

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 5월 12일 (12.05.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/072696 A2

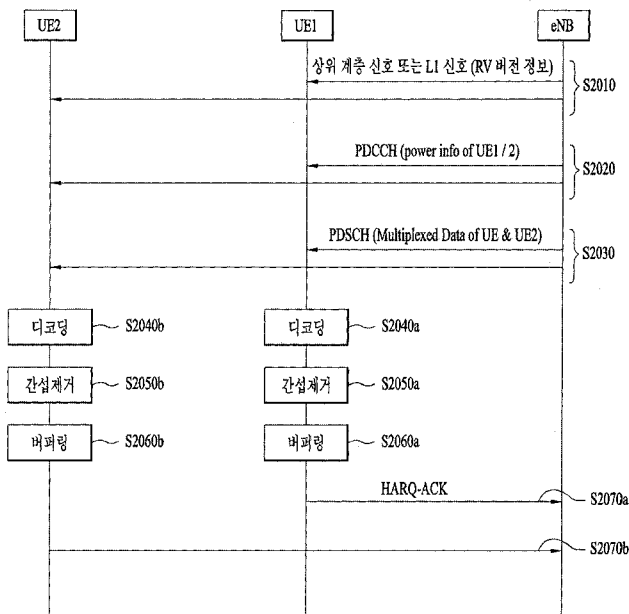
- (51) 국제특허분류: H04L 1/18 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/011697
- (22) 국제출원일: 2015년 11월 3일 (03.11.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 62/074,633 2014년 11월 3일 (03.11.2014) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김봉희 (KIM, Bonghoe); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 서한별 (SEO, Hanbyul); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 정만영 (JUNG, Manyoung); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG 전자 특허센터, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 05556 서울시 송파구 올림픽로 82, 7층 KBK 특허법률사무소, 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: DATA BUFFERING METHOD AND APPARATUS FOR HYBRID AUTOMATIC REPEAT REQUEST IN WIRELESS ACCESS SYSTEM SUPPORTING NON-ORTHOGONAL MULTIPLE ACCESS SCHEME

(54) 발명의 명칭 : 비직교다중접속 방식을 지원하는 무선접속시스템에서 하이브리드 자동재전송을 위한 데이터 버퍼링 방법 및 장치

FIG. 20



S2010 ... Upper layer signal or L1 signal (RV version information)
 S2020 ... PDCCH (power info of UE1 / 2)
 S2030 ... PDSCH (Multiplexed Data of UE & UE2)
 S2040a, S2040b ... Decoding
 S2050a, S2050b ... Interference cancellation
 S2060a, S2060b ... Buffering

(57) Abstract: The present invention relates to a variety of hybrid automatic repeat request (HARQ) methods, data buffering methods therefor, and apparatuses supporting the methods, in a wireless access system supporting a non-orthogonal multiple access (NOMA) scheme. As one embodiment of the present invention, a data buffering method, by a first terminal, for hybrid automatic repeat request (HARQ) in a wireless access system supporting a non-orthogonal multiple access (NOMA) scheme may comprise: a step of receiving, from a base station, data in which data for the first terminal and a second terminal are multiplexed in a NOMA scheme; a step of decoding the multiplexed data; a step of buffering data for the second terminal; and a step of transmitting HARQ-ACK information to the base station, depending on the decoding result.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2016/072696 A2



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 비직교다중접속 방식 (NOMA)을 지원하는 무선 접속 시스템에서, 다양한 하이브리드 자동재전송 (HARQ) 방법들, 이를 위한 데이터 버퍼링 방법들 및 이를 지원하는 장치들에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예로서 비직교다중접속 방식 (NOMA) 방식을 지원하는 무선접속시스템에서 제 1 단말이 하이브리드 자동재전송 (HARQ)을 위한 데이터 버퍼링 방법은, 기지국으로부터 제 1 단말 및 제 2 단말에 대한 데이터가 NOMA 방식으로 다중화된 데이터를 수신하는 단계와 다중화된 데이터를 디코딩하는 단계와 제 2 단말에 대한 데이터를 버퍼링하는 단계와 디코딩 결과에 따라 HARQ-ACK 정보를 기지국에 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

【명세서】

【발명의 명칭】

비직교다중접속 방식을 지원하는 무선접속시스템에서 하이브리드 자동재전송을 위한 데이터 버퍼링 방법 및 장치

5 【기술분야】

[1] 본 발명은 비직교다중접속 방식(NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access)을 지원하는 무선 접속 시스템에 관한 것으로, 다양한 하이브리드 자동재전송(HARQ: Hybrid Automatic Retransmission reQuest) 방법들, 이를 위한 데이터 버퍼링 방법들 및 이를 지원하는 장치들에 관한 것이다.

10 【배경기술】

[2] 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.

20 【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

[3] 본 발명의 목적은 신뢰성 있는 데이터 송수신을 위한 방법들을 제공하는 것이다.

[4] 본 발명의 다른 목적은 NOMA 를 지원하는 무선 접속 시스템에서 HARQ 동작을 지원하는 방법들을 제공하는 것이다.

[5] 본 발명의 또 다른 목적은 NOMA 를 지원하는 시스템에서 HARQ 동작을 지원하기 위해 다른 단말에 대한 데이터를 메모리에 저장하는 다양한 방법들을 제공하는 것이다.

[6] 본 발명의 또 다른 목적은 이러한 방법들을 지원하는 장치들을 제공하는 것이다.

[7] 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.

5

【기술적 해결방법】

[8] 본 발명은 비직교다중접속 방식(NOMA)을 지원하는 무선 접속 시스템에서, 다양한 하이브리드 자동재전송(HARQ) 방법들, 이를 위한 데이터 버퍼링 방법들 및 이를 지원하는 장치들에 관한 것이다.

10 [9] 본 발명의 일 양태로서 비직교다중접속(NOMA) 방식을 지원하는 무선접속 시스템에서 제 1 단말이 하이브리드 자동재전송(HARQ)을 위한 데이터 버퍼링 방법은, 기지국으로부터 제 1 단말 및 제 2 단말에 대한 데이터가 NOMA 방식으로 다중
 15 화된 데이터를 수신하는 단계와 다중화된 데이터를 디코딩하는 단계와 제 2 단말에 대한 데이터를 버퍼링하는 단계와 디코딩 결과에 따라 HARQ-ACK 정보를 기지국
 에 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[10] 이때, 상기 버퍼링하는 단계에서, 제 1 단말에 대한 데이터도 함께 버퍼링될 수 있다.

[11] 또는, 상기 버퍼링하는 단계에서, 제 2 단말에 대한 데이터가 제 1 단말에 대한 데이터보다 우선하여 버퍼링될 수 있다. 이때, 제 1 단말에 대한 데이터가 성공
 20 적으로 디코딩되더라도 제 2 단말에 대한 데이터를 삭제하지 않고 버퍼링할 수 있다.

[12] 또는, 상기 버퍼링하는 단계에서, 제 1 단말은 각 데이터에 대한 LLR 값, 신호품질, 또는 디코딩 성공 여부에 따라 제 1 단말 또는 제 2 단말에 대한 데이터를 선택적으로 버퍼링할 수 있다.

25 [13] 본 발명의 다른 양태로서 비직교다중접속(NOMA) 방식을 지원하는 무선접속시스템에서 하이브리드 자동재전송(HARQ)을 위한 데이터를 버퍼링하는 제 1 단말은, 송신기; 수신기; 메모리; 및 이러한 송신기, 수신기 및 메모리와 기능적으로 연결되어 NOMA 방식에 따른 HARQ 를 지원하기 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 이때, 프로세서는, 기지국으로부터 제 1 단말 및 제 2 단말에 대한 데이터가
 30 NOMA 방식으로 다중화된 데이터를 수신기를 제어하여 수신하고; 다중화된 데이터를 디코딩하고; 제 2 단말에 대한 데이터를 상기 메모리에 버퍼링하고; 디코딩

결과에 따라 HARQ-ACK 정보를 송신기를 제어하여 기지국에 전송하도록 구성될 수 있다.

[14] 이때, 프로세서는 제 1 단말에 대한 데이터도 함께 메모리에 버퍼링하도록 구성될 수 있다.

5 [15] 또는, 프로세서는 제 2 단말에 대한 데이터를 제 1 단말에 대한 데이터보다 우선하여 버퍼링하도록 구성될 수 있다. 이때, 제 1 단말에 대한 데이터가 성공적으로 디코딩되더라도 제 2 단말에 대한 데이터를 삭제하지 않고 버퍼링하도록 구성될 수 있다.

10 [16] 또는, 프로세서는 각 데이터에 대한 LLR 값, 신호품질 또는 디코딩 성공 여부에 따라 제 1 단말 또는 제 2 단말에 대한 데이터를 선택적으로 버퍼링하도록 구성될 수 있다.

[17] 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
15 도출되고 이해될 수 있다.

【유리한 효과】

[18] 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

20 [19] 첫째, 본 발명의 HARQ 방식에 따라 신뢰성 있는 데이터 송수신이 가능하다.

[20] 둘째, NOMA 를 지원하는 무선 접속 시스템에서 HARQ 동작을 지원하기 위한 다양한 방법들을 제공할 수 있다.

25 [21] 셋째, NOMA 방식 적용시 다른 단말에 대한 데이터를 메모리 등에 버퍼링하는 방법들을 제공함으로써, 보다 효율적이고 신뢰성 있는 NOMA 방식을 지원할 수 있다.

[22] 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 효과
30 들 역시 본 발명의 실시예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

- [23] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되고, 첨부된 도면들은 본 발명에 대한 다양한 실시예들을 제공한다. 또한, 첨부된 도면들은 상
- 5 세한 설명과 함께 본 발명의 실시 형태들을 설명하기 위해 사용된다.
- [24] 도 1 은 물리 채널들 및 이들을 이용한 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [25] 도 2 는 무선 프레임의 구조의 일례를 나타내는 도면이다.
- [26] 도 3 는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.
- 10 [27] 도 4 는 상향링크 서브 프레임의 구조의 일례를 나타내는 도면이다.
- [28] 도 5 는 하향링크 서브 프레임의 구조의 일례를 나타내는 도면이다.
- [29] 도 6 은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a 와 1b 를 나타내고, 도 7 은 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a 와 1b 를 나타낸다.
- [30] 도 8 은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b 를 나타내고, 도 9 는
- 15 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b 를 나타낸다.
- [31] 도 10 은 PUCCH 포맷 1a 와 1b 에 대한 ACK/NACK 채널화(channelization)를 설명하는 도면이다.
- [32] 도 11 은 동일한 PRB 내에서 PUCCH 포맷 1a/1b 와 포맷 2/2a/2b 의 혼합된 구조에 대한 채널화를 도시한 도면이다.
- 20 [33] 도 12 는 PRB 할당을 도시한 도면이다.
- [34] 도 13 은 본 발명의 실시예들에서 사용되는 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합의 일례를 나타내는 도면이다.
- [35] 도 14 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.
- 25 [36] 도 15 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 서빙셀 구성의 일례를 나타내는 도면이다.
- [37] 도 16 은 블록 확산 기반의 새로운 PUCCH 포맷의 일례를 나타내는 도면이다.

[38] 도 17 은 시간-주파수 단위의 자원 블록이 구성되는 일례를 나타내는 도면이다.

[39] 도 18 은 비동기식 HARQ 방식의 자원할당 및 재전송 방식의 일례를 나타내는 도면이다.

5 [40] 도 19 는 NOMA 와 현재 다중 접속 방법들을 비교하여 설명하기 위한 도면이다.

[41] 도 20 은 NOMA 방식을 이용하여 데이터를 송수신하는 경우, HARQ 동작 방법 중 하나를 설명하기 위한 도면이다.

10 [42] 도 21 에서 설명하는 장치는 도 1 내지 도 20 에서 설명한 방법들이 구현될 수 있는 수단이다.

【발명의 실시를 위한 형태】

15 [43] 이하에서 상세히 설명하는 본 발명의 실시예들은 비직교다중접속 방식(NOMA)을 지원하는 무선 접속 시스템에서, 다양한 하이브리드 자동재전송(HARQ) 방법들, 이를 위한 데이터 버퍼링 방법들 및 이를 지원하는 장치들에 관한 것이다.

20 [44] 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.

25 [45] 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.

[46] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함(comprising 또는 including)"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나

동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 또한, "일(a 또는 an)", "하나(one)", "그(the)" 및 유사 관련어는 본 발명을 기술하는 문맥에 있어서(특히, 이하의 청구항의 문맥에서) 본 명세서에 달리 지시되거나 문맥에 의해 분명하게 반박되지 않는 한, 5 단수 및 복수 모두를 포함하는 의미로 사용될 수 있다.

[47] 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 10 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.

[48] 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 15 Base Station) 또는 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.

[49] 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.

[50] 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.

