 UE-RS는 PRB 쌍에서 정의된다. 도 9를 참조하면, $p = 7$, $p = 8$ 혹은 $p = 7, 8, \dots, v+6$ 에 대해, 해당 PDSCH 전송을 위해 할당(assign)된 주파수-도메인 인덱스 n_{PRB} 를 갖는 PRB에서, UE-RS 시퀀스

$r(m)$ 의 일부가 다음 수학적 식 10에 따라 서브프레임에서 복소 변조 심볼들 $a_{k,l}^{(\rho)}$ 에 매핑된다.

수학적 식 10

$$a_{k,l}^{(\rho)} = w_p(l') \cdot r(3 \cdot l' \cdot N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} + 3 \cdot n_{\text{PRB}} + m')$$

여기서 $w_p(i)$, l' , m' 은 다음 수학적 식 11과 같이 주어진다.

수학적 식 11

$$w_p(i) = \begin{cases} \bar{w}_p(i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 0 \\ \bar{w}_p(3-i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$k = 5m' + N_{\text{sc}}^{\text{RB}} n_{\text{PRB}} + k'$$

$$k' = \begin{cases} 1 & p \in \{7, 8, 11, 13\} \\ 0 & p \in \{9, 10, 12, 14\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} l' \bmod 2 + 2 & \text{if in a special subframe with configuration 3, 4, or 8 (see Table 2)} \\ l' \bmod 2 + 2 + 3 \lfloor l' / 2 \rfloor & \text{if in a special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \\ l' \bmod 2 + 5 & \text{if not in a special subframe} \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0, 1, 2, 3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \text{ and in a special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \\ 0, 1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \text{ and not in special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \\ 2, 3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \text{ and not in special subframe with configuration 1, 2, 6, or 7 (see Table 2)} \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, 2$$

여기서 정규 CP를 위한 시퀀스 $\bar{w}_p(i)$ 는 다음 표 9에 따라 주어진다.

표 9

Antenna port p	$\bar{w}_p(0)$ $\bar{w}_p(1)$ $\bar{w}_p(2)$ $\bar{w}_p(3)$
7	[+1 +1 +1 +1]
8	[+1 -1 +1 -1]
9	[+1 +1 +1 +1]
10	[+1 -1 +1 -1]
11	[+1 +1 -1 -1]
12	[-1 -1 +1 +1]
13	[+1 -1 -1 +1]
14	[-1 +1 +1 -1]

안테나 포트 $p \in \{7, 8, \dots, v+6\}$ 에 대해 UE-RS 시퀀스 $r(m)$ 은 다음 수학적 식 12와 같이 정의된다.

수학적 식 12

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = \begin{cases} 0, 1, \dots, 12N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - 1 & \text{normal cyclic prefix} \\ 0, 1, \dots, 16N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - 1 & \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

$c(i)$ 는 의사-임의(pseudo-random) 시퀀스로서, 길이-31 골드(Gold) 시퀀스에 의해 정의된다. 길이 M_{PN} 인 출력

시퀀스 $c(n)$ (여기서 $n = 0, 1, \dots, M_{\text{N}}-1$)는 다음 수학적 식 13에 의해 정의된다.

수학적 식 13

$$\begin{aligned} c(n) &= (x_1(n + N_c) + x_2(n + N_c)) \bmod 2 \\ x_1(n + 31) &= (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2 \\ x_2(n + 31) &= (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_2(n + 1) + x_2(n)) \bmod 2 \end{aligned}$$

여기서 $N_c=1600$ 이고 첫 번째 m-시퀀스는 $x_1(0)=1$, $x_1(n)=0$, $n=1, 2, \dots, 30$ 으로 초기화되며 두 번째 m-시퀀스는 상기 시퀀스의 적용에 따른 값을 지닌 $c_{\text{init}} = \sum_{i=0}^{30} x_2(i) \cdot 2^i$ 에 의해 표시(denote)된다.

수학적 식 13에서 $c(i)$ 의 생성을 위한 임의-의사 시퀀스 생성기는 각 서브프레임의 시작에서 다음의 수학적 식 14에 따라 c_{init} 으로 초기화된다.

수학적 식 14

$$c_{\text{init}} = (\lfloor n_s / 2 \rfloor + 1) \cdot (2N_{\text{ID}}^{\text{cell}} + 1) \cdot 2^{16} + n_{\text{SCID}}$$

여기서, n_{SCID} 의 값은 달리 특정되지 않으면 0이며, 안테나 포트 7 혹은 8 상의 PDSCH 전송에 대해 n_{SCID} 는 PDSCH 전송과 연관된 DCI 포맷 2B 혹은 2C에 의해 주어진다. DCI 포맷 2B는 UE-RS를 갖는 안테나 포트를 최대 2개까지 이용하는 PDSCH를 위한 자원 배정(resource assignment)을 위한 DCI 포맷이며, DCI 포맷 2C는 UE-RS를 갖는 안테나 포트를 최대 8개까지 이용하는 PDSCH를 위한 자원 배정(resource assignment)을 위한 DCI 포맷이다.

수학적 식 10부터 수학적 식 14에서 알 수 있듯이 UE-RS는 PDSCH의 레이어(들)에 각각 대응하는 안테나 포트(들)을 통해 전송된다. 즉 수학적 식 10부터 수학적 식 14에 의하면 UE-RS 포트의 개수는 PDSCH의 전송 랭크에 비례함을 알 수 있다. 한편 레이어의 개수가 1 또는 2인 경우에는 RB 쌍별로 12개의 RE들이 UE-RS 전송에 사용되며, 레이어의 개수가 2보다 많은 경우에는 RB 쌍별로 24개의 RE들이 UE-RS 전송에 사용된다. 또한 UE 혹은 셀에 관계없이 RB 쌍에서 UE-RS에 의해 점유된 RE(즉, UE-RS RE)들의 위치는 UE-RS 포트별로 동일하다.

결국 특정 서브프레임에서 특정 UE를 위한 PDSCH가 맵핑된 RB에서는 DMRS RE의 개수는 동일하다. 다만 동일 서브프레임에 서로 다른 UE에게 할당된 RB들에서는 전송되는 레이어의 개수에 따라 해당 RB들에 포함된 DMRS RE의 개수는 달라질 수 있다.

2. 초고주파 대역을 지원하는 무선 접속 시스템

2.1 분산형 안테나 시스템(DAS: Distributed Antenna System)

현재의 무선 통신 환경은 기기간(M2M: Machine-to-Machine) 통신의 지원과 높은 데이터 전송 용량을 요구하는 스마트폰 및 태블릿 PC등의 다양한 디바이스의 출현과 보급으로 셀룰러망에 대한 데이터 요구량이 매우 빠르게 증가하고 있다. 높은 데이터 요구량을 만족시키기 위해 통신 기술은 더 많은 주파수 대역을 효율적으로 사용하기 위한 캐리어 결합(CA: Carrier Aggregation) 기술, 인지 무선 통신(cognitive radio communication) 기술 등과 한정된 주파수 내에서 데이터 용량을 높이기 위해 다중 안테나 기술, 다중 기지국 협력 기술 등으로 발전하고 있다.

또한, 통신 환경은 사용자 주변에 접속할 수 있는 접속점(AP: Access Point)의 밀도가 점점 높아지는 방향으로 진화하고 있다. 이러한 AP는 셀룰러 마이크로 AP(Cellular Macro AP)뿐만 아니라 와이파이 AP(WiFi AP), 셀룰러 펌토 AP(Cellular Femto AP), 셀룰러 피코 AP(Cellular Pico AP) 등이 존재한다. 이렇게 작은 커버리지를 갖는 여러 AP가 하나의 셀 내에 존재함으로써 인해 시스템 전체에서 데이터 사용량이 증가하고 있다. 용량을 늘리려 한다. 이러한 AP는 원격 무선 헤드(RRH: Remote Radio Head) 또는, DAS(Distributed Antenna System)의 안테나 노드(Antenna Node) 등과 같은 형태도 가능하다.