[51] 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 3GPP TS 36.331 문서들에 의해 뒷받침 될 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.

[52] 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.

[53] 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.

[54] 이하에서는 본 발명의 실시예들이 사용될 수 있는 무선 접속 시스템의 일례로 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 대해서 설명한다.

[55] 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.

[56] CDMA 는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000 과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA 는 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. OFDMA 는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다.

[57] UTRA 는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA 를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA 를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA 를 채용한다. LTE-A(Advanced) 시스템은 3GPP LTE 시스템이 개량된 시스템이다. 본 발명의

5 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.

[58] 1. 3GPP LTE/LTE_A 시스템

10 [59] 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 송수신 하는 정보의 종류/용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.

15

[60] 1.1 시스템 일반

[61] 도 1 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 물리 채널들 및 이들을 이용한 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[62] 전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은

20 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.

[63] 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리방송채널 (PBCH: Physical Broadcast

25 Channel) 신호를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다.

[64] 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호 (DL RS: Downlink Reference Signal)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

[65] 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.

[66] 이후, 단말은 기지국에 접속을 완료하기 위해 이후 단계 S13 내지 단계 S16 과 같은 임의 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 물리하향링크공유 채널을 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S14). 경쟁 기반 임의 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.

[67] 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.

[68] 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.

[69] 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.

5 [70] 도 2는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[71] 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.

[72] 하나의 무선 프레임(radio frame)은 $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지고,
 10 $T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 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.
 15 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.

[73] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함한다. 3GPP LTE 는 하향링크에서 OFDMA 를 사용하므로
 20 OFDM 심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. 자원블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부분송파(subcarrier)를 포함한다.

[74] 전이중 FDD 시스템에서는 각 10ms 구간 동안 10 개의 서브프레임은
 25 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.

[75] 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.

[76] 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 2_i 와 2_{i+1} 에 해당하는 각 $T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 의 길이를 가지는 2 개의 슬롯으로 구성된다. 여기서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s = 1/(15\text{kHz} \times 2048) = 3.2552 \times 10^{-8}$ (약 33ns)로 표시된다.

[77] 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 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[78] 다음 표 1 는 특별 프레임의 구성(DwPTS/GP/UpPTS 의 길이)을 나타낸다.

[79] 【표 1】

Special subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink			Extended cyclic prefix in downlink		
	DwPTS	UpPTS		DwPTS	UpPTS	
		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink
0	$6592 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$
1	$19760 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
2	$21952 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
3	$24144 \cdot T_s$			$25600 \cdot T_s$		
4	$26336 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$
5	$6592 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
6	$19760 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
7	$21952 \cdot T_s$			-		
8	$24144 \cdot T_s$			-	-	-

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

[81] 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.

[82] 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.

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

[84] 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.

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

5 [86] 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-
10 ARQ Indicator Channel) 등이 있다.

[87] 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 채널이고, HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한
15 ACK(Acknowledgement)/NACK(Negative-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH 를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(DCI: downlink control information)라고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.

20 [88] 1.2 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)

[89] 1.2.1 PDCCH 일반

[90] 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-
25 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 나를 수 있다.

[91] 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 후
5 에 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 비트 수가 결정된다

10

[92] 1.2.2 PDCCH 구조

[93] 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
15 단위를 말한다. 각 REG 에는 4 개의 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 심볼이 매핑 된다. 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)에
20 도 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.

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

[95] 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
30 기지국에 의하여 결정된다. 예를 들어, 양호한 하향링크 채널 상태(기지국에 가까운 경우)를 가지는 단말을 위한 PDCCH 는 하나의 CCE 만으로 충분할 수 있다. 반

면, 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.

[96] 다음 표 2 는 PDCCH 포맷을 나타내며, CCE 집합 레벨에 따라 표 2 과 같
5 이 4 가지의 PDCCH 포맷이 지원된다.

[97] 【표 2】

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

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

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

[100] 【표 3】

DCI 포맷	내용
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

20 [101] 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(Openloop) 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2A, 상향링크 채널을 위한 TPC(Transmission Power Control) 명령의 전송을 위한 포맷 3 및 3A 가 있다. DCI 포맷 1A 는 단말에 어떤 전송 모드가 설정되어도 PDSCH 스케줄링을 위해 사용될 수 있다.

[102] 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.

[103] 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.

[104] 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.

[105] 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.

[106] (1) 전송모드 1: 단일 안테나 포트; 포트 0

[107] (2) 전송모드 2: 전송 다이버시티(Transmit Diversity)

- [108] (3) 전송모드 3: 개루프 공간 다중화 (Open-loop Spatial Multiplexing)
- [109] (4) 전송모드 4: 폐루프 공간 다중화 (Closed-loop Spatial Multiplexing)
- [110] (5) 전송모드 5: 다중 사용자 MIMO
- [111] (6) 전송모드 6: 폐루프 랭크 = 1 프리코딩
- 5 [112] (7) 전송모드 7: 코드북에 기반하지 않는, 단일 레이어 전송을 지원하는 프리코딩
- [113] (8) 전송모드 8: 코드북에 기반하지 않는, 두 개까지 레이어를 지원하는 프리코딩
- [114] (9) 전송모드 9: 코드북에 기반하지 않는, 여덟 개까지 레이어를 지원하는
- 10 프리코딩
- [115] (10) 전송모드 10: 코드북에 기반하지 않는, CoMP 를 위해 사용되는, 여덟 개까지 레이어를 지원하는 프리코딩

[116] 1.2.3 PDCCH 전송

15 [117] 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

20 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-

25 RNTI)가 CRC 에 마스킹될 수 있다.

[118] 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 심벌들을 생성한

30 다. 이때, MCS 레벨에 따른 변조 서열을 사용할 수 있다. 하나의 PDCCH 를 구성

하는 변조 심벌들은 CCE 집합 레벨이 1, 2, 4, 8 중 하나일 수 있다. 이후, 기지국은 변조심벌들을 물리적인 자원요소에 맵핑(CCE to RE mapping)한다.

[119] 1.2.4 블라인드 디코딩(BS: Blind Decoding)

5 [120] 하나의 서브프레임 내에서 복수의 PDCCH 가 전송될 수 있다. 즉, 하나의 서브프레임의 제어영역은 인덱스 $0 \sim N_{CCE,k} - 1$ 을 가지는 복수의 CCE 로 구성된다. 여기서, $N_{CCE,k}$ 는 k 번째 서브프레임의 제어 영역 내에 총 CCE 의 개수를 의미한다. 단말은 매 서브프레임마다 복수의 PDCCH 들을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이
10 하는 것을 말한다.

[121] 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
15 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.

[122] 활성 모드(active mode)에서 단말은 자신에게 전송되는 데이터를 수신하기
20 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.

[123] 단말은 자신에게 전송되는 PDCCH 를 수신하기 위해서는 non-DRX 서브프
25 레임의 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
30 집단 레벨로 검출을 시도해야 한다.

[124] 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.

[125] 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.

[126] 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.

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

[128] 【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

[129] 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, 2가 있다.

[130] 공용 서치 스페이스에서 단말은 DCI 포맷 1A와 1C를 서치할 수 있다. 또한 단말은 DCI 포맷 3 또는 3A를 서치하도록 설정될 수 있으며, DCI 포맷 3과 3A는 DCI 포맷 0과 1A와 동일한 크기를 가지나, 단말은 단말 특정 식별자가 아닌 다른 식별자에 의하여 스크램블된 CRC를 이용하여 DCI 포맷을 구별할 수 있다.

[131] 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 CCE는 다음과 같은 수학적 식 1에 의해 결정될 수 있다.

[132] 【수학적 식 1】

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

[133] 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 PDCCH에서 각 PDCCH 후보에서 개별 CCE를 지정하는 인덱스로서 $i = 0, \dots, L - 1$ 이다. $k = \lfloor n_s / 2 \rfloor$ 이며, n_s 는 무선 프레임 내에서 슬롯 인덱스를 나타낸다.

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

[135] 【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

[136] 수학식 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 수학식 2 와 같이 정의된다.

[137] 【수학식 2】

5 $Y_k = (A \cdot Y_{k-1}) \text{ mod } D$

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

[139] 1.3 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)

10 [140] PUCCH 는 제어 정보를 전송하기 위하여 다음의 포맷을 포함한다.

[141] (1) 포맷 1: 온-오프 키잉(OOK: On-Off keying) 변조, 스케줄링 요청(SR: Scheduling Request)에 사용

[142] (2) 포맷 1a 와 포맷 1b: ACK/NACK 전송에 사용

[143] 1) 포맷 1a: 1 개의 코드워드에 대한 BPSK ACK/NACK

15 [144] 2) 포맷 1b: 2 개의 코드워드에 대한 QPSK ACK/NACK

[145] (3) 포맷 2: QPSK 변조, CQI 전송에 사용

[146] (4) 포맷 2a 와 포맷 2b: CQI 와 ACK/NACK 동시 전송에 사용

[147] (5) 포맷 3: CA 환경에서 다수 개 ACK/NACK 전송을 위해 사용

[148] 표 6 은 PUCCH 포맷에 따른 변조 방식과 서브프레임 당 비트 수를 나타낸다. 표 7 은 PUCCH 포맷에 따른 슬롯 당 참조 신호의 개수를 나타낸다. 표 8 은 PUCCH 포맷에 따른 참조 신호의 SC-FDMA 심볼 위치를 나타낸 표이다. 표 6 에서 PUCCH 포맷 2a 와 2b 는 일반 순환 전치의 경우에 해당한다.

[149] 【표 6】

PUCCH 포맷	변조 방식(Modulation scheme)	서브프레임 당 비트 수, Mbit
1	N/A	N/A
1a	BPSK	1
1b	QPSK	2
2	QPSK	20
2a	QPSK + BPSK	21
2b	QPSK + BPSK	22
3	QPSK	48

[150] 【표 7】

PUCCH 포맷	일반 순환 전치	확장 순환 전치

1, 1a, 1b	3	2
2, 3	2	1
2a, 2b	2	N/A

[151] 【표 8】

PUCCH 포맷	RS의 SC-FDMA 심볼위치	
	일반 순환 전치	확장 순환 전치
1, 1a, 1b	2, 3, 4	2, 3
2, 3	1, 5	3
2a, 2b	1, 5	N/A

[152] 도 6은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타내고, 도 7은 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다.

[153] PUCCH 포맷 1a와 1b는 동일한 내용의 제어 정보가 서브프레임 내에서 슬롯 단위로 반복된다. 각 단말에서 ACK/NACK 신호는 CG-CAZAC(Computer-Generated Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 시퀀스의 서로 다른 순환 쉬프트(CS: cyclic shift)(주파수 도메인 코드)와 직교 커버 코드(OC/OCC: orthogonal cover/orthogonal cover code)(시간 도메인 확산 코드)로 구성된 서로 다른 자원을 통해 전송된다. OC는 예를 들어 왈쉬(Walsh)/DFT 직교 코드를 포함한다. CS의 개수가 6개이고 OC의 개수가 3개이면, 단일 안테나를 기준으로 총 18개의 단말이 동일한 PRB(Physical Resource Block) 안에서 다중화될 수 있다. 직교 시퀀스 w_0, w_1, w_2, w_3 는 (FFT 변조 후에) 임의의 시간 도메인에서 또는 (FFT 변조 전에) 임의의 주파수 도메인에서 적용될 수 있다.

[154] SR과 지속적 스케줄링(persistent scheduling)을 위해, CS, OC 및 PRB(Physical Resource Block)로 구성된 ACK/NACK 자원은 RRC(Radio Resource Control)를 통해 단말에게 주어질 수 있다. 동적 ACK/NACK과 비지속적 스케줄링(non-persistent scheduling)을 위해, ACK/NACK 자원은 PDSCH에 대응하는 PDCCH의 가장 작은(lowest) CCE 인덱스에 의해 묵시적으로(implicitly) 단말에게 주어질 수 있다.

[155] 표 9는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 길이 4인 직교 시퀀스(OC)를 나타낸다.

20 표 10는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 길이 3인 직교 시퀀스(OC)를 나타낸다.

[156] 【표 9】

Sequence index $n_{oc}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$
------------------------------	---

0	[+1 +1 +1 +1]
1	[+1 -1 +1 -1]
2	[+1 -1 -1 +1]

[157] 【표 10】

Sequence index $n_{oc}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$
0	[1 1 1]
1	[1 $e^{j2\pi/3}$ $e^{j4\pi/3}$]
2	[1 $e^{j4\pi/3}$ $e^{j2\pi/3}$]

[158] 표 11 은 PUCCH 포맷 1a/1b 에서 RS 를 위한 직교 시퀀스(OC) $[\bar{w}(0) \dots \bar{w}(N_{RS}^{PUCCH} - 1)]$ 를 나타낸다.