도 10은 본 발명의 실시예들에서 구성될 수 있는 DSA의 일례를 나타내는 도면이다.

- [0182] DAS 시스템은 기지국(BS: Base Station)의 안테나들이 셀 중앙에 몰려 있는 집중형 안테나 시스템(CAS: Centralized Antenna System) 시스템과 달리 셀 내의 다양한 위치에 퍼져 있는 안테나들을 단일 기지국에서 관리하는 시스템을 의미한다. DAS 은 여러 안테나 노드가 하나의 셀을 구성한다는 점에서 펠토셀 / 피코셀과는 구별된다.
- [0183] 초기의 DAS 의 용도는 음영지역을 커버하기 위해 안테나를 더 설치하여 리피티션(repetition) 하는 용도였다. 그러나, DAS 는 기지국 안테나들이 동시에 여러 데이터 스트림(data stream)을 송수신하거나 한 명 또는 여러 명의 사용자를 지원할 수 있다는 점에서 일종의 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템으로 볼 수 있다. 또한, MIMO 시스템은 높은 스펙트럼 효율(spectral efficiency)로 인해 차세대 통신의 요구사항을 만족시키기 위한 필수적인 요건으로 인식되고 있다.
- [0184] MIMO 시스템의 관점에서, DAS 는 CAS 보다 사용자와 안테나간의 거리가 작아짐으로써 얻게 되는 높은 전력효율, 낮은 기지국 안테나간의 상관도 및 간섭으로 인한 높은 채널용량, 셀 내의 사용자의 위치와 상관없이 상대적으로 균일한 품질의 통신능력이 확보되는 등의 장점을 갖는다.
- [0185] 도 10 을 참조하면, DAS 는 기지국과 그에 연결된 안테나 노드(그룹, cluster, etc.)들로 구성된다. 안테나 노드는 기지국과 유/무선으로 연결되어 있으며 하나 이상의 안테나들을 포함할 수 있다. 일반적으로 한 안테나 노드에 속해 있는 안테나들은 가장 가까운 안테나간의 거리가 수 미터 이내로 지역적으로 같은 위치(spot)에 속해 있는 특성을 지니며, 안테나 노드는 단말이 접속할 수 있는 접속점과 같은 역할을 한다. 기존 DAS 기술들에서는 안테나 노드를 안테나와 동일시 하거나 둘을 구별하지 않은 기술이 많지만, 실제적으로 DAS 를 운용하기 위해서는 둘간의 관계가 명확히 정의 되어야만 한다.
- [0186] 도 11 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 DSA 의 기지국 호텔의 개념을 나타내는 도면이다.
- [0187] 도 11(a)는 기존 RAN 구조를 나타낸다. 도 11(a)를 참조하면, 기존의 셀룰러 시스템은 하나의 기지국(BTS)이 세 개의 섹터(sector)를 관할하고, 각각의 기지국은 서로 백본망을 통해 BSC/RNC 와 연결되었다.
- [0188] 도 11(b)는 DSA 및 BTS 호텔을 포함하는 스몰 셀 RAN 구조를 나타낸다. 도 11(b)를 참조하면, DAS 에서는 각 안테나 노드(AN: Antenna Node)와 연결되는 기지국들을 한곳에 모을 수 있다(BTS hotel). 이로 인해 기지국을 설치할 땅과 건물에 대한 비용을 줄이고, 기지국에 대한 유지 및 관리를 한 곳에서 쉽게 할 수 있으며, BTS 와 MSC/BSC/RNC 를 모두 한 곳에 설치함으로써 백홀 용량(backhaul capacity)을 크게 증가시킬 수 있다.
- [0189] 본 발명의 실시예들에서는 BTS 호텔 개념 등을 이용하여 안테나 노드(AN)들로부터, 셀 구성을 순시적으로 변화될 때, 무선통신이 가능 하도록 하는 프레임 구성 방법을 제공하고, 이를 이용해 얻을 수 있는 잠재적인 이득을 설명한다.
- [0190] 도 12 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 스몰셀의 주파수 대역에 을 나타내는 도면이다.
- [0191] 도 12 는 스몰셀의 개념을 나타낸다. 즉, 단말에게 기존의 LTE 시스템에 운용되는 주파수 대역이 아닌 높은 중심 주파수를 갖는 대역에 넓은 시스템 대역을 설정하여 운용하는 것을 예상할 수 있다. 또한, 기존의 셀룰러 대역을 통해서는 시스템 정보와 같은 제어 신호를 기반으로 기본적인 셀 커버리지를 지원하고, 고주파의 스몰셀을 통해 넓은 주파수 대역을 이용하여 전송효율을 극대화하는 데이터 전송이 이루어질 수 있음을 의미한다. 따라서, 지역 영역 접속(LAA: Local Area Access)이라는 개념은 보다 좁은 지역에 위치한 중저속 이동(low-to-medium mobility) 단말들이 대상이며, 단말과 기지국 사이의 거리가 기존 km 단위의 셀보다 작은 100m 단위의 작은 셀들이 될 것이다.
- [0192] 따라서 이러한 셀들에서는 단말과 기지국 사이의 거리가 짧아지고, 고주파 대역을 사용함에 따라 다음과 같은 채널 특성을 예상할 수 있다.
- [0193] (1) 지연 확산(Delay spread): 기지국과 단말 사이의 거리가 짧아짐에 따라 신호의 지연이 짧아질 수 있다.
- [0194] (2) 서브캐리어 간격(Subcarrier spacing): LTE 와 동일한 OFDM 기반의 프레임을 적용할 경우, 할당된 주파수 대역이 크기 때문에 기존의 15kHz 보다 극단적으로 큰 값으로 설정될 수 있다.
- [0195] (3) 도플러 주파수(Doppler' s frequency): 고주파 대역을 사용하기 때문에 동일한 속도의 단말은 저주파 대역보다 높은 도플러 주파수가 나타나기 때문에, 상관시간(coherent time)이 극단적으로 짧아질 수 있다.
- [0196] **2.2 초고주파 대역의 채널 특성 및 도플러 스펙트럼**

[0197] LTE/LTE-A 시스템은 최대 도플러 주파수를 기반으로 도출된 상관 시간을 기반으로 RS 밀집도 및 패턴을 설계하였다. RS 를 통해 단말은 무선 채널을 추정할 수 있으며, 수신 데이터의 복조를 할 수 있다. 실제로 LTE 시스템은 중심 주파수 2GHz, 단말의 이동속도 500km/h 를 가정하는 경우 최대 도플러 주파수(f_d)는 950Hz, 약 1000Hz 가 된다.

[0198] 일반적으로 상관 시간은 최대 도플러 주파수로부터 약 50%을 얻을 수 있다. 따라서 LTE 시스템에서는 다음 수학적 식 15 와 같은 관계식이 성립한다.

수학적 식 15

$$T_c = \frac{1}{2f_d} \cong 0.5ms$$

[0199]

[0200] 수학적 식 15 는 상관 시간 내에 최대 2 개의 RS 가 필요함을 의미한다. 즉 LTE 시스템에서는 이러한 RS 패턴을 구현함으로써, 단말의 최대 이동속도인 500km/h 이하까지 모든 이동 상황에서 채널 추정이 가능하다.

[0201] 그러나, 기존의 셀룰러 이동통신이 서비스되는 3GHz 이하가 아닌 수십 GHz 의 중심 주파수를 갖는 초고주파 대역에서는 상대적으로 저속인 단말도 높은 도플러 주파수를 경험한다. 예를 들어, 중심 주파수가 각각 2GHz 및 20GHz 이고, 단말의 이동속도가 동일하게 30km/h 라고 가정할 때, 최대 도플러 주파수는 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$1) f_c=2GHz, \text{ UE speed}(v)=30km/h \rightarrow f_d = \frac{v}{c} \times f_c = 55.6Hz$$

[0202]

$$2) f_c=20GHz, \text{ UE speed}(v)=30km/h \rightarrow f_d = \frac{v}{c} \times f_c = 556Hz$$

[0203] 이때, $c=3 \times 10^8$ 으로 동일하고, f_c 는 중심 주파수를 나타내며, v 는 단말의 이동 속도를 나타낸다. 즉, 동일한 속도의 이동단말의 경우라도 단말이 통신을 수행하는 주파수 대역의 주파수가 높아지면, 단말은 더 높은 도플러 주파수를 경험하게 된다.

[0204] 또한, 초고주파 대역의 특성상 기존의 수 GHz 이하 무선 채널과 달리 도플러 스펙트럼에 변화된 특성에 직접적인 보상 기법을 적용할 수 있다. 일반적으로 고주파 대역에서는 안테나 요소(element)를 구성하는 파장 λ 가 짧아지기 때문에, 동일한 공간에 많은 안테나를 구비할 수 있는 매시브 안테나(Massive antenna) 구성이 가능하다. 이를 통해 협대역 빔포밍(narrow beamforming) 적용이 보다 용이해진다.

[0205] 또한 수십 GHz 대의 높은 중심 주파수로 인해서 기본 수 GHz 대의 통신 대역보다 큰 경로 손실이 발생하며, 고주파 대역의 특성상 추가적인 환경 손실(Environment Loss) 등의 추가 경로 손실이 발생한다. 따라서 기존의 멀티패스 채널(Multipath channel) 중 산란(scattering)을 통해 반사되어 들어오는 성분들의 추가적인 경로 감쇄가 상대적으로 크기 때문에, LOS(Line Of Sight) 지배적인(dominant) 환경이 만들어질 수 있다. 즉 고주파 대역의 특성상 기지국에서 협대역 빔포밍 기법을 적용하기 용이한 환경이 만들어지는 것이다.

[0206] 이러한 협대역 빔포밍에 의해서 단말 수신기의 전방향에서 신호가 수신되는 것이 아닌 특정 방향에서만 신호가 수신되기 때문에, 도플러 스펙트럼은 도 13 과 같이 스펙트럼 자체가 뾰족해지는(sharp) 현상이 나타난다.

[0207] 도 13 은 본 발명의 실시예에서 사용될 수 있는 협대역 빔포밍시 도플러 스펙트럼의 분포도를 나타내는 도면이다.

[0208] 도 13(a)는 일반 대역에서의 도플러 스펙트럼을 나타낸다. 가로축은 주파수축이며, 세로축은 전력 스펙트럼 밀도(PSD: Power Spectrum Density) 축이다. 일반 주파수 대역(예를 들어, LTE 시스템 대역)에서는 단말 수신기의 전방향에서 신호가 수신되므로, 단말이 수신하는 신호의 도플러 스펙트럼은 도 13(a)와 같이 U 자 모양을 나타낸다.

[0209] 도 13(b)는 초고주파 대역에서의 도플러 스펙트럼을 나타낸다. 초고주파 대역에서는 단말 수신기의 특정 방향에서만 신호가 수신되므로, 단말이 수신하는 신호의 도플러 스펙트럼은 도 13(b)와 같이 변형된다.

[0210] 도 14 는 초고주파 대역에서 협대역 빔포밍시 도플러 스펙트럼이 감소되는 모습을 나타내는 도면이다.

[0211] 도 13(b)에서 도시된 도플러 스펙트럼은, 협대역 빔포밍을 고려한 도플러 스펙트럼의 특성을 이용하여 도 14 와

같이 직접 보상이 가능하다. 즉, 스펙트럼이 전체 도플러 스프레드가 아닌 일부 영역에 응집되어 있기 때문에, 수신단에서 자동 주파수 제어(Auto Frequency Control)/적응적 주파수 제어(Adaptive Frequency Control) 기능을 이용하여 도 14 와 같이 최종적인 도플러 스펙트럼 감쇄가 가능해진다.

즉, AFC 기능을 통해서 최대 도플러 주파수를 f_d 가 아닌 f_d' ($< f_d$)으로 감소시키면 최대 도플러 주파수와 역함수 관계를 갖는 수학식 18 로 인해 상관 시간은 증가하게 된다. 이것은 시간 축에서 보다 긴 시간 동안 채널이 변하지 않음을 의미하게 된다. 초고주파 대역은 전파 특성으로 인해서 다수 안테나를 이용한 협대역 빔포밍에 친화적인 통신 환경이다. 따라서, 수신단에서는 AFC 를 이용하여 시간 축에서 정적 채널 구간을 증가시킴으로써 보다 안정적인 시변 채널 특성을 가질 수 있다.

본 발명의 실시예들은 이와 같이 시변 채널 특성이 극대화되는 통신 환경에서 적용되는 것이다. 다만, 시변 채널 특성이 극대화되는 환경은 초고주파 대역뿐 아니라, 일반 중심 주파수 대역 (예를 들어, 5GHz 이하)에서도 구현될 수 있다. 예를 들어, 단말의 이동 속도가 매우 빠르게 증가하면 도플러 주파수가 높아지므로 일반 중심 주파수 대역에서도 시변 채널 특성이 극대화 되는 통신 환경이 형성될 수 있다.

3. 채널 품질 지시자 송수신 방법

3.1 고주파 대역의 채널 노화 현상

채널 품질 지시자(CQI)는 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)에 포함되는 정보 중 하나이다. 하향링크 채널에 대한 CQI 측정 시점과 기지국이 해당 CQI 정보를 반영하여 데이터를 전송하는 시점에서 채널 변화로 인해 성능 저하가 발생하는 것을 채널 노화(aging)라 한다. 채널 노화 현상은 다음과 같이 정리할 수 있다.

(1) 하향링크 전송에 있어, 단말의 CSI 측정 시점(t_0)과 해당 CSI 를 이용해 기지국이 데이터를 전송하는 시점(t_2) 사이에 채널 변화로 인해 성능 저하가 생기는 현상

(2) 단말의 CSI 측정 시점(t_0)-> 단말의 CSI 보고 시점(t_1)->기지국의 CSI 적용된 하향링크 데이터 전송(t_2)

(3) 현재 기술의 한계: 현재는 저속 최적화 기술(CL: Closed Loop)과 고속 지원 기술(OL: Open Loop)로 기술이 양분됨

(4) 고주파 대역의 한계: 고주파 대역에서는 중심 주파수가 높기 때문에 단말의 낮은 이동속도에도 높은 도플러 주파수를 겪게 된다. 따라서 시간 영역에서의 채널 변화가 보다 큰 채널 환경이 형성된다.

고주파 대역에서는 앞서 언급한 바와 같이, AFC 에 의해서 비교적 주파수 보상이 용이할 것으로 예측된다. 따라서, 이러한 주파수 보상이 시간 축에서는 정적(static) 채널이 유지되는 상관 시간(Coherence Time)에 영향을 미쳐 채널 상태에 기인한 CQI 도출에도 영향을 미치게 된다.

도 15 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 CQI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

초고주파 대역에서 협대역 빔포밍 시 도플러 스펙트럼이 특정 영역으로 밀집됨을 알 수 있다(도 12 내지 도 14 참조). 결국 고주파 대역에서는 협대역 빔포밍과 AFC 를 이용한 주파수 보상이 이루어지기 유리한 환경임을 알 수 있는데, 이것은 단말과 기지국 사이에 상관 시간이 증가되었음을 의미한다. 즉, 초고주파 대역에서는 채널이 정적인 시간이 증가함으로써, 보다 긴 시간 동안 시간 축에서 채널이 변화하지 않음을 의미한다.