[159] 【표 11】

Sequence index $\bar{n}_{oc}(n_s)$	Normal cyclic prefix	Extended cyclic prefix
0	[1 1 1]	[1 1]
1	[1 $e^{j2\pi\beta}$ $e^{j4\pi\beta}$]	[1 -1]
2	[1 $e^{j4\pi\beta}$ $e^{j2\pi\beta}$]	N/A

5

[160] 도 8 은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b 를 나타내고, 도 9 는 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b 를 나타낸다.

[161] 도 8 및 9 을 참조하면, 표준 CP 의 경우에 하나의 서브프레임은 RS 심볼 이외에 10 개의 QPSK 데이터 심볼로 구성된다. 각각의 QPSK 심볼은 CS 에 의해 주파수 도메인에서 확산된 뒤 해당 SC-FDMA 심볼로 맵핑된다. SC-FDMA 심볼 레벨 CS 호핑은 인터-셀 간섭을 랜덤화 하기 위하여 적용될 수 있다. RS 는 순환 쉬프트를 이용하여 CDM 에 의해 다중화될 수 있다. 예를 들어, 가용한 CS 의 개수가 12 또는 6 라고 가정하면, 동일한 PRB 내에 각각 12 또는 6 개의 단말이 다중화될 수 있다. 요컨대, PUCCH 포맷 1/1a/1b 와 2/2a/2b 내에서 복수의 단말은 CS+OC+PRB 와 CS+PRB 에 의해 각각 다중화될 수 있다.

15

[162] 도 10 은 PUCCH 포맷 1a 와 1b 에 대한 ACK/NACK 채널화(channelization)를 설명하는 도면이다. 도 10 은 $\Delta_{shift}^{PUCCH} = 2$ 인 경우에 해당한다.

[163] 도 11 은 동일한 PRB 내에서 PUCCH 포맷 1a/1b 와 포맷 2/2a/2b 의 혼합된 구조에 대한 채널화를 도시한 도면이다.

[164] 순환 쉬프트(CS: Cyclic Shift) 호핑(hopping)과 직교 커버(OC: Orthogonal Cover) 재맵핑(remapping)은 다음과 같이 적용될 수 있다.

5 [165] (1) 인터-셀 간섭(inter-cell interference)의 랜덤화를 위한 심볼 기반 셀 특정 CS 호핑

[166] (2) 슬롯 레벨 CS/OC 재맵핑

[167] 1) 인터-셀 간섭 랜덤화를 위해

[168] 2) ACK/NACK 채널과 자원(k)사이의 맵핑을 위한 슬롯 기반 접근

10 [169] 한편, PUCCH 포맷 1a/1b 를 위한 자원(n_r)은 다음의 조합을 포함한다.

[170] (1) CS(=심볼 수준에서 DFT 직교 코드와 동일)(n_{cs})

[171] (2) OC(슬롯 레벨에서 직교 커버)(n_{oc})

[172] (3) 주파수 RB(Resource Block)(n_{rb})

[173] CS, OC, RB 를 나타내는 인덱스를 각각, n_{cs} , n_{oc} , n_{rb} 라 할 때, 대표
15 인덱스(representative index) n_r 은 n_{cs} , n_{oc} , n_{rb} 를 포함한다. n_r 은 $n_r=(n_{cs}, n_{oc}, n_{rb})$ 를 만족한다.

[174] CQI, PMI, RI 및, CQI 와 ACK/NACK 의 조합은 PUCCH 포맷 2/2a/2b 를 통해 전달될 수 있다. 리드 물러(RM: Reed Muller) 채널 코딩이 적용될 수 있다.

[175] 예를 들어, LTE 시스템에서 UL CQI 를 위한 채널 코딩은 다음과 같이
기술된다. 비트 스트림(bit stream) $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 은 (20,A) RM 코드를 이용하여
20 채널 코딩된다. 여기서, a_0 와 a_{A-1} 는 MSB(Most Significant Bit)와 LSB(Least Significant Bit)를 나타낸다. 확장 CP 의 경우, CQI 와 ACK/NACK 이 동시 전송되는 경우를 제외하면 최대 정보 비트는 11 비트이다. RM 코드를 사용하여 20 비트로 코딩한 후에 QPSK 변조가 적용될 수 있다. QPSK 변조 전, 코딩된 비트는 스크램블 될 수 있다.

25 [176] 표 12 는 (20,A) 코드를 위한 기본 시퀀스를 나타낸 표이다.

[177] 【표 12】

i	M _{i,0}	M _{i,1}	M _{i,2}	M _{i,3}	M _{i,4}	M _{i,5}	M _{i,6}	M _{i,7}	M _{i,8}	M _{i,9}	M _{i,10}	M _{i,11}	M _{i,12}
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
3	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
4	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
9	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
10	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
11	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
12	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
14	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
15	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
17	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
18	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

[178] 채널 코딩 비트 $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ 는 아래 수학적 식 3에 의해 생성될 수 있다.

[179] 【수학적 식 3】

$$b_i = \sum_{n=0}^{A-1} (a_n \cdot M_{i,n}) \text{ mod } 2$$

5 [180] 여기에서, $i = 0, 1, 2, \dots, B-1$ 를 만족한다.

[181] 광대역 보고(wideband reports) 경우 CQI/PMI를 위한 UCI(Uplink Control Information) 필드의 대역폭은 아래 표 13 내지 15와 같다.

[182] 표 13은 광대역 보고(단일 안테나 포트, 전송 다이버시티(transmit diversity) 또는 오픈 루프 공간 다중화(open loop spatial multiplexing) PDSCH 전송) 경우 CQI

10 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

[183] 【표 13】

필드	대역폭
광대역 CQI	4

[184] 표 14는 광대역 보고(폐 루프 공간 다중화(closed loop spatial multiplexing) PDSCH 전송) 경우 CQI와 PMI 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

[185] 【표 14】

필드	대역폭			
	2 안테나 포트		4 안테나 포트	
	rank = 1	rank = 2	rank = 1	Rank > 1
와이드밴드 CQI	4	4	4	4
공간 차분 CQI	0	3	0	3
프리코딩 매트릭스 지시	2	1	4	4

[186] 표 15는 광대역 보고 경우 RI 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

[187] 【표 15】

필드	대역폭		
	2 안테나 포트	4 안테나 포트	
		최대 2 레이어	최대 4 레이어
랭크 지시자	1	1	2

5 [188] 도 12는 PRB 할당을 도시한 도면이다. 도 12에 도시된 바와 같이, PRB는 슬롯 n_s 에서 PUCCH 전송을 위해 사용될 수 있다.

[189] 2. 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation) 환경

[190] 2.1 CA 일반

10 [191] 3GPP LTE(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution; Rel-8 또는 Rel-9) 시스템(이하, LTE 시스템)은 단일 컴포넌트 캐리어(CC: Component Carrier)를 여러 대역으로 분할하여 사용하는 다중 반송파 변조(MCM: Multi-Carrier Modulation) 방식을 사용한다. 그러나, 3GPP LTE-Advanced 시스템(이하, LTE-A 시스템)에서는 LTE

15 캐리어를 결합하여 사용하는 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation)과 같은 방법을 사용할 수 있다. 캐리어 병합은 반송파 집성, 반송파 정합, 멀티 컴포넌트 캐리어 환경(Multi-CC) 또는 멀티캐리어 환경이라는 말로 대체될 수 있다.

- [192] 본 발명에서 멀티 캐리어는 캐리어의 병합(또는, 반송파 집성)을 의미하며, 이때 캐리어의 병합은 인접한(contiguous) 캐리어 간의 병합뿐 아니라 비 인접한(non-contiguous) 캐리어 간의 병합을 모두 의미한다. 또한, 하향링크와 상향링크 간에 집성되는 컴포넌트 캐리어들의 수는 다르게 설정될 수 있다. 하향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'DL CC'라 한다) 수와 상향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'UL CC'라 한다) 수가 동일한 경우를 대칭적(symmetrical) 병합이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetrical) 병합이라고 한다. 이와 같은 캐리어 병합은 반송파 집성, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 스펙트럼 집성(spectrum aggregation) 등과 같은 용어와 혼용되어 사용될 수 있다.
- 10 [193] 두 개 이상의 컴포넌트 캐리어가 결합되어 구성되는 캐리어 병합은 LTE-A 시스템에서는 100MHz 대역폭까지 지원하는 것을 목표로 한다. 목표 대역보다 작은 대역폭을 가지는 1 개 이상의 캐리어를 결합할 때, 결합하는 캐리어의 대역폭은 기존 IMT 시스템과의 호환성(backward compatibility) 유지를 위해서 기존 시스템에서 사용하는 대역폭으로 제한할 수 있다.
- 15 [194] 예를 들어서 기존의 3GPP LTE 시스템에서는 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}MHz 대역폭을 지원하며, 3GPP LTE-advanced 시스템(즉, LTE-A)에서는 기존 시스템과의 호환을 위해 상기의 대역폭들만을 이용하여 20MHz 보다 큰 대역폭을 지원하도록 할 수 있다. 또한, 본 발명에서 사용되는 캐리어 병합 시스템은 기존 시스템에서 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 캐리어 병합을 지원하도록
- 20 할 수도 있다.
- [195] 또한, 위와 같은 캐리어 병합은 인트라-밴드 CA(Intra-band CA) 및 인터-밴드 CA(Inter-band CA)로 구분될 수 있다. 인트라-밴드 캐리어 병합이란, 다수의 DL CC 및/또는 UL CC 들이 주파수상에서 인접하거나 근접하여 위치하는 것을 의미한다. 다시 말해, DL CC 및/또는 UL CC 들의 캐리어 주파수가 동일한 밴드 내에 위치하는 것을 의미할 수 있다. 반면, 주파수 영역에서 멀리 떨어져 있는 환경을 인터-밴드 CA(Inter-Band CA)라고 부를 수 있다. 다시 말해, 다수의 DL CC 및/또는 UL CC 들의
- 25

캐리어 주파수가 서로 다른 밴드들에 위치하는 것을 의미할 수 있다. 이와 같은 경우, 단말은 캐리어 병합 환경에서의 통신을 수행하기 위해서 복수의 RF(radio frequency)단을 사용할 수도 있다.

[196] LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다.

- 5 상술한 캐리어 병합 환경은 다중 셀(multiple cells) 환경으로 일컬을 수 있다. 셀은 하향링크 자원(DL CC)과 상향링크 자원(UL CC) 한 쌍의 조합으로 정의되나, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다.

- [197] 예를 들어, 특정 단말이 단 하나의 설정된 서빙 셀(configured serving cell)을
10 가지는 경우 1 개의 DL CC 와 1 개의 UL CC 를 가질 수 있다. 그러나, 특정 단말이 2 개 이상의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우에는 셀의 수만큼의 DL CC 를 가지며 UL CC 의 수는 그와 같거나 그보다 작을 수 있다. 또는, 그 반대로 DL CC 와 UL CC 가 구성될 수도 있다. 즉, 특정 단말이 다수의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우 DL CC 의 수보다 UL CC 가 더 많은 캐리어 병합 환경도 지원될 수 있다.

- 15 [198] 또한, 캐리어 결합(CA)은 각각 캐리어 주파수(셀의 중심 주파수)가 서로 다른 둘 이상의 셀들의 병합으로 이해될 수 있다. 캐리어 결합에서 말하는 '셀(Cell)'은 주파수 관점에서 설명되는 것으로, 일반적으로 사용되는 기지국이 커버하는 지리적 영역으로서의 '셀'과는 구분되어야 한다. 이하, 상술한 인트라-밴드 캐리어 병합을 인트라-밴드 다중 셀이라고 지칭하며, 인터-밴드 캐리어 병합을 인터-밴드 다중
20 셀이라고 지칭한다.

- [199] LTE-A 시스템에서 사용되는 셀은 프라이머리 셀(PCell: Primary Cell) 및
세컨더리 셀(SCell: Secondary Cell)을 포함한다. P 셀과 S 셀은 서빙 셀(Serving Cell)로 사용될 수 있다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 캐리어 병합이 설정되지
않았거나 캐리어 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, P 셀로만 구성된 서빙 셀이 단
25 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 캐리어 병합이 설정된 단말의

경우 하나 이상의 서빙 셀이 존재할 수 있으며, 전체 서빙 셀에는 P 셀과 하나 이상의 S 셀이 포함된다.

- [200] 서빙 셀(P 셀과 S 셀)은 RRC 파라미터를 통해 설정될 수 있다. PhysCellId 는 셀의 물리 계층 식별자로 0 부터 503 까지의 정수값을 가진다. SCellIndex 는 S 셀을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 1 부터 7 까지의 정수값을 가진다. ServCellIndex 는 서빙 셀(P 셀 또는 S 셀)을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 0 부터 7 까지의 정수값을 가진다. 0 값은 P 셀에 적용되며, SCellIndex 는 S 셀에 적용하기 위하여 미리 부여된다. 즉, ServCellIndex 에서 가장 작은 셀 ID (또는 셀 인덱스)을 가지는 셀이 P 셀이 된다.
- 10 [201] P 셀은 프라이머리 주파수(또는, primary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미한다. 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정 과정을 수행하는데 사용될 수 있으며, 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. 또한, P 셀은 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중 제어관련 통신의 중심이 되는 셀을 의미한다. 즉, 단말은 자신의 P 셀에서만 PUCCH 를 할당 받아
- 15 전송할 수 있으며, 시스템 정보를 획득하거나 모니터링 절차를 변경하는데 P 셀만을 이용할 수 있다. E-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access)은 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 이동성 제어 정보(mobilityControlInfo)를 포함하는 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용하여 핸드오버 절차를 위해 P 셀만을 변경할 수도 있다.
- 20 [202] S 셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 특정 단말에 P 셀은 하나만 할당되며, S 셀은 하나 이상 할당될 수 있다. S 셀은 RRC 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중에서 P 셀을 제외한 나머지 셀들, 즉 S 셀에는 PUCCH 가 존재하지 않는다.
- 25 [203] E-UTRAN 은 S 셀을 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 추가할 때, RRC_CONNECTED 상태에 있는 관련된 셀의 동작과 관련된 모든 시스템 정보를

특정 시그널(dedicated signal)을 통해 제공할 수 있다. 시스템 정보의 변경은 관련된 S 셀의 해제 및 추가에 의하여 제어될 수 있으며, 이 때 상위 계층의 RRC 연결 재설정 (RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용할 수 있다. E-UTRAN 은 관련된 S 셀 안에서 브로드캐스트하기 보다는 단말 별로 상이한 파라미터를 가지는 특정

5 시그널링(dedicated signaling) 할 수 있다.

[204] 초기 보안 활성화 과정이 시작된 이후에, E-UTRAN 은 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 P 셀에 부가하여 하나 이상의 S 셀을 포함하는 네트워크를 구성할 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 P 셀 및 S 셀은 각각의 컴포넌트 캐리어로서 동작할 수 있다. 이하의 실시예에서는 프라이머리 컴포넌트 캐리어(PCC)는 P 셀과 동일한

10 의미로 사용될 수 있으며, 세컨더리 컴포넌트 캐리어(SCC)는 S 셀과 동일한 의미로 사용될 수 있다.

[205] 도 13 은 본 발명의 실시예들에서 사용되는 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합의 일례를 나타내는 도면이다.

[206] 도 13(a)는 LTE 시스템에서 사용되는 단일 캐리어 구조를 나타낸다. 컴포넌트 캐리어에는 DL CC 와 UL CC 가 있다. 하나의 컴포넌트 캐리어는 20MHz 의 주파수 범위를 가질 수 있다.

15

[207] 도 13(b)는 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합 구조를 나타낸다. 도 6(b)의 경우에 20MHz 의 주파수 크기를 갖는 3 개의 컴포넌트 캐리어가 결합된 경우를 나타낸다. DL CC 와 UL CC 가 각각 3 개씩 있으나, DL CC 와 UL CC 의

20 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 캐리어 병합의 경우 단말은 3 개의 CC 를 동시에 모니터링할 수 있고, 하향링크 신호/데이터를 수신할 수 있고 상향링크 신호/데이터를 송신할 수 있다.

[208] 만약, 특정 셀에서 N 개의 DL CC 가 관리되는 경우에는, 네트워크는 단말에 M ($M \leq N$)개의 DL CC 를 할당할 수 있다. 이때, 단말은 M 개의 제한된 DL CC 만을

25 모니터링하고 DL 신호를 수신할 수 있다. 또한, 네트워크는 L ($L \leq M \leq N$)개의 DL CC 에 우선순위를 주어 주된 DL CC 를 단말에 할당할 수 있으며, 이러한 경우

UE 는 L 개의 DL CC 는 반드시 모니터링해야 한다. 이러한 방식은 상향링크 전송에도 똑같이 적용될 수 있다.

[209] 하향링크 자원의 반송파 주파수(또는 DL CC)와 상향링크 자원의 반송파 주파수(또는, UL CC) 사이의 링크지(linkage)는 RRC 메시지와 같은 상위계층 5 메시지가나 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, SIB2(System Information Block Type2)에 의해서 정의되는 링크지에 의해서 DL 자원과 UL 자원의 조합이 구성될 수 있다. 구체적으로, 링크지는 UL 그랜트를 나르는 PDCCH 가 전송되는 DL CC 와 상기 UL 그랜트를 사용하는 UL CC 간의 맵핑 관계를 의미할 수 있으며, HARQ 를 위한 데이터가 전송되는 DL CC(또는 UL CC)와 HARQ ACK/NACK 신호가 10 전송되는 UL CC(또는 DL CC)간의 맵핑 관계를 의미할 수도 있다.

[210] 2.2 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling)

[211] 캐리어 병합 시스템에서는 캐리어(또는 반송파) 또는 서빙 셀(Serving Cell)에 대한 스케줄링 관점에서 자가 스케줄링(Self-Scheduling) 방법 및 크로스 캐리어 15 스케줄링(Cross Carrier Scheduling) 방법의 두 가지가 있다. 크로스 캐리어 스케줄링은 크로스 컴포넌트 캐리어 스케줄링(Cross Component Carrier Scheduling) 또는 크로스 셀 스케줄링(Cross Cell Scheduling)으로 일컬을 수 있다.

[212] 자가 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH 가 동일한 DL CC 로 전송되거나, DL CC 에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH 가 UL Grant 를 20 수신한 DL CC 와 링크되어 있는 UL CC 를 통해 전송되는 것을 의미한다.

[213] 크로스 캐리어 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH 가 각각 다른 DL CC 로 전송되거나, DL CC 에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH 가 UL 그랜트를 수신한 DL CC 와 링크되어 있는 UL CC 가 아닌 다른 UL CC 를 통해 전송되는 것을 의미한다.

[214] 크로스 캐리어 스케줄링 여부는 단말 특정(UE-specific)하게 활성화 또는 비활성화될 수 있으며, 상위계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링)을 통해서 반정적(semi-static)으로 각 단말 별로 알려질 수 있다.

[215] 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우, PDCCH 에 해당 PDCCH 가
5 지시하는 PDSCH/PUSCH 가 어느 DL/UL CC 를 통해서 전송되는지를 알려주는 캐리어 지시자 필드(CIF: Carrier Indicator Field)가 필요하다. 예를 들어, PDCCH 는 PDSCH 자원 또는 PUSCH 자원을 CIF 를 이용하여 다수의 컴포넌트 캐리어들 중 하나에 할당할 수 있다. 즉, DL CC 상에서의 PDCCH 가 다중 집성된 DL/UL CC 중 하나에 PDSCH 또는 PUSCH 자원을 할당하는 경우 CIF 가 설정된다. 이 경우, LTE
10 Release-8 의 DCI 포맷은 CIF 에 따라 확장될 수 있다. 이때 설정된 CIF 는 3bit 필드로 고정되거나, 설정된 CIF 의 위치는 DCI 포맷 크기와 무관하게 고정될 수 있다. 또한, LTE Release-8 의 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)를 재사용할 수도 있다.

[216] 반면, DL CC 상에서의 PDCCH 가 동일한 DL CC 상에서의 PDSCH 자원을
15 할당하거나 단일 링크된 UL CC 상에서의 PUSCH 자원을 할당하는 경우에는 CIF 가 설정되지 않는다. 이 경우, LTE Release-8 과 동일한 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)와 DCI 포맷이 사용될 수 있다.

[217] 크로스 캐리어 스케줄링이 가능할 때, 단말은 CC 별 전송 모드 및/또는 대역폭에 따라 모니터링 CC 의 제어영역에서 복수의 DCI 에 대한 PDCCH 를
20 모니터링하는 것이 필요하다. 따라서, 이를 지원할 수 있는 검색 공간의 구성과 PDCCH 모니터링이 필요하다.

[218] 캐리어 병합 시스템에서, 단말 DL CC 집합은 단말이 PDSCH 를 수신하도록 스케줄링된 DL CC 의 집합을 나타내고, 단말 UL CC 집합은 단말이 PUSCH 를 전송하도록 스케줄링된 UL CC 의 집합을 나타낸다. 또한, PDCCH 모니터링
25 집합(monitoring set)은 PDCCH 모니터링을 수행하는 적어도 하나의 DL CC 의 집합을 나타낸다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합과 같거나, 단말 DL CC 집합의

부집합(subset)일 수 있다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합내의 DL CC 들
 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또는 PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC
 집합에 상관없이 별개로 정의될 수 있다. PDCCH 모니터링 집합에 포함되는 DL
 CC 는 링크된 UL CC 에 대한 자기-스케줄링(self-scheduling)은 항상 가능하도록
 5 설정될 수 있다. 이러한, 단말 DL CC 집합, 단말 UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링
 집합은 단말 특정(UE-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 셀 특정(Cell-
 specific)하게 설정될 수 있다.

[219] 크로스 캐리어 스케줄링이 비활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이
 항상 단말 DL CC 집합과 동일하다는 것을 의미하며, 이러한 경우에는 PDCCH
 10 모니터링 집합에 대한 별도의 시그널링과 같은 지시가 필요하지 않다. 그러나,
 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 단말 DL CC
 집합 내에서 정의되는 것이 바람직하다. 즉, 단말에 대하여 PDSCH 또는 PUSCH 를
 스케줄링하기 위하여 기지국은 PDCCH 모니터링 집합만을 통해 PDCCH 를 전송한다.

[220] 도 14 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른
 15 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.

[221] 도 14 를 참조하면, LTE-A 단말을 위한 DL 서브프레임은 3 개의 하향링크
 컴포넌트 캐리어(DL CC)가 결합되어 있으며, DL CC 'A'는 PDCCH 모니터링 DL CC 로
 설정된 경우를 나타낸다. CIF 가 사용되지 않는 경우, 각 DL CC 는 CIF 없이 자신의
 PDSCH 를 스케줄링하는 PDCCH 를 전송할 수 있다. 반면, CIF 가 상위 계층
 20 시그널링을 통해 사용되는 경우, 단 하나의 DL CC 'A'만이 CIF 를 이용하여 자신의
 PDSCH 또는 다른 CC 의 PDSCH 를 스케줄링하는 PDCCH 를 전송할 수 있다. 이때,
 PDCCH 모니터링 DL CC 로 설정되지 않은 DL CC 'B' 와 'C'는 PDCCH 를 전송하지
 않는다.

[222] 도 15 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 크로스 캐리어 스케줄링에 따른
 25 서빙셀 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

[223] 캐리어 결합(CA)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 기지국 및/또는 단말들은 하나 이상의 서빙 셀들로 구성될 수 있다. 도 15 에서 기지국은 A 셀, B 셀, C 셀 및 D 셀 등 총 4 개의 서빙셀을 지원할 수 있으며, 단말 A 는 A 셀, B 셀 및 C 셀로 구성되고, 단말 B 는 B 셀, C 셀 및 D 셀로 구성되며, 단말 C 는 B 셀로 구성된 경우를 가정한다. 이때, 각 단말에 구성된 셀들 중 적어도 하나는 P 셀로 설정될 수 있다. 이때, P 셀은 항상 활성화된 상태이며, S 셀은 기지국 및/또는 단말에 의해 활성화 또는 비활성화될 수 있다.

[224] 도 15 에서 구성된 셀은 기지국의 셀 중에서 단말로부터의 측정 보고 (measurement report) 메시지를 기반으로 CA 에 셀 추가가 가능한 셀로서 단말별로 설정 가능하다. 구성된 셀은 PDSCH 신호 전송에 대한 ACK/NACK 메시지 전송을 위한 자원을 미리 예약해 둔다. 활성화된 셀(Activated cell)은 구성된 셀들 중에서 실제 PDSCH 신호 및/또는 PUSCH 신호를 전송하도록 설정된 셀이며, CSI 보고 및 SRS(Sounding Reference Signal) 전송을 수행하게 된다. 비활성화된 셀(De-Activated cell)은 기지국의 명령 또는 타이머 동작에 의해서 PDSCH/PUSCH 신호 송수신을 수행하지 않도록 구성되는 셀이며, CSI 보고 및 SRS 전송도 중단된다.

[225] 2.3 PUCCH 통한 CSI (Channel State Information) 피드백

[226] 먼저, 3GPP LTE 시스템에서는 하향링크 수신 주체(예를 들어, 단말)가 하향링크 전송 주체(예를 들어, 기지국)에 접속되어 있을 때에, 하향링크로 전송되는 참조신호의 수신강도(RSRP: reference signal received power), 참조신호의 품질(RSRQ: reference signal received quality) 등에 대한 측정을 임의의 시간에 수행하여, 측정 결과를 기지국에게 주기적(periodic)으로 혹은 이벤트 기반(event triggered)으로 보고할 수 있다.