셀룰러 시스템에서는 단말이 리포팅하는 CQI 정보를 이용하여 기지국이 스케줄링을 수행한다. 도 7 을 참조하면, LTE 시스템에서는 단말이 4ms 주기로 CQI 를 기지국에 피드백하고, 기지국은 일정한 1ms 송신 지연(delay)을 가지고 하향링크 데이터를 송신한다. 이때 단말로의 송신 지연을 포함하여 단말은 자신이 송신한 CQI 피드백이 6ms 이후에 적용됨을 알 수 있다. 즉 단말이 하향링크 채널로부터 CQI 를 측정한 시점(t_0)과 기지국에 보고한 CQI 가 적용된 시점(t_2)이 적어도 6ms(즉, 6 subframe)의 시차를 가지게 된다.

이하에서 설명하는 본 발명의 실시예들은 AFC 를 이용한 상관 시간 증가에 따른 정적 채널 구간의 증가 현상을 이용한 다중 CQI 운용 방법들에 대해서 구체적으로 설명한다.

3.2 다중 CQI 운용 방법

이하에서는 단말과 기지국 사이의 평균 CQI(Average CQI)와 순시 CQI(Instantaneous CQI)를 정의하여 다중 CQI 를 이용한 스케줄링 방법들에 대해서 설명한다.

협대역 빔포밍이 적용되는 경우 또는 협대역 빔(narrow beam)이 생성되는 환경은 기본적으로 채널의 랭크가 낮

고, 링크 품질이 좋은 채널 환경이다. 또한, 협대역 빔포밍은 단말의 일부 방향에서만 신호가 수신될 수 있도록 하기 때문에, 결과적으로 유효 도플러 스프레드가 작아진다. 이것은 시간 영역에서 상관 시간이 증가되는 현상을 의미하기 때문에 시간 축에서 채널 변화가 작아짐을 의미한다.

[0229] 단말은 도플러 보상이 이루어진 CSI 측정을 위한 RS 들(예를 들어, CSI-RS)을 이용해서 순간적인 채널을 추정 및 측정하여 순시 CQI 를 획득할 수 있다. 또한, 단말은 일반적으로 모든 단말들이 동일하게 수신할 수 있는 셀 특정 RS(예를 들어, Cell-specific RS)를 이용해서 소정 시간 구간 동안 평균 CQI 를 측정할 수 있다. 이때, 셀 특정 RS 들은 셀 내 모든 단말에 대해서 전송이 되므로(1.3 절, 도 7 참조) 협대역 빔포밍이 적용되지 않을 수 있다.

[0230] 즉, 단말은 평균 CQI 는 셀 특정 RS(e.g., CRS 등)를 이용하여 소정의 프레임/서브프레임 구간(또는, 'L+a' ms)에서 측정할 수 있으며, 순시 CQI 는 단말 특정 RS(e.g., CSI-RS 등)를 이용하여 매 프레임/서브프레임(또는, 'L' ms)에서 측정할 수 있다. 이때, 평균 CQI 는 제 1 CQI 라 정의될 수 있고, 순시 CQI 는 제 2 CQI 라 정의될 수 있다.

[0231] 다음 표 10 은 평균 CQI 와 순시 CQI 를 정의하는 방법 중 하나를 나타낸다.

표 10

서브프레임 인덱스	#0	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	...
순시 CQI	MCS 10	MCS 11	MCS 15	MCS 9	MCS 14	MCS 15	MCS 17	MCS 16	...
평균 CQI	MCS 13	MCS 13	MCS 13	MCS 13	MCS 13	MCS 13	MCS 13	MCS 13	...

[0232] 표 10 에서는, 평균 CQI 를 10 개의 프레임 또는 서브프레임에 대한 채널 측정 결과에 대한 평균값으로 도출하는 경우를 나타내고, 순시 CQI 는 매 프레임 또는 서브프레임마다 CQI 를 도출하는 경우를 나타낸다. 따라서, 평균 CQI 의 경우 10 프레임 구간 동안에는 각 프레임별로 동일한 CQI 또는 MCS(modulation and coding scheme) 레벨(또는, QAM 레벨, 데이터 레이트 등)을 갖게 된다. 그러나, 순시 CQI 는 프레임/서브프레임 별로 서로 다른 CQI/MCS 레벨을 가질 수 있다.

[0234] 시스템 상에서 이러한 다중 CQI 를 이용한 이득을 극대화하기 위해서는 기존의 피드백 주기보다 리포팅 주기가 짧아질수록 적합한 순시 CQI 가 보다 빨리 적용될 수 있으므로, 전체 시스템 이득이 좋아질 수 있다.

[0235] 도 16 은 본 발명의 실시예로서 다중 CQI 정보를 송수신하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[0236] 초고주파 대역을 지원하는 기지국은 셀 내 모든 단말이 수신할 수 있는 셀 특정 RS(즉, CRS)를 전송한다(S1610).

[0237] 단말은 CRS 를 이용하여 제 1 CQI 를 측정한다. 이때, 단말은 소정의 프레임 또는 서브프레임(예를 들어, 10 프레임 또는 10 서브프레임) 동안 측정한 CQI 값들에 대해서 평균값을 도출하여 제 1 CQI 로 설정할 수 있다(S1620).

[0238] 또한, 기지국은 특정 단말에 대해서 단말 특정 RS(즉, UE-RS)를 특정 프레임 또는 특정 서브프레임에서 전송한다(S1630).

[0239] 단말은 수신한 UE-RS 를 이용하여 특정 프레임 또는 특정 서브프레임에 대한 제 2 CQI 를 측정한다(S1640).

[0240] 단말은 측정한 제 1 CQI 및/또는 제 2 CQI 를 상향링크 물리제어채널(PUCCH) 및/또는 상향링크 물리공유채널(PUSCH)을 통해 기지국에 보고할 수 있다(S1650, S1660).

[0241] 상술한 S1650 단계 및 S1660 단계는 동시에 또는 따로 수행될 수 있다. 예를 들어, 제 1 CQI 는 소정 프레임/서브프레임 구간 동안 측정이 되므로, 소정 프레임/서브프레임 구간 이후 보고될 수 있다. 또한, 제 2 CQI 는 매 프레임/서브프레임에서 측정이 되므로, 매 프레임/서브프레임의 다음 프레임/서브프레임에서 보고될 수 있다.

[0242] 또는, 제 1 CQI 의 측정 주기가 제 2 CQI 의 측정 주기보다 길므로, 빈번하게 보고되는 제 1 CQI 의 전송 주기에서 측정된 제 2 CQI 를 함께 전송할 수 있다.

[0243] 또는, 단말은 PUCCH 신호를 이용하여 소정의 주기마다 주기적으로 제 1 CQI 를 기지국에 보고하고, 제 2 CQI 는 기지국의 요청이 있는 경우에만 PUSCH 신호 이용하여 기지국에 보고할 수 있다.

[0244] 3.3 다중 CQI 를 이용한 스케줄링 방법

[0245] 도 16 에서, 기지국은 보고받은 제 2 CQI 를 이용하여 순간적인 전송률 증대를 위한 스케줄링을 수행할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 단말로부터 피드백 받은 제 2 CQI (즉, 순시 CQI)가 순시적인 추정 채널 또는 보다 짧은 평균 시간을 갖는 추정 채널임을 인지하고, 일정 시간 동안 품질이 좋은 채널만을 이용한 스케줄링을 수행할 수 있다. 즉, 기지국은 이러한 제 2 CQI 를 이용해서 동적 스케줄링의 효과를 최대로 도출할 수 있다.

[0246] 그러나, 기지국은 핸드 오버 등의 기지국간 스케줄링 정보로는 제 1 CQI 만을 이용하고, 제 2 CQI 는 이용하지 않을 수 있다. 왜냐하면, 제 2 CQI 는 충분히 긴 시간 동안 평균화된 CQI 가 아니며 매우 짧은 시간 구간(예를 들어, 매 프레임/서브프레임) 동안 측정된 CQI 이기 때문이다. 만약, 기지국이 제 2 CQI 를 이용하여 단말의 핸드오버 여부를 결정한다면, 초고주파 대역에서 채널이 변경되는 경우 기지국간 핸드오버 평풍 현상이 발생할 수 있다.