[227] 각각의 단말은 하향링크 채널상황에 따른 하향링크 채널정보를 상향링크를 통해 보고하며, 기지국은 각각의 단말로부터 받은 하향링크 채널정보를 이용하여 각각의 단말 별로 데이터 전송을 위해 적절한 시간/주파수 자원과 변조 및 코딩 기법(Modulation and Coding Scheme; MCS) 등을 정할 수 있다.

[228] 이러한 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)는 CQI(Channel Quality Indication), PMI(Precoding Matrix Indicator), PTI(Precoder Type Indication) 및/또는 RI(Rank Indication)로 구성될 수 있고, 각각의 단말의 전송 모드에 따라 CSI 가 모두 전송되거나 그 중 일부만 전송될 수도 있다. CQI 는 단말의 수신신호품질(received signal quality)에 의해 정해지는데, 이는 일반적으로 하향링크 참조신호의 측정에
5 기반하여 결정될 수 있다. 이때 실제로 기지국에게 전달되는 CQI 값은, 단말이 측정한 수신신호품질에서 블록에러율(Block Error Rate; BLER)을 10% 이하로 유지하면서 최대의 성능을 낼 수 있는 MCS 에 해당된다.

[229] 또한 이러한 채널정보의 보고방식은 주기적으로 전송되는 주기적 보고(periodic reporting)와 기지국의 요청에 의해서 전송되는 비주기적 보고(aperiodic reporting)로 나뉜다.
10

[230] 비주기적 보고의 경우, 기지국이 단말에게 내려주는 상향링크 스케줄링 정보에 포함된 1 비트의 요청 비트(CQI request bit)에 의해 각각의 단말에게 설정되며, 각각의 단말은 이 정보를 받으면 자신의 전송 모드를 고려한 채널정보를 PUSCH 를
15 통해서 기지국에 전달할 수 있다. 동일한 PUSCH 상에서 RI 및 CQI/PMI 가 전송되지 않도록 설정될 수 있다.

[231] 주기적 보고의 경우, 상위계층 신호를 통해 채널정보가 전송되는 주기와 해당 주기에서의 오프셋(offset) 등이 서브프레임 단위로 각각의 단말에게 시그널링되며, 정해진 주기에 따라 각각의 단말의 전송 모드를 고려한 채널정보가
20 PUCCH 를 통해서 기지국에 전달될 수 있다. 정해진 주기에 따라 채널정보가 전송되는 서브프레임에 상향링크로 전송되는 데이터가 동시에 존재하는 경우에는, 이때는 해당 채널정보를 PUCCH 이 아닌 데이터와 함께 PUSCH 를 통해서 전송할 수 있다. PUCCH 를 통한 주기적 보고의 경우에는 PUSCH 에 비하여 제한된 비트(예를 들어, 11 비트)가 사용될 수 있다. 동일한 PUSCH 상에서 RI 및 CQI/PMI
25 가 전송될 수 있다.

[232] 주기적 보고와 비주기적 보고가 동일한 서브프레임 내에서 충돌하는 경우에는 비주기적 보고만이 수행될 수 있다.

[233] 광대역(Wideband) CQI/PMI 를 계산함에 있어서 가장 최근에 전송된 RI 를 사용할 수 있다. PUCCH CSI 보고 모드(reporting mode)에서의 RI 는 PUSCH CSI 보고 모드에서의 RI 와 독립적(independent)이며, PUSCH CSI 보고 모드에서의 RI 는 해당 PUSCH CSI 보고 모드에서의 CQI/PMI 에 대해서만 유효(valid)하다.

[234] 표 16 은 PUCCH 에서 전송되는 CSI 피드백 타입 및 PUCCH CSI 보고 모드를 설명한 표이다.

[235] 【표 16】

		PMI Feedback Type	
		No PMI (OL, TD, single-antenna)	Single PMI (CL)
CQI Feedback Type	Wideband	Mode 1-0 - RI (only for Open-Loop SM) - One Wideband CQI (4bit) when RI>1, CQI of first codeword	Mode 1-1 - RI - Wideband CQI (4bit) Wideband spatial CQI (3bit) for RI>1 Wideband PMI (4bit)
	UE Selected	Mode 2-0 - RI (only for Open-Loop SM) - Wideband CQI (4bit) - Best-1 CQI (4bit) in each BP Best-1 indicator(L-bit label) when RI>1, CQI of first codeword	Mode 2-1 - RI - Wideband CQI (4bit) Wideband spatial CQI (3bit) for RI>1 Wideband PMI (4bit) - Best-1 CQI (4bit) 1 in each BP Best-1 spatial CQI (3bit) for RI>1 Best-1 indicator (L-bit label)

10

[236] 표 16 을 참조하면, 채널 상태 정보의 주기적 보고(periodic reporting)에 있어서 CQI 와 PMI 피드백 타입에 따라, 모드 1-0, 1-1, 2-0 및 2-1 의 4 가지 보고 모드(reporting mode)로 나눌 수 있다.

[237] CQI 피드백 타입에 따라 광대역 CQI(WB CQI: wideband CQI)와 서브 밴드(SB CQI: subband CQI)로 나뉘지며, PMI 전송 여부에 따라 No PMI 와 단일(single) PMI 로 나뉜다. 표 11 에서는 No PMI 가 개-루프(OL: open-loop), 전송 다이버시티(TD:

15

Transmit Diversity) 및 단일-안테나(single-antenna)의 경우에 해당하고, 단일 PMI 는 폐-루프(CL: closed-loop)에 해당함을 나타낸다.

[238] 모드 1-0 는 PMI 전송은 없고 WB CQI 가 전송되는 경우이다. 이 경우 RI 는 개-루프(OL) 공간 다중화(SM: Spatial Multiplexing)의 경우에만 전송되고, 4 비트로 표현되는 하나의 WB CQI 가 전송될 수 있다. RI 가 1 초과인 경우에는, 제 1 코드워드에 대한 CQI 가 전송될 수 있다.

[239] 모드 1-1 은 단일 PMI 및 WB CQI 가 전송되는 경우이다. 이 경우, RI 전송과 함께, 4 비트의 WB CQI 및 4 비트의 WB PMI 가 전송될 수 있다. 추가적으로, RI 가 1 초과인 경우에는, 3 비트의 WB 공간 차등 CQI(Wideband Spatial Differential CQI)가 전송될 수 있다. 2 코드워드 전송에 있어서 WB 공간 차등 CQI 는, 코드워드 1 에 대한 WB CQI 인덱스와 코드워드 2 에 대한 WB CQI 인덱스의 차이 값을 나타낼 수 있다. 이들 차이값은 집합 $\{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ 중 하나의 값을 가지고, 3 비트로 표현될 수 있다.

[240] 모드 2-0 은 PMI 전송은 없고 단말이 선택한(UE selected) 대역의 CQI 가 전송되는 경우이다. 이 경우 RI 는 개-루프 공간 다중화(OL SM)의 경우에만 전송되고, 4 비트로 표현되는 WB CQI 가 전송될 수 있다. 또한, 각각의 대역폭 부분(BP: Bandwidth Part)에서 최적(Best-1)의 CQI 가 전송되고, Best-1 CQI 는 4 비트로 표현될 수 있다. 또한, Best-1 을 지시하는 L 비트의 지시자(indicator)가 함께 전송될 수 있다. RI 가 1 초과인 경우에는, 제 1 코드워드에 대한 CQI 가 전송될 수 있다.

[241] 모드 2-1 은 단일 PMI 및 단말이 선택한(UE selected) 대역의 CQI 가 전송되는 경우이다. 이 경우, RI 전송과 함께, 4 비트의 WB CQI, 3 비트의 WB 공간 차등 CQI 및 4 비트의 WB PMI 가 전송될 수 있다. 추가적으로, 각각의 대역폭 부분(BP)에서 4 비트의 Best-1 CQI 가 전송되고, L 비트의 Best-1 지시자가 함께 전송될 수 있다. 추가적으로, RI 가 1 초과인 경우에는, 3 비트의 Best-1 공간 차등

CQI 가 전송될 수 있다. 이는 2 코드워드 전송에 있어서, 코드워드 1 의 Best-1 CQI 인덱스와 코드워드 2 의 Best-1 CQI 인덱스의 차이값을 나타낼 수 있다.

[242] 각 전송 모드(transmission mode)에 대하여 다음과 같이 주기적인 PUCCH CSI 보고 모드가 지원된다.

- 5 [243] 1) 전송 모드 1: 모드 1-0 및 2-0
 [244] 2) 전송 모드 2: 모드 1-0 및 2-0
 [245] 3) 전송 모드 3: 모드 1-0 및 2-0
 [246] 4) 전송 모드 4: 모드 1-1 및 2-1
 [247] 5) 전송 모드 5: 모드 1-1 및 2-1
 10 [248] 6) 전송 모드 6: 모드 1-1 및 2-1
 [249] 7) 전송 모드 7: 모드 1-0 및 2-0
 [250] 8) 전송 모드 8: 단말이 PMI/RI 보고가 설정되는 경우에는 모드 1-1 및 2-1, 단말이 PMI/RI 보고를 하지 않도록 설정되는 경우 모드 1-0 및 2-0
 [251] 9) 전송 모드 9: 단말이 PMI/RI 보고가 설정되고 CSI-RS 포트의 수 > 1 인
 15 경우 모드 1-1 및 2-1, 단말이 PMI/RI 보고를 하지 않도록 설정되거나 CSI-RS 포트의 수 = 1 인 경우 모드 1-0 및 2-0
 [252] 각 서빙 셀에서 주기적인 PUCCH CSI 보고 모드는 상위 계층 시그널링에 의하여 설정된다. 모드 1-1 은 'PUCCH_format1-1_CSI_reporting_mode' 파라미터를 사용하는 상위 계층 시그널링에 의하여 서브모드(submode) 1 또는 서브모드 2 중
 20 하나로 설정된다.
 [253] 단말이 선택한 SB CQI 에서 특정 서빙 셀의 특정 서브프레임에서 CQI 보고는 서빙 셀의 대역폭의 일부분인 대역폭 부분(BP: Bandwidth Part)의 하나 이상의 채널 상태의 측정을 의미한다. 대역폭 부분은 가장 낮은 주파수에서 시작하여 주파수가 증가하는 순서로 대역폭 크기의 증가 없이 인덱스가 부여된다.

25

[254] 3. PUCCH 를 통한 ACK/NACK 전송 방법

[255] 3.1 LTE 시스템에서의 ACK/NACK 전송

[256] 단말이 기지국으로부터 수신한 다중 데이터 유닛에 상응하는 다수의 ACK/NACK 신호를 동시에 전송해야 하는 상황에서, ACK/NACK 신호들의 단일 캐리어 특성을 유지하고 총 ACK/NACK 전송 전력을 감소시키기 위해, PUCCH 자원 선택에 기반한 ACK/NACK 다중화 방법이 고려될 수 있다. ACK/NACK 다중화와 함께, 다중 데이터 유닛들에 대한 ACK/NACK 신호들의 콘텐츠들은 실제 ACK/NACK 전송에 사용되는 PUCCH 자원과 QPSK 변조 심볼들 중 하나의 조합에 의해 식별될 수 있다. 예를 들어, 만약 하나의 PUCCH 자원이 4 비트를 수반하고, 최대 4 데이터 유닛들이 전송되는 것을 가정하면 (이때, 각 데이터 유닛에 대한 HARQ 동작은 단일 ACK/NACK 비트에 의해 관리됨을 가정한다), 전송 노드 (Tx node)는 PUCCH 신호의 전송 위치 및 ACK/NACK 신호의 비트들을 기반으로 ACK/NACK 결과를 다음 표 17 과 같이 식별할 수 있다

[257] 【표 17】

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2), HARQ-ACK(3)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0), b(1)$
ACK, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK, DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK, DTX, DTX, DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK, DTX, DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0

NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 0
DTX, DTX, DTX, DTX	N/A	N/A

[258] 표 17 에서 HARQ-ACK(i)는 데이터 유닛 i 에 대한 ACK/NACK 결과를 지시한다. 예를 들어, 최대 4 개의 데이터 유닛이 전송되는 경우, $i = 0, 1, 2, 3$ 이다. 표 17 에서 DTX 는 상응하는 HARQ-ACK(i)에 대해 전송된 데이터 유닛이 없음을 의미하거나 수신 노드(Rx node)가 HARQ-ACK(i)에 상응하는 데이터 유닛을 검출하지 못한 것을 의미한다.

[259] 또한, $n_{\text{PUCCH},X}^{(1)}$ 는 실제 ACK/NACK 전송에 사용되는 PUCCH 자원을 지시한다. 이때, 4 개의 데이터 유닛이 존재하는 상황에서, 최대 4 PUCCH 자원인 $n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$, $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$, $n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$, 및 $n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$ 가 단말에 할당될 수 있다.