[0247] 3.4 평균 CQI 의 정의 방법

[0248] 순시 CQI(즉, 제 2 CQI)는 평균 CQI(즉, 제 1 CQI) 보다 짧은 시간 구간('L' ms)의 채널을 추정하여 평균한 CQI 값으로 정의할 수 있다. 이때 평균 CQI 는 여러 순시 CQI 의 보고 주기 'L x a' (예: a=2,3,4,5,...)의 CQI 정보를 이용해서 정의될 수 있다. 예를 들어, 여러 'L' 시간 주기의 순시 CQI 값들을 평균화하여 평균 CQI 를 획득할 수 있다. 또는, 일정 간격의 몇 개의 순시 CQI 를 이용하여 평균 CQI 를 획득할 수 있다.

[0249] 이러한 방법들을 이용하는 경우, 평균 CQI 를 도출하기 위한 추가적인 채널 추정 프로세서가 필요 없게 되므로, 기지국 구현 복잡도가 낮아지는 이득이 수반된다.

[0250] 4. 구현 장치

[0251] 도 17 에서 설명하는 장치는 도 1 내지 도 16 에서 설명한 방법들이 구현될 수 있는 수단이다.

[0252] 단말(UE: User Equipment)은 상향링크에서는 송신기로 동작하고, 하향링크에서는 수신기로 동작할 수 있다. 또한, 기지국(eNB: e-Node B)은 상향링크에서는 수신기로 동작하고, 하향링크에서는 송신기로 동작할 수 있다.

[0253] 즉, 단말 및 기지국은 정보, 데이터 및/또는 메시지의 전송 및 수신을 제어하기 위해 각각 송신모듈(Tx module: 1740, 1750) 및 수신모듈(Rx module: 1750, 1770)을 포함할 수 있으며, 정보, 데이터 및/또는 메시지를 송수신하기 위한 안테나(1700, 1710) 등을 포함할 수 있다.

[0254] 또한, 단말 및 기지국은 각각 상술한 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 프로세서(Processor: 1720, 1730)와 프로세서의 처리 과정을 임시적으로 또는 지속적으로 저장할 수 있는 메모리(1780, 1790)를 각각 포함할 수 있다.

[0255] 상술한 단말 및 기지국 장치의 구성성분 및 기능들을 이용하여 본원 발명의 실시예들이 수행될 수 있다. 예를 들어, 단말의 프로세서는 수신기를 제어하여 제 1 RS 및 제 2 RS 를 수신할 수 있다. 또한, 단말은 제 1 RS 를 이용하여 제 1 CQI 정보를 획득하고, 제 2 RS 를 이용하여 제 2 CQI 정보를 획득할 수 있다. 이후, 단말은 제 1 CQI 정보 및 제 2 CQI 정보를 기지국에 PUCCH/PUSCH 를 통해 보고할 수 있다. 상세한 내용은 1 절 내지 3 절에 개시된 내용을 참조한다.

[0256] 단말 및 기지국에 포함된 송신모듈 및 수신모듈은 데이터 전송을 위한 패킷 변복조 기능, 고속 패킷 채널 코딩 기능, 직교주파수분할다중접속(OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 패킷 스케줄링, 시분할듀플렉스(TDD: Time Division Duplex) 패킷 스케줄링 및/또는 채널 다중화 기능을 수행할 수 있다. 또한, 도 17 의 단말 및 기지국은 저전력 RF(Radio Frequency)/IF(Intermediate Frequency) 모듈을 더 포함할 수 있다.

[0257] 한편, 본 발명에서 단말로 개인휴대단말기(PDA: Personal Digital Assistant), 셀룰러폰, 개인통신서비스(PCS: Personal Communication Service) 폰, GSM(Global System for Mobile) 폰, WCDMA(Wideband CDMA) 폰, MBS(Mobile Broadband System) 폰, 핸드헬드 PC(Hand-Held PC), 노트북 PC, 스마트(Smart) 폰 또는 멀티모드 멀티밴드(MM-MB: Multi Mode-Multi Band) 단말기 등이 이용될 수 있다.

[0258] 여기서, 스마트 폰이란 이동통신 단말기와 개인 휴대 단말기의 장점을 혼합한 단말기로서, 이동통신 단말기에 개인 휴대 단말기의 기능인 일정 관리, 팩스 송수신 및 인터넷 접속 등의 데이터 통신 기능을 통합한 단말기를

의미할 수 있다. 또한, 멀티모드 멀티밴드 단말기관 멀티 모뎀칩을 내장하여 휴대 인터넷시스템 및 다른 이동통신 시스템(예를 들어, CDMA(Code Division Multiple Access) 2000 시스템, WCDMA(Wideband CDMA) 시스템 등)에서 모두 작동할 수 있는 단말기를 말한다.

[0259] 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

[0260] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[0261] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 소프트웨어 코드는 메모리 유닛(1780, 1790)에 저장되어 프로세서(1720, 1730)에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치할 수 있으며, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

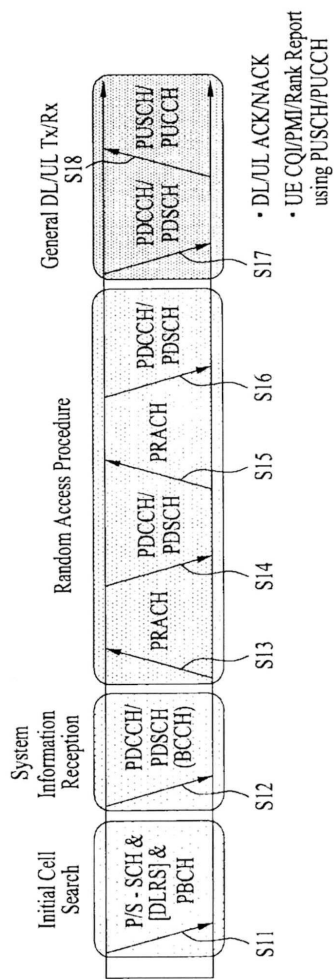
[0262] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

산업상 이용가능성

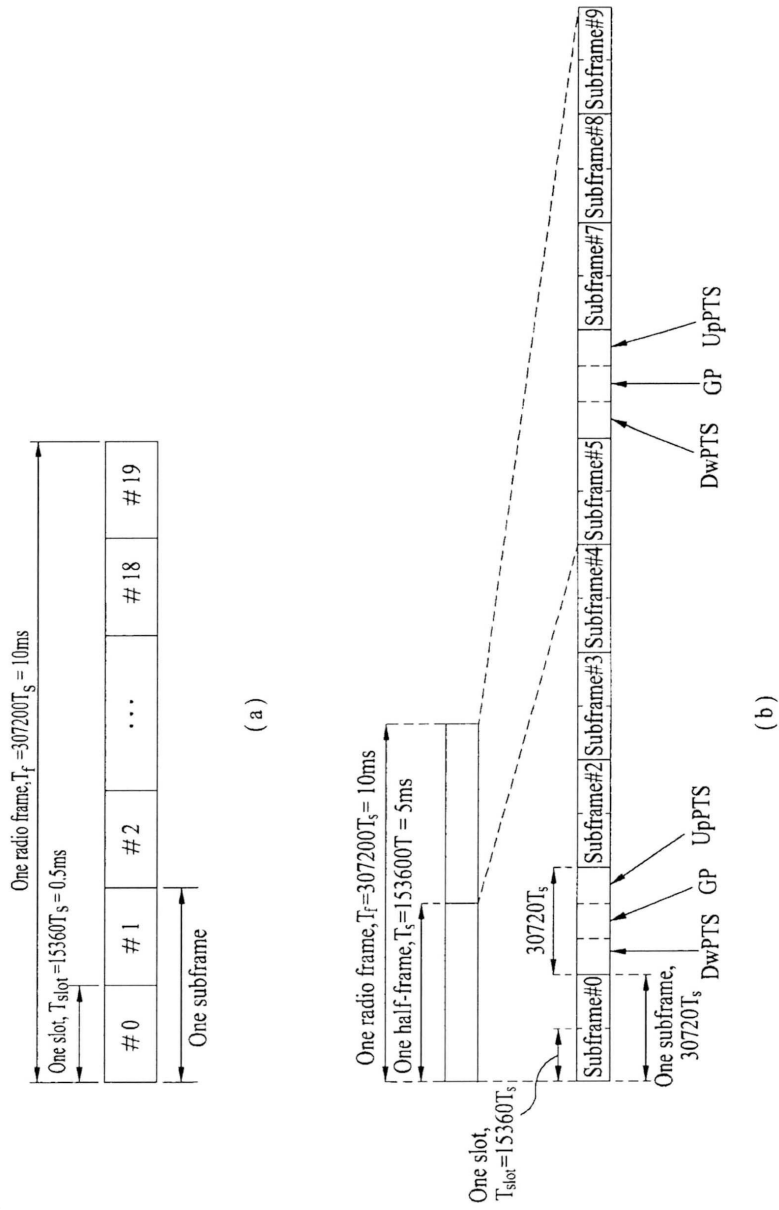
[0263] 본 발명의 실시예들은 다양한 무선접속 시스템에 적용될 수 있다. 다양한 무선접속 시스템들의 일례로서, 3GPP(3rd Generation Partnership Project), 3GPP2 및/또는 IEEE 802.xx (Institute of Electrical and Electronic Engineers 802) 시스템 등이 있다. 본 발명의 실시예들은 상기 다양한 무선접속 시스템뿐 아니라, 상기 다양한 무선접속 시스템을 응용한 모든 기술 분야에 적용될 수 있다.