[260] 또한, $b(0), b(1)$ 은 선택된 PUCCH 자원에 수반되는 두 비트들을 의미한다.

10 PUCCH 자원을 통해 전송되는 변조 심볼들은 해당 비트들에 따라 결정된다. 예를 들어, 만약 수신 노드가 4 개의 데이터 유닛들을 성공적으로 수신하면, 수신 노드는 PUCCH 자원 $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$ 을 이용하여 두 비트 (1,1)을 전송해야 한다. 또는, 만약 수신 노드가 4 개의 데이터 유닛을 수신하였으나 첫 번째 및 세 번째 데이터 유닛(즉, HARQ-ACK(0) 및 HARQ-ACK(2))에 대한 디코딩에 실패하면, 수신 노드는
 15 PUCCH 자원 $n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$ 을 이용하여 두 비트 (1,0)을 송신 노드로 전송해야 한다.

[261] 이와 같이, 실제 ACK/NACK 콘텐츠를 PUCCH 자원 선택 및 PUCCH 자원을 통해 전송되는 실제 비트 콘텐츠와 연계(linking)함으로써, 다중 데이터 유닛에 대한 ACK/NACK 들을 단일 PUCCH 자원을 사용하여 전송할 수 있다.

[262] 기본적으로, 모든 데이터 유닛들에 대한 적어도 하나의 ACK 이 존재하면,
 20 ACK/NACK 다중화 방법(표 17 참조)에서 NACK 및 DTX 는 NACK/DTX 와 같이 연결된다. 왜냐하면, PUCCH 자원과 QPSK 심볼들의 조합은 모든 ACK, NACK 및 DTX 상황을 커버하기에 불충분하기 때문이다. 반면에, 모든 데이터 유닛들에 대해서 ACK 이 존재하지 않는 경우에는(즉, NACK 또는 DTX 만이 존재하는 경우),

DTX 와 디커플된 단일 NACK 이 하나의 HARQ-ACK(i)로써 정의된다. 이러한 경우, 단일 NACK 에 상응하는 데이터 유닛에 연결된 PUCCH 자원은 다중 ACK/NACK 신호들의 전송을 위해 유보될 수 있다.

5 [263] 3.2 LTE-A 시스템에서의 ACK/NACK 전송

[264] LTE-A 시스템(예를 들어, Rel-10, 11, 12 등)에서는 복수의 DL CC 를 통해 전송된 복수의 PDSCH 신호들에 대한 복수의 ACK/NACK 신호를 특정 UL CC 를 통해 전송하는 것을 고려하고 있다. 이를 위해, LTE 시스템의 PUCCH 포맷 1a/1b 를 이용한 ACK/NACK 전송과는 달리, 복수의 ACK/NACK 신호들을 채널 코딩 (e.g. Reed-Muller code, Tail-biting convolutional code, etc.)한 후 PUCCH 포맷 2, 또는 다음
10 과 같은 블록 확산(Block-spreading) 기반의 변형된 형태의 새로운 PUCCH 포맷 (예를 들어, E-PUCCH format)을 이용하여 복수의 ACK/NACK 정보/신호를 전송할 수 있다.

[265] 도 16 은 블록 확산 기반의 새로운 PUCCH 포맷의 일례를 나타내는 도면이다.
15

[266] 블록 확산 기법은 제어 정보/신호 (e.g. ACK/NACK, etc.) 전송을 LTE 시스템에서의 PUCCH 포맷 1 또는 2 계열과는 다르게 SC-FDMA 방식을 이용하여 변조하는 방법이다. 블록 확산 기법은 도 16 과 같이 심볼 시퀀스를 직교 커버 코드 (OCC: Orthogonal Cover Code)를 기반으로 시간 영역 상에서 확산(time-domain spreading)하여 전송하는 방식이다. 즉, OCC 를 이용하여 심볼 시퀀스를 확산시킴으로써, 동일한 RB 에 여러 단말들에 대한 제어 신호들이 다중화될 수 있다.
20

[267] 앞서 설명한, PUCCH 포맷 2 에서는 하나의 심볼 시퀀스가 시간 영역에 걸쳐 전송되고, CAZAC 시퀀스의 순환 천이(즉, CCS: Cyclic Shift)를 이용하여 단말 다중화가 수행된다. 그러나, 블록 확산 기반의 새로운 PUCCH 포맷의 경우 하나의
25 심볼 시퀀스가 주파수 영역에 걸쳐 전송되고 OCC 기반의 시간 영역 확산을 이용하여 단말 다중화가 수행된다.

[268] 예를 들어, 도 16 과 같이 하나의 심볼 시퀀스는 길이-5(즉, SF = 5)인 OCC 에 의해 5 개의 SC-FDMA 심볼들로 생성될 수 있다. 도 16 에서는 1 슬롯 동안 총 2 개의 RS 심볼이 사용되지만, 3 개의 RS 심볼이 사용되고 SF = 4 의 OCC 를 이용하는 방식 등 다양한 방식들이 사용될 수 있다. 이때, RS 심볼은 특정 순환 천이를
30

갖는 CAZAC 시퀀스로부터 생성될 수 있으며, 시간 영역의 복수 RS 심볼에 특정 OCC가 적용된 (곱해진) 형태로 전송될 수 있다.

[269] 본 발명의 실시예들에서는 설명의 편의를 위해, PUCCH 포맷 2 또는 새로운 PUCCH 포맷(예를 들어, E-PUCCH format)을 사용하는 채널 코딩 기반의 복수 ACK/NACK 전송 방식을 “멀티 비트 ACK/NACK 코딩(multi-bit ACK/NACK coding) 전송 방법이라 정의한다.

[270] 멀티 비트 ACK/NACK 코딩 방법은 복수 DL CC 들 상에서 전송되는 PDSCH 신호들에 대한 ACK/NACK 또는 DTX 정보 (PDCCH를 수신/검출하지 못함을 의미)들을 채널 코딩하여 생성된 ACK/NACK 코드 블록들을 전송하는 방법을 의미한다.

[271] 예를 들어, 단말이 어떤 DL CC에서 SU-MIMO 모드로 동작하여 2개의 코드워드(CW: Codeword)를 수신한다면, 해당 DL CC에 대해 CW 별로 ACK/ACK, ACK/NACK, NACK/ACK, NACK/NACK 등의 총 4개의 피드백 상태 또는 DTX까지 포함하여 최대 5개의 피드백 상태를 가질 수 있다. 또한, 만약 단말이 단일 CW를 수신한다면 ACK, NACK 및/또는 DTX의 최대 3개 상태들을 가질 수 있다. 만약, NACK을 DTX와 동일하게 처리한다면 ACK, NACK/DTX의 총 2개의 상태를 가질 수 있다.

[272] 따라서 단말에 최대 5개의 DL CC가 구성되고, 단말이 모든 DL CC에서 SU-MIMO 모드로 동작한다면 최대 55개의 전송 가능한 피드백 상태를 가질 수 있다. 이때, 55개의 피드백 상태를 표현하기 위한 ACK/NACK 페이로드의 크기는 총 12비트가 필요할 수 있다. 만약, DTX를 NACK과 동일하게 처리한다면 피드백 상태 수는 45개가 되고, 이를 표현하기 위한 ACK/NACK 페이로드 사이즈는 총 10비트가 필요하다.

[273] LTE TDD 시스템에 적용되는 ACK/NACK 다중화(즉, ACK/NACK 선택) 방법에서는, 기본적으로 각 UE에 대한 PUCCH 자원 확보를 위해 각 PDSCH를 스케줄링하는 PDCCH에 대응되는 (i.e. 최소 CCE 인덱스와 링크되어있는) 묵시적 PUCCH 자원을 ACK/NACK 전송에 사용하는 묵시적 ACK/NACK 선택 방식이 사용되고 있다.

[274] 한편, LTE-A FDD 시스템에서는 UE 특정(UE-specific)하게 설정되는 하나의 특정 UL CC를 통하여 복수의 DL CC를 통해 전송되는 복수의 PDSCH 신호들에 대한 복수 ACK/NACK 신호들의 전송을 고려하고 있다. 이를 위해 특정, 일부 또는

모든 DL CC 를 스케줄링하는 PDCCH 에 링크되어 있는 (즉, 최소 CCE 인덱스 n_{CCE} 에 링크되어있는, 또는 n_{CCE} 와 $n_{CCE}+1$ 에 링크되어있는) 묵시적 PUCCH 자원 혹은 해당 묵시적 PUCCH 자원과 RRC 시그널링을 통해 각 UE 에게 미리 할당된 명시적 PUCCH 자원의 조합을 사용하는 “ACK/NACK 선택(ACK/NACK 선택)” 방식들이 고려되고 있다.

[275] 한편, LTE-A TDD 시스템에서도 복수의 CC 가 결합된 상황을 고려하고 있다. 예를 들어, 복수의 CC 가 결합되는 경우, 단말이 복수의 DL 서브프레임들과 복수의 CC 들을 통해 전송되는 복수의 PDSCH 신호들에 대한 복수의 ACK/NACK 정보/신호들은 PDSCH 신호가 전송되는 복수의 DL 서브프레임에 대응되는 UL 서브프레임에서 특정 CC (i.e. A/N CC)를 통해 전송하는 것을 고려하고 있다.

[276] 이때, LTE-A FDD 에서와는 달리, UE 에게 할당된 모든 CC 들을 통해 전송될 수 있는 최대 CW 수에 대응되는 복수 ACK/NACK 신호들을, 복수의 DL 서브프레임 모두에 대하여 전송하는 방식(i.e. full ACK/NACK)을 고려하거나, 또는 CW, CC 및 또는 서브프레임 영역에 대해 ACK/NACK 번들링(bundling)을 적용하여 전체 전송 ACK/NACK 수를 줄여서 전송하는 방식(즉, bundled ACK/NACK)을 고려할 수 있다.

[277] 이때, CW 번들링의 경우 각 DL 서브프레임에 대해 CC 별로 CW 에 대한 ACK/NACK 번들링을 적용하는 것을 의미하고, CC 번들링의 경우 각 DL 서브프레임에 대해 모든 또는 일부 CC 에 대한 ACK/NACK 번들링을 적용하는 것을 의미한다. 또한, 서브프레임 번들링의 경우 각 CC 에 대해 모든 또는 일부 DL 서브프레임에 대한 ACK/NACK 번들링을 적용하는 것을 의미한다.

[278] 서브프레임 번들링 방법으로써, DL CC 각각에 대해 수신된 모든 PDSCH 신호 또는 DL 그랜트 PDCCH 에 대하여 CC 별 총 ACK 개수 (또는, 일부 ACK 개수)를 알려주는 ACK 카운터(ACK-counter) 방식이 고려될 수 있다. 이때, UE 별 ACK/NACK 페이로드, 즉 각 단말 별로 설정된 모든 또는 번들링된 ACK/NACK 전송을 위한 ACK/NACK 페이로드의 사이즈에 따라 다중 비트 ACK/NACK 코딩 방식 또는 ACK/NACK 선택 방식 기반의 ACK/NACK 전송 기법을 변경 가능하게 (configurable) 적용할 수 있다.

[279] 3.3 물리 상향링크 제어채널 송수신 과정

[280] 이동 통신 시스템은 한 셀/섹터에 하나의 기지국이 다수의 단말기와 무선 채널 환경을 통하여 데이터를 송수신한다. 다중 반송파 및 이와 유사한 형태로 운영되는 시스템에서 기지국은 유선 인터넷 망으로부터 패킷 트래픽을 수신하고, 수신된 패킷 트래픽을 정해진 통신 방식을 이용하여 각 단말기로 송신한다. 이때 기
5 지국이 어느 타이밍에 어떤 주파수 영역을 사용해서 어떤 단말기에게 데이터를 전송할 것인가를 결정하는 것이 하향 링크 스케줄링이다. 또한 정해진 형태의 통신 방식을 사용하여 단말기로부터 송신된 데이터를 수신 복조하여 유선 인터넷망으로 패킷 트래픽을 전송한다. 기지국이 어느 타이밍에 어떤 주파수 대역을 이용하여 어느 단말기에게 상향 링크 데이터를 전송할 수 있도록 할 것인가를 결정하는 것
10 이 상향 링크 스케줄링이다. 일반적으로 채널 상태가 좋은 단말이 보다 많은 시간과 많은 주파수 자원을 이용하여 데이터를 송수신할 수 있다.

[281] 다중 반송파 및 이와 유사한 형태로 운영되는 시스템에서의 자원은 크게 시간과 주파수 영역으로 나눌 수 있다. 이 자원은 다시 자원 블록(RB: Resource Block)으로 정의될 수 있는데, 이는 임의의 N 개의 부 반송파와 임의의 M 개의
15 서브프레임 또는 정해진 시간 단위로 이루어진다. 이 때, N 과 M 은 1 이 될 수 있다. 도 17 은 시간-주파수 단위의 자원 블록이 구성되는 일례를 나타내는 도면이다.

[282] 도 17 에서 하나의 사각형은 하나의 자원 블록을 의미하며, 하나의 자원 블록은 여러 개의 부 반송파를 한 축으로 하고, 정해진 시간 단위(예를 들어, 슬롯 또는 서브프레임)를 다른 축으로 하여 이루어진다.
20

[283] 하향링크에서 기지국은 정해진 스케줄링 규칙에 따라 선택된 단말에게 1 개 이상의 자원 블록을 스케줄링 하고, 기지국은 이 단말에게 할당된 자원 블록을 이용하여 데이터를 전송한다. 상향 링크에서는 기지국이 정해진 스케줄링 규칙에 따라 선택된 단말에게 1 개 이상의 자원 블록을 스케줄링하고, 단말기는 할당된 자
25 원을 이용하여 상향 링크로 데이터를 전송하게 된다.

[284] 스케줄링 이후 데이터가 송수신된 이후, 데이터가 송수신되는 (서브)프레임을 잃어 버렸거나 손상된 경우의 오류제어 방법으로는 자동재전송요청(ARQ: Automatic Repeat request) 방식과 좀더 발전된 형태의 하이브리드 자동재전송요청(HARQ: Hybrid ARQ) 방식이 있다.
30

[285] ARQ 방식은 기본적으로 한 개 (서브)프레임 전송 후에 확인 메시지 (ACK) 가 오기를 기다리고, 수신 측에서는 제대로 받는 경우만 확인 메시지(ACK)를 보

내며, 상기 (서브)프레임에 오류가 생긴 경우에는 NAK(negative-ACK) 메시지를 보내고, 오류가 생긴 수신 프레임은 수신단 버퍼에서 그 정보를 삭제한다. 송신 측에서 ACK 신호를 받았을 때에는 그 이후 (서브)프레임을 전송하지만, NAK 메시지를 받았을 때에는 해당 (서브)프레임을 재전송하게 된다. ARQ 방식과는 달리 HARQ 방식은 수신된 프레임을 복조할 수 없는 경우에, 수신단에서는 송신단으로 NAK 메시지를 전송하지만, 이미 수신한 프레임은 일정 시간 동안 버퍼에 저장하여, 그 프레임이 재전송되었을 때 기 수신한 프레임과 컴바이닝하여 수신 성공률을 높이는 방식이다.

[286] 최근에는 기본적인 ARQ 방식보다는 더 효율적인 HARQ 방식이 더 널리 사용되고 있다. 이러한 HARQ 방식에도 여러 가지 종류가 있다. 예를 들어, 재전송하는 타이밍에 따라 동기식(synchronous) HARQ 방식과 비동기식(asynchronous) HARQ 로 나눌 수 있고, 재전송 시 사용하는 자원의 양에 대해 채널 상태를 반영하는지의 여부에 따라 채널 적응적(channel-adaptive) HARQ 방식과 채널 비적응적(channel-non-adaptive) HARQ 방식으로 나눌 수 있다.

[287] 동기식 HARQ 방식은 초기 전송이 실패했을 경우, 이후의 재전송이 시스템에 의해 정해진 타이밍에 이루어지는 방식이다. 예를 들어, 재전송이 이루어지는 타이밍은 초기 전송 실패 후에 매 4 번째 시간 단위에 이루어진다고 가정하면, 이는 기지국과 단말기 사이에 이미 약속이 이루어져 있기 때문에 추가로 이 타이밍에 대해 알려줄 필요는 없다. 다만, 데이터 송신 측에서 NAK 메시지를 받았다면, ACK 메시지를 받기까지 매 4 번째 시간 단위에 프레임을 재전송하게 된다.

[288] 반면, 비동기식 HARQ 방식은 재전송 타이밍이 새로이 스케줄링 되거나 추가적인 시그널링을 통해 이루어질 수 있다. 이전에 실패했던 프레임에 대한 재전송이 이루어지는 타이밍은 채널 상태 등의 여러 요인에 의해 가변될 수 있다.

[289] 채널 비적응적 HARQ 방식은 재전송시 스케줄링 정보(예를 들어, 프레임의 변조방식이나 이용하는 자원 블록의 수, AMC(Adaptive Modulation and Coding) 등)가 초기 전송 시 정해진 대로 이루어지는 방식이다. 이와 달리 채널 적응적 HARQ 방식은 이러한 스케줄링 정보가 채널의 상태에 따라 가변 되는 방식이다.

[290] 예를 들어, 송신 측에서 초기 전송 시 6 개의 자원 블록을 이용하여 데이터를 전송했고, 이후 재전송 시에도 동일하게 6 개의 자원 블록을 이용하여 재전송하는 것이 채널 비적응적 HARQ 방식이다. 반면, 초기에는 6 개를 이용하여 전송이

이루어 졌다 하여도 이후에 채널 상태에 따라서는 6 개보다 크거나 작은 수의 자원 블록을 이용하여 재전송을 하는 방식이 채널 적응적 HARQ 방식이다.

[291] 이러한 분류에 의해 각각 네 가지의 HARQ의 조합이 이루어 질 수 있으나, 주로 사용되는 HARQ 방식으로는 비동기식 및 채널 적응적 HARQ 방식과 동기식 및 채널비적응적 HARQ 방식이 있다. 비동기식 및 채널적응적 HARQ 방식은 재전송 타이밍과 사용하는 자원의 양을 채널의 상태에 따라 적응적으로 달리함으로써 재전송 효율을 극대화 시킬 수 있으나, 오버헤드가 커지는 단점이 있어서 상향링크를 위해서는 일반적으로 고려되지 않는다. 한편, 동기식 및 채널비적응적 HARQ 방식은 재전송을 위한 타이밍과 자원할당이 시스템 내에서 약속되어 있기 때문에 이를 위한 오버헤드가 거의 없는 것이 장점이지만, 변화가 심한 채널 상태에서 사용될 경우 재전송 효율이 매우 낮아지는 단점이 있다.

[292] 이러한 점을 고려하여, 현재 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 하향링크의 경우 비동기식 HARQ 방식이 사용되고 있고, 상향링크의 경우 동기식 HARQ 방식이 사용되고 있다.

[293] 도 18 은 비동기식 HARQ 방식의 자원할당 및 재전송 방식의 일례를 나타내는 도면이다.

[294] 기지국에서 하향링크로 스케줄링 정보를 전송한 뒤 단말로부터의 ACK/NAK의 정보가 수신되고 다시 다음 데이터가 전송될 때까지는 도 18 과 같이 시간 지연이 발생한다. 이는 채널 전파 지연(Channel propagation delay)과 데이터 디코딩 및 데이터 인코딩에 걸리는 시간으로 인해 발생하는 지연이다.

[295] 이러한 지연 구간 동안의 공백 없는 데이터 전송을 위하여 독립적인 HARQ 프로세스를 사용하여 전송하는 방법이 사용되고 있다. 예를 들어, 처음 데이터 전송과 다음 데이터 전송까지의 최단 주기가 7 서브프레임이라면, 7 개의 독립적인 HARQ 프로세스를 설정함으로써 공백 없이 데이터 전송을 할 수 있다. LTE/LTE-A 시스템에서는 MIMO 로 동작하지 않을 경우 하나의 단말에 최대 8 개의 HARQ 프로세스가 할당될 수 있다.

[296] 4. NOMA 를 지원하는 무선 접속 시스템에서 HARQ 동작 방법

[297] 4.1 NOMA

[298] NOMA 는 동일한 자원에 다수 명의 사용자 데이터를 멀티플렉싱(multiplexing)하여 전송하는 다중 접속 방법을 말한다. 도 19 는 NOMA 와 현재 다중 접속 방법들을 비교하여 설명하기 위한 도면이다.

[299] 도 19 를 참조하면, W-CDMA 방식의 다중 접속 방법은 다수 명의 데이터를 다중화할 때, 직교(orthogonal) 또는 준직교 코드(quasi-orthogonal code)를 사용하여 전송 채널의 직교성을 확보함으로써 간섭의 영향을 줄일 수 있다. 한편, OFDMA 방식의 다중 접속 방법은 다수 명의 데이터를 다중화할 때 서로 다른 주파수 대역에 배치함으로써 전송 채널의 직교성을 확보하여 간섭의 영향을 줄일 수 있다.

[300] NOMA 방식의 다중 접속 방법은 OFDMA 와 같이 다른 주파수 대역에 다른 사용자의 데이터를 전송할 뿐만 아니라, 같은 주파수 대역에도 다른 사용자의 데이터를 전송함으로써 전송 효율을 높일 수 있다. 이때, 수신기는 같은 주파수 대역에 할당된 다른 사용자 데이터의 간섭 신호를 제거할 수 있다는 것을 가정한다.

[301] 동일한 주파수 자원에서 데이터를 전송하는 사용자 수에는 제한이 없지만, 설명의 편의상 동일한 주파수 자원에 데이터를 전송을 하는 사용자의 수는 2 명으로 가정한다. 예를 들어, 송신단에서 UE1 과 UE2 를 선택하여 특정 주파수 자원에 전송한다고 가정하면, 송신 신호는 다음 수학적 식 4 와 같이 나타낼 수 있다.

[302] 【수학적 식 4】

$$x = \sqrt{P_1} x_1 + \sqrt{P_2} x_2$$

[303] 수학적 식 4 에서 P_i 는 UE_i 의 전송 전력, x_i 는 UE_i 의 데이터를 나타낸다. 이 때, UE_i 에서 수신 신호는 다음 수학적 식 5 와 같이 나타낼 수 있다.

[304] 【수학적 식 5】

$$y_i = h_i x + w_i$$

[305] 수학적 식 5 에서 h_i 는 페이딩 채널을 나타내는 파라미터로 평균이 '0'이고 분산이 σ_h^2 인 AWGN 이고, w_i 는 평균이 0 이고 분산이 $N_{0,i}$ 인 AWGN 이다. NOMA 전송 방식의 경우, 다수의 단말들이 동일 자원을 사용하되, 단말 별로 전송 전력을 달리하여 전송할 수 있다. 예를 들어, 단말간 거리 차이가 있는 만큼 전력 차이를 줄 수 있다.

[306] UE_i 의 채널 이득(channel gain)을 $\frac{|h_i|^2}{N_{0,i}}$ 라고 가정할 때, UE_i 의 채널 이득을 오름차순으로 정렬할 수 있다. 이때, $\frac{|h_1|^2}{N_{0,1}} > \frac{|h_2|^2}{N_{0,2}}$ 와 같이 UE1 의 채널 이득이 UE2 의 채널 이득보다 큰 경우, UE1 의 수신기는 UE2 의 데이터를 먼저 디코딩한 후, UE2

의 디코딩 결과를 이용하여 간섭 신호를 재 생성할 수 있다. 이후, UE1 의 수신기는 UE1 의 수신 신호에서 간섭 신호를 차감함으로써, UE2 디코딩이 성공적으로 수행되었을 경우, 간섭 없는 신호에서 UE1 의 데이터를 디코딩할 수 있다. 이와 같은 간섭 제거 방식의 수신기를 채용하는 경우, 간섭 신호를 오류 없이 디코딩하는 것이 중요하기 때문에 UE2 의 데이터에 많은 전력을 할당하는 것이 바람직하다. 이와 같은 디코딩 방식에 UE 가 얻을 수 있는 용량은 다음 수학적 식 6 과 같다.

[307] 【수학적 식 6】

$$R_1 = \log_2 \left(1 + \frac{P_1|h_1|^2}{N_{0,1}} \right), \quad R_2 = \log_2 \left(1 + \frac{P_2|h_2|^2}{P_1|h_1|^2 + N_{0,2}} \right)$$

[308] 수학적 식 6 에서 R_i 는 UE_i 의 용량(capacity)을 나타낸다.

[309] NOMA 방식과 OFDMA 다중 접속 방법을 비교하기 위해서 전체 시스템 대역의 $a \in [0, 1]$ 배만큼을 UE1 에 할당하고, $(1-a)$ 배만큼을 UE2 에 할당하였을 때 각 UE 의 성능은 다음 수학적 식 7 과 같다.

[310] 【수학적 식 7】

$$R_1 = a \log_2 \left(1 + \frac{P_1|h_1|^2}{aN_{0,1}} \right), \quad R_2 = (1-a) \log_2 \left(1 + \frac{P_2|h_2|^2}{(1-a)N_{0,2}} \right)$$

[311] 수학적 식 6 에서 $P_1 = P/5$, $P_2 = 4P/5$ (P : 전체 송신 전력)를 가정하면 $R_1 = 4.39$ bps/Hz, $R_2 = 0.74$ bps/Hz 를 얻을 수 있고, 수학적 식 7 에서 $P_1 = P_2 = P/2$, $a=0.5$ 를 가정하면, $R_1 = 3.33$ bps/Hz, $R_2 = 0.50$ bps/Hz 를 얻을 수 있다. 따라서, NOMA 방식 이용 시 각 단말의 용량의 합이 더 큰 값을 가짐을 확인할 수 있다. 즉, NOMA 방식을 이용하여 데이터 송수신시 전송 효율이 높아질 수 있다.