도면

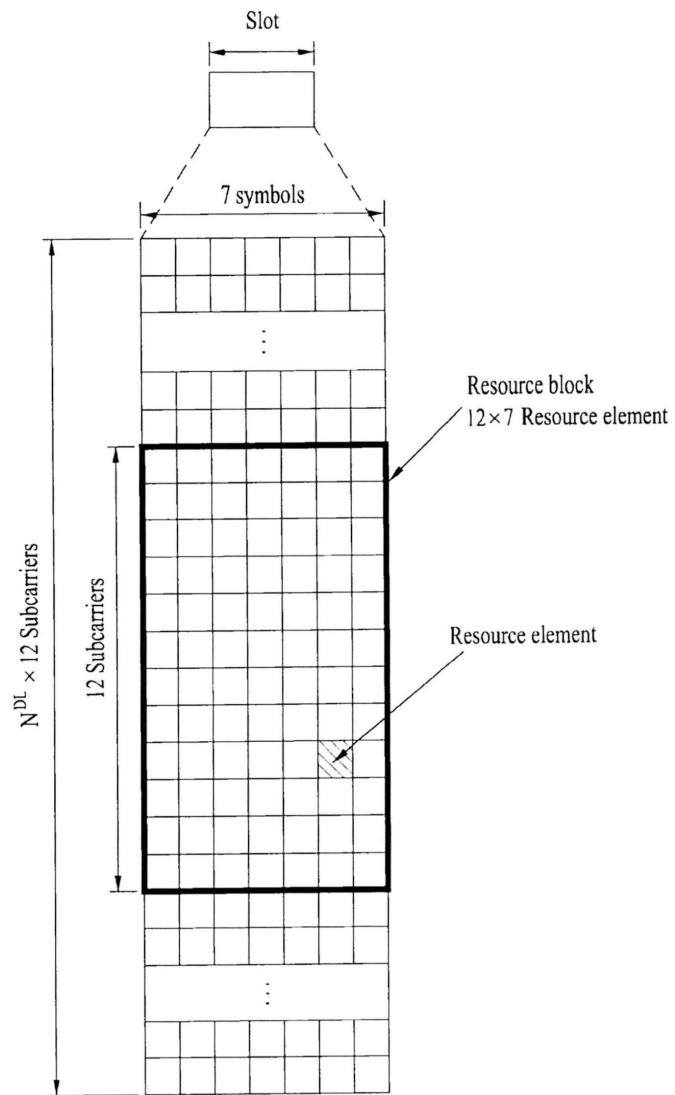
도면1



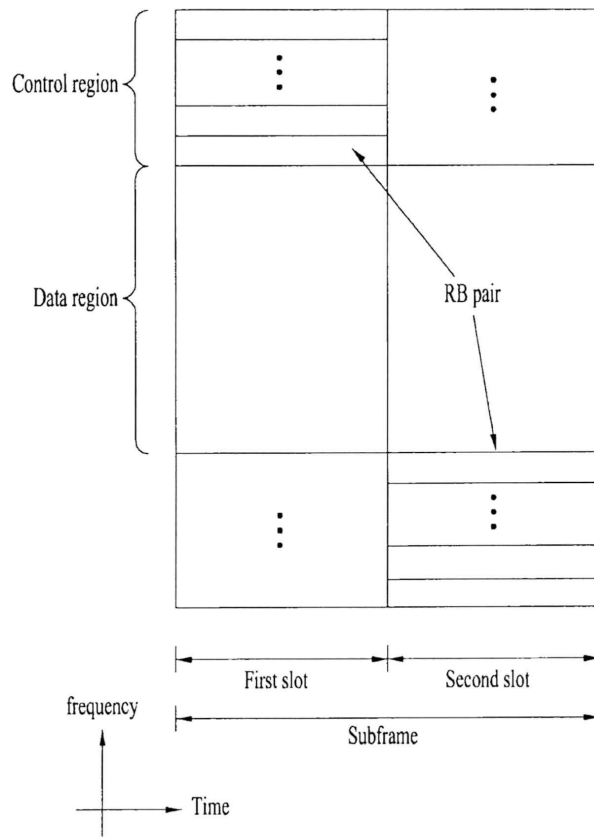
도면2



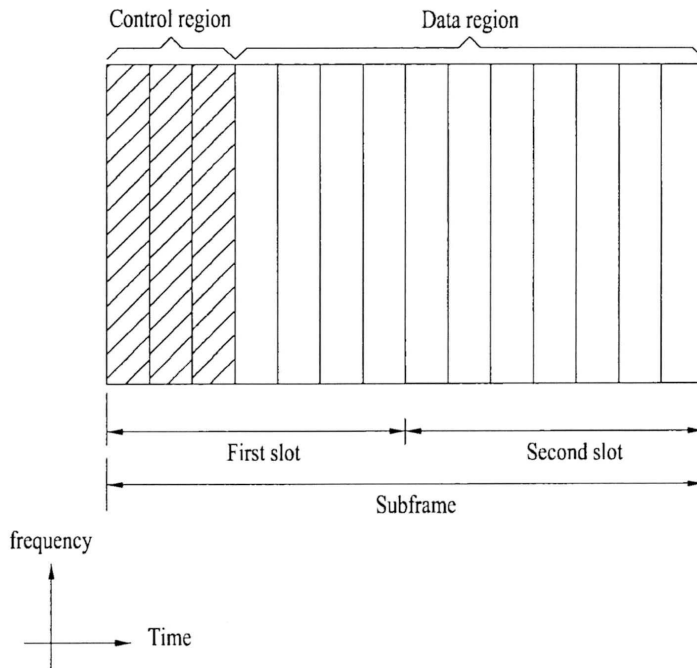
도면3



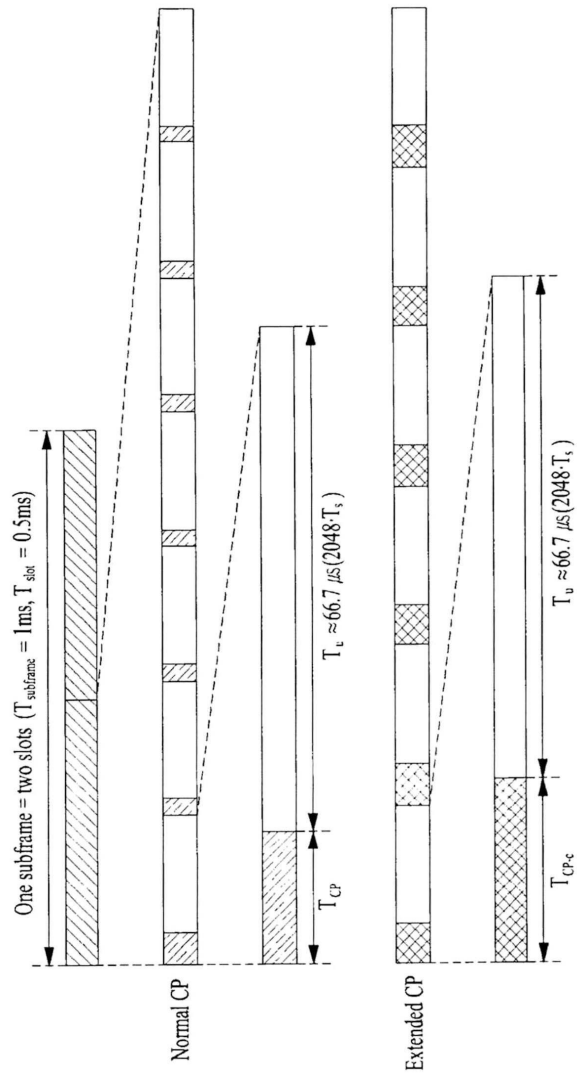
도면4



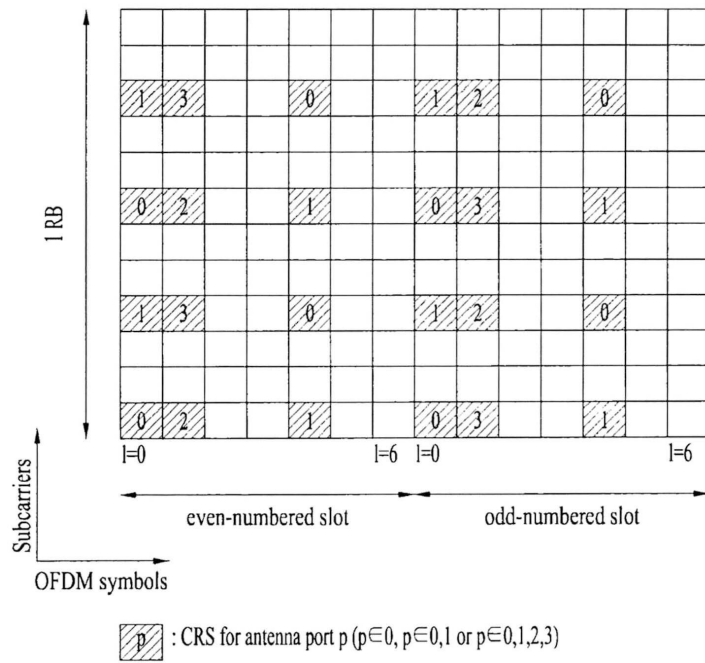
도면5



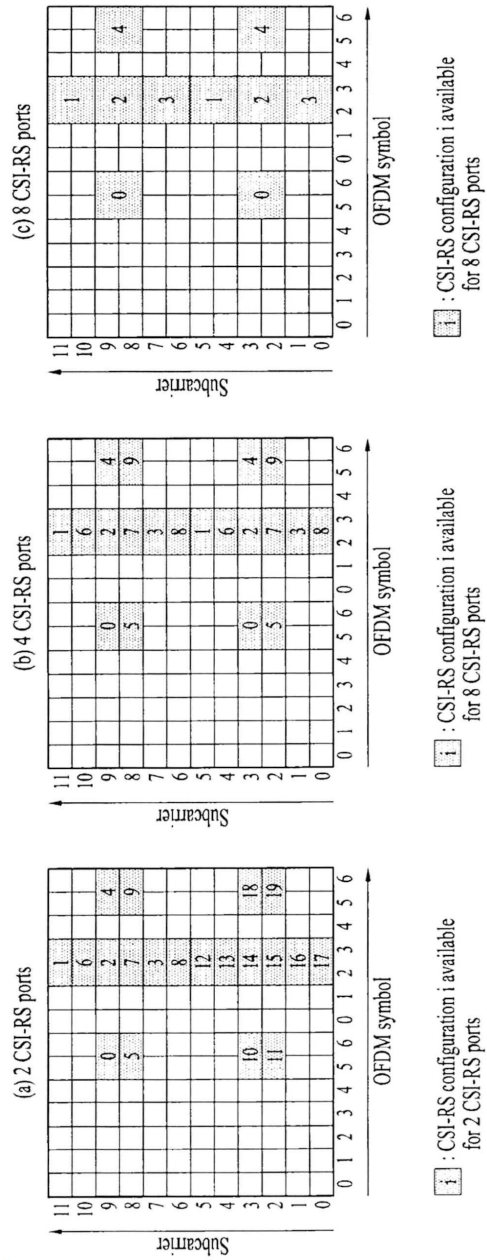
도면6



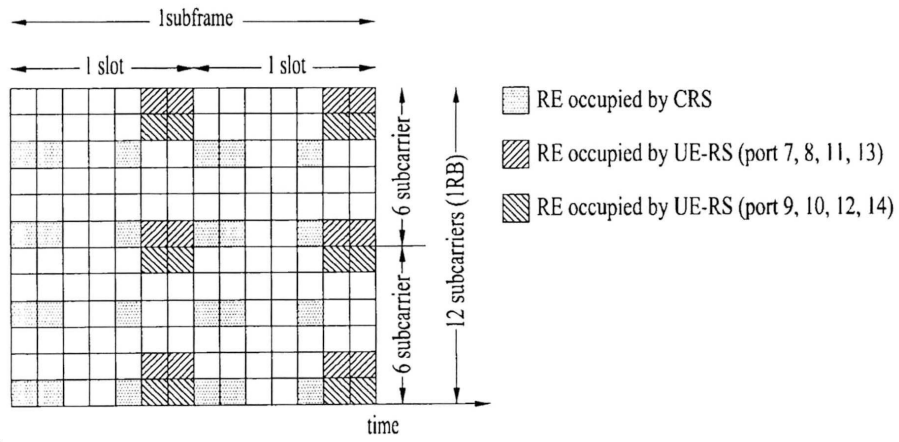
도면7



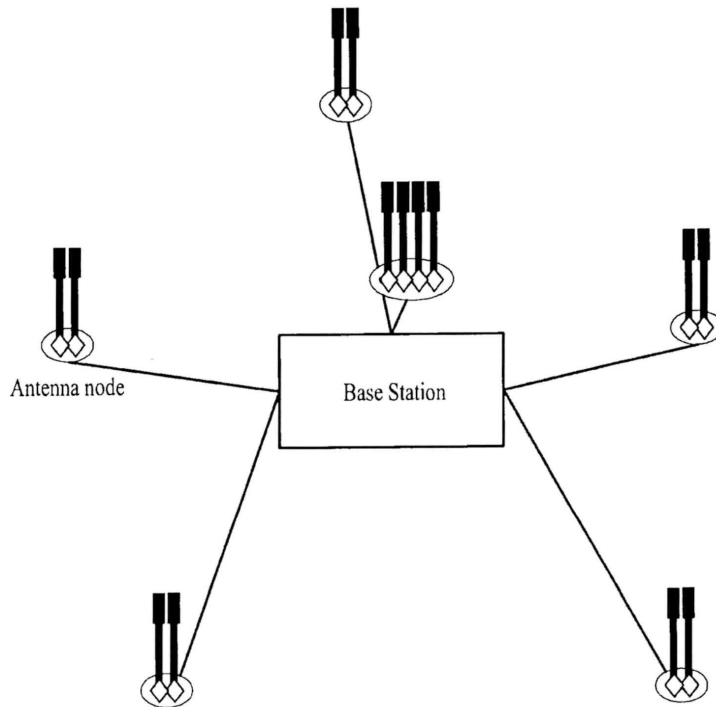
도면8



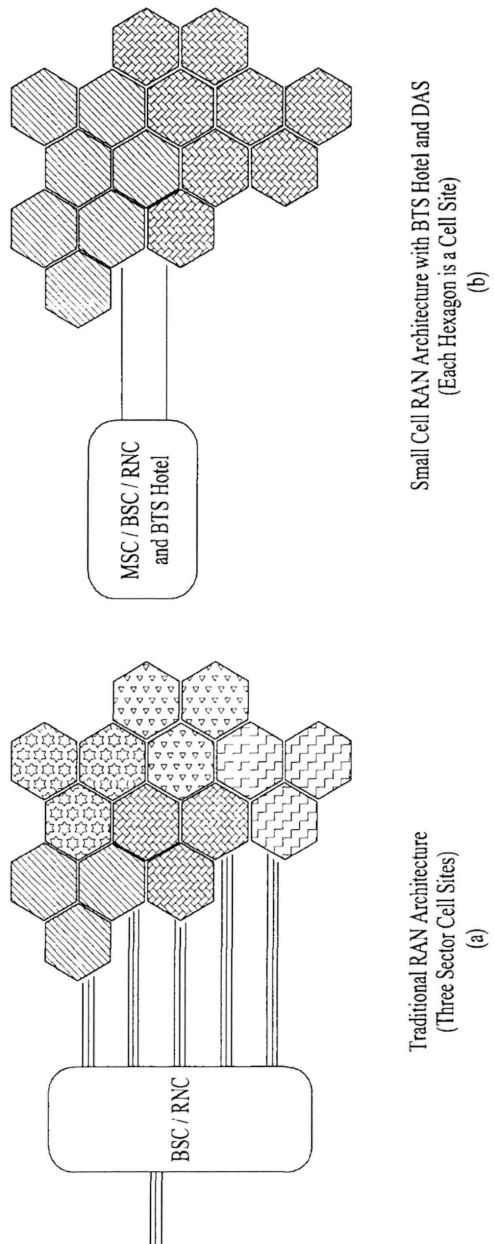
도면9



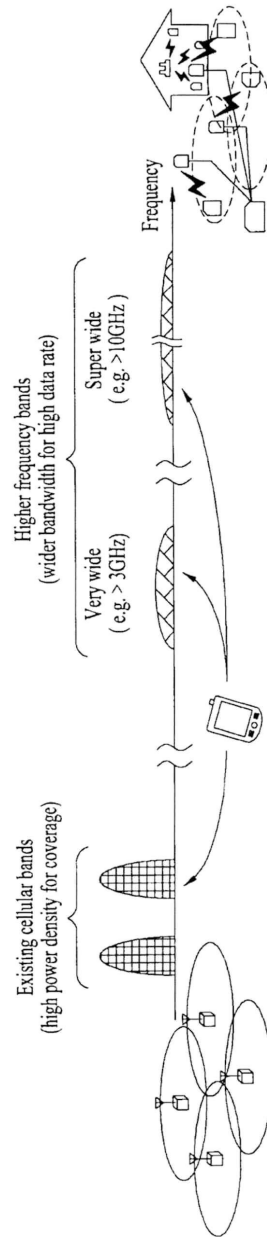
도면10



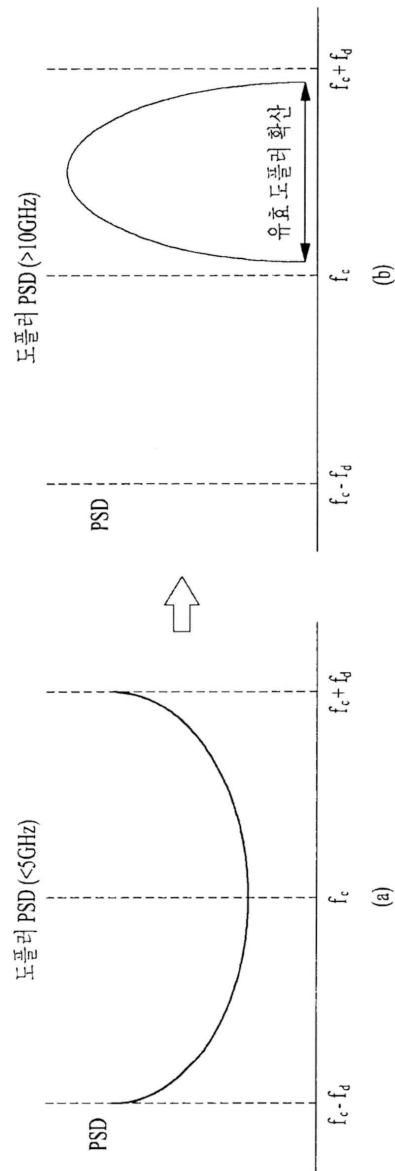
도면11



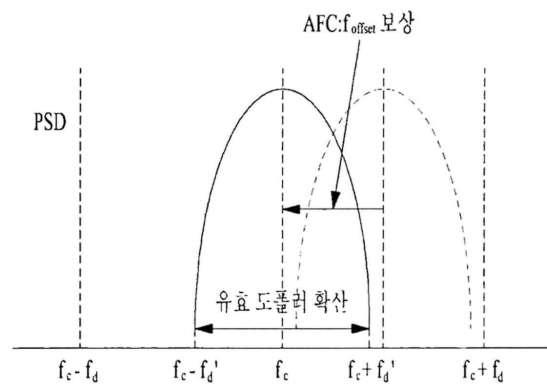
도면12



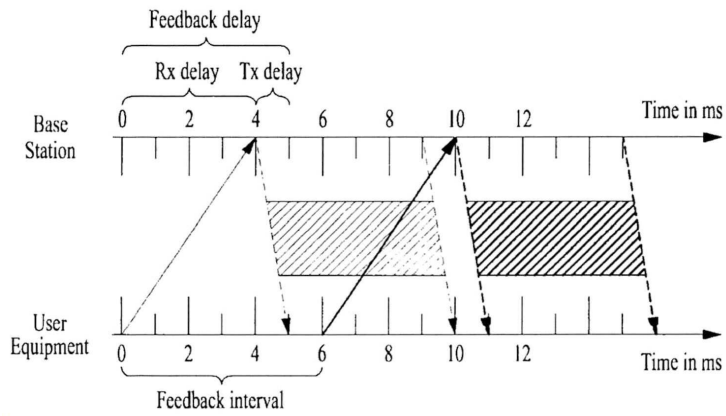
도면13



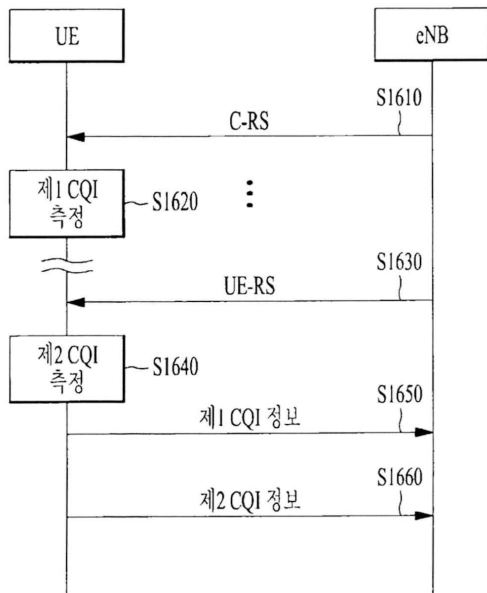
도면14



도면15



도면16



도면17