[312] 4.2 NOMA 방식을 이용한 데이터 송수신 방법

[313] 이하에서는 NOMA 방식을 이용한 데이터 송수신 방법을 설명한다.

[314] NOMA 방식의 경우 동일한 전송 자원에 서로 다른 사용자의 신호를 다중화하여 전송하므로, 수신기는 간섭 신호를 디코딩 및 제거하는 동작을 수행해야 한다. 이때, 간섭 신호는 특정 사용자에 대한 데이터 전송시 다중화된 다른 사용자에 대한 데이터를 의미한다. 따라서, 수신기는 디코딩한 간섭 신호를 소프트 버퍼(soft buffer)에 저장하여 HARQ 재전송 시 활용함으로써 HARQ 효율을 향상시킬 수 있다. 본 발명의 실시예들에서 소프트 버퍼는 단말 장치의 메모리 또는 프로세서에 구비될 수 있다. 또한, 버퍼링이라는 의미는 메모리에 수신한 데이터를 디코딩하기 위해 저장하거나 디코딩한 데이터를 저장하는 것을 의미할 수 있다. 이때,

소프트 비트는 디코딩한 데이터를 '1', '0'이 아닌 다수의 레벨을 갖도록 표현한 것일 수 있다. 따라서, 소프트 비트에는 디코딩 과정에서 생성된 데이터 정보도 포함될 수 있다.

[315] 본 발명의 실시예들에서, 수학식 6 과 같이 UE1 및 UE2 의 데이터가 다중
5 화되어 있고, $\frac{|h_1|^2}{N_{0,1}} > \frac{|h_2|^2}{N_{0,2}}$ 라 가정한다. 즉, UE1 에 대한 채널 이득이 UE2 에 대한 채널 이득보다 큰 경우를 가정한다.

[316] NOMA 방식에서, UE1 의 SINR 이 UE2 의 SINR 보다 큰 경우 UE1 은 UE2 의 간섭이 있는 채로 detection 을 수행하고, UE2 는 UE1 의 신호를 detection 한 후 재생성하여 수신 신호에서 재생성한 UE1 신호를 제거하게 되면 간섭이 없는 UE2
10 데이터를 detection 할 수 있게 된다. 이렇게 함으로써, 동일한 자원을 사용하여 다수 사용자에게 대한 데이터를 다중화할 수 있다. 이때, 본 발명의 실시예들에서, UE1 은 UE1 에 대한 데이터에 대해서 HARQ 결합(combining) 이득을 얻기 위해서 UE1 에 대한 데이터뿐 아니라 UE2 에 대한 데이터를 함께 저장하는 것을 제안한다. 또한, UE2 는 UE2 에 대한 데이터에 대해서 HARQ 결합 이득을 얻기 위해서 UE2 에
15 대한 데이터뿐 아니라 UE1 에 대한 데이터를 함께 저장하는 것을 제안한다.

[317] 먼저, UE1 의 수신기가 UE2 에 대한 데이터에 대한 디코딩을 성공하고, UE2 에 대한 간섭을 제거하였지만, UE1 에 대한 데이터의 디코딩은 실패한 경우를 가정한다. 이때, UE2 의 수신기가 UE2 에 대한 데이터에 대해 디코딩을 실패한 경우, UE1 및 UE2 에 대한 데이터는 모두 재전송이 이루어지게 된다.

20 [318] 하지만, 재전송이 수행되는 경우, UE1 의 수신기에서 UE2 에 대한 데이터는 이미 지난 전송에서 성공을 했고, UE2 에 대한 데이터를 이미 저장하고 있기 때문에, UE1 은 재전송되는 수신 신호에서 오류 없이 UE2 에 대한 간섭 신호를 제거할 수 있다.

[319] 한편, UE1 이 UE2 에 대한 디코딩을 실패하는 경우, UE1 은 오류가 있는 상태의 간섭을 제거하게 되기 때문에 UE1 에 대한 데이터는 정상적으로 디코딩이
25 수행될 수 없고 실패하게 된다. 만약, UE2 의 수신기에서 UE2 에 대한 데이터의 디코딩이 실패하면, UE1 및 UE2 에 대한 데이터는 모두 재전송이 이루어지게 된다.

[320] 이때, NOMA 방식을 수행하는 UE1 의 수신기는 UE2 에 대한 데이터를 수신 및 저장하고 있으므로, 재전송되는 UE2 에 대한 데이터를 기저장된 UE2 에
30 대한 데이터와 결합함으로써 UE2 에 대한 데이터의 디코딩 성공 확률이 높아지게 된다. 따라서, UE1 은 오류 없이 UE2 의 간섭 신호를 제거할 수 있는 확률 역시 높

아지게 되어, UE1 에 대한 데이터 디코딩 성공 확률도 높아지게 되므로, 전반적인 데이터 전송 효율이 향상된다.

5 [321] 본 발명의 실시예들에서, 기지국은 UE2 에 대한 데이터가 재전송될 때 사용하는 리던던시 버전(RV: Redundancy Version)은 최초 전송에서 사용된 리던던시 버전과 다른 것이 사용됨으로써 IR 이득(Incremental Redundancy gain)을 얻는 것이 바람직하다. 따라서, 기지국은 UE1 및/또는 UE2 에게 각각 NOMA 를 위해 결합되는 데이터에 대한 RV 정보를 상위 계층 시그널링 또는 L1 시그널링을 통해 각 단말에게 전송하는 것이 바람직하다.

10 [322] 도 20 은 NOMA 방식을 이용하여 데이터를 송수신하는 경우, HARQ 동작 방법 중 하나를 설명하기 위한 도면이다.

[323] 도 20 에서는 설명의 편의를 위해 기지국이 두 단말에 대해 하향링크로 NOMA 방식을 통해 데이터를 전송하되, 각 단말에 데이터 전송시 사용되는 전력량은 서로 다르게 설정되는 것을 가정한다. 이때, 전력량은 기지국과 각 단말의 거리에 따라 비례 또는 반비례하도록 설정될 수 있다.

15 [324] 기지국은 UE1 및/또는 UE2 에게 전송할 데이터에 대한 RV 정보를 상위 계층 신호 또는 물리계층신호(즉, L1 신호)를 통해 전송할 수 있다. 만약, RV 정보가 물리계층신호를 통해 전송되는 경우, PDCCH 또는 E-PDCCH 를 통해 전송될 수 있다. 이때, PDCCH 를 통해 RV 정보가 전송되는 경우, RV 정보는 후술하는 S2020 단계에서 스케줄링 정보와 함께 전송될 수 있다 (S2010).

20 [325] 기지국은 NOMA 방식으로 데이터를 전송하기 위한 무선 자원을 스케줄링 하기 위한 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH 를 UE1 및 UE2 에 전송할 수 있다. 이때, UE1 및 UE2 에 전송되는 스케줄링 정보에는 무선자원할당 정보뿐 아니라, 각 단말에 대해 전송되는 데이터에 대한 전송전력정보가 함께 포함될 수 있다 (S2020).

25 [326] 기지국은 UE1 및 UE2 에 대한 데이터를 다중화하여 S2020 단계에서 전송한 전송전력정보에 따른 전송 전력으로 자원할당정보가 나타내는 자원 영역을 통해 다중화된 데이터를 전송할 수 있다. 이때, 다중화된 데이터는 PDSCH 를 통해 전송된다 (S2030).

[327] UE1 은 UE2 에 대한 데이터를 먼저 디코딩한다 (S2040a).

[328] 이후, UE1 은 UE2 에 대한 데이터(즉, 간섭신호)를 다중화된 데이터에서 제거함으로써 UE1 에 대한 데이터를 검출할 수 있다. 즉, UE1 은 디코딩한 간섭 신호를 제거하여 UE1 에 대한 데이터를 검출할 수 있다 (S2050a).

[329] UE1 은 NOMA 방식으로 다중화된 UE2 에 대한 데이터를 버퍼에 저장할 수 있다. 이를 통해, UE2 에 대한 데이터가 재전송되는 경우에는 UE1 은 기 저장된 정보를 통해 UE2 로 인한 간섭 신호를 빠르게 제거할 수 있으며, UE1 이 UE2 에 대한 데이터에 대한 디코딩이 실패하는 경우에도 IR 방식의 HARQ 동작을 수행함으로써 UE2 에 대한 데이터의 수신 효율을 증가 시킬 수 있다. 이를 통해 UE1 은 UE2 에 대한 데이터를 적은 정보로도 디코딩 및 제거함으로써 UE1 에 대한 데이터 수신 성능을 증가시킬 수 있다 (S2060a).

[330] UE2 에서도 S2040a 내지 S2060a 에서 수행된 동작들이 S2040b 내지 S2060b 단계들에서 동일하게 수행될 수 있다.

[331] UE1 및 UE2 는 수신한 데이터에 대한 수신확인긍정신호 또는 수신확인부정신호(즉, HARQ-ACK 정보)를 기지국으로 전송할 수 있다. 이때, HARQ-ACK 정보는 UE1 및/또는 UE2 에 대한 데이터의 수신이 정상적으로 수행되었는지 여부가 표시될 수 있다.

[332] 4.3 데이터 버퍼링 방법

[333] 도 20 에서 NOMA 방식으로 데이터가 송수신되는 경우, 각 단말은 다중화되는 다른 단말에 대한 데이터를 메모리에 버퍼링하는 것이 바람직하다. 따라서, 이하에서는, 각 단말이 다른 단말에 대한 데이터를 버퍼링하는 방법들에 대해서 설명한다. 다만, 설명의 편의를 위해 도 20 의 UE1 을 기준으로 설명하되, 다른 단말들에 대해서도 설명한 저장 방법들이 동일하게 적용될 수 있다.

[334] 4.3.1 UE1 과 UE2 의 데이터를 모두 저장하는 방법

[335] 이 방법은 UE1 이 UE1 에 대한 데이터를 수신하기 위해 전송된 UE1 및 UE2 에 대한 데이터를 모두 저장하는 방법이다. UE1 이 UE2 에 대한 데이터까지 저장함으로써 HARQ 동작의 효율성을 높일 수 있지만, UE1 이 필요로 하는 메모리의 버퍼량이 다중화되는 데이터의 양에 비례하여 증가해야 한다.

[336] 4.3.2 다른 단말(즉, UE2)에 대한 데이터를 우선적으로 저장하는 방법

[337] 이 방법은 UE1 에 대한 데이터를 전송할 때 다중화되어 전송된 UE1 및 UE2 에 대한 데이터들 중 UE2 에 대한 데이터를 먼저 버퍼에 저장하고, 남은 소프트 버퍼에 UE1 에 대한 데이터를 저장하는 방법이다. 이 방식은 소프트 버퍼의 크기에 제한이 있는 경우에 사용될 수 있다.

- 5 [338] 예를 들어, UE1 이 UE2 에 대한 데이터의 디코딩에 성공한 경우, UE1 은 UE2 에 대한 데이터는 채널 코딩이 적용된 소프트 비트로 저장되는 것이 아니라 디코딩 이후 최종 데이터 비트(즉, 1 비트로 표현되는)의 페이로드 자체를 저장할 수 있다. 따라서, UE1 은 UE2 에 대한 데이터를 소프트 버퍼에 저장하더라도 보다 많은 공간을 UE1 에 대한 데이터 저장에 사용할 수 있다.
- 10 [339] 본 실시예의 일 측면으로, 비록 UE1 이 데이터 디코딩에 성공하여 더 이상 UE2 에 대한 데이터의 버퍼링이 불필요한 경우라도, UE1 은 UE2 에 대한 데이터를 삭제하지 않고 버퍼링(즉, 버퍼에 저장)하도록 구성될 수 있다. 이는 만약 UE2 가 데이터 수신에 실패하여 UE2 에 대한 데이터가 재전송되는 경우에, UE1 은 저장한 UE2 에 대한 데이터를 기반을 오류 없는 간섭 제거를 수행할 수 있다.
- 15 [340] 또한, UE1 이 UE1 및 UE2 에 대해 다중화된 데이터 디코딩에 모두 실패함으로써 인해, UE1 및 UE2 에 대한 데이터가 모두 재전송이 필요한 경우를 가정할 수 있다. 이때, UE1 은 재전송되는 UE2 에 대한 데이터를 IR 방식의 HARQ 를 적용하여 디코딩하는 경우, 결합 이득을 얻게 됨으로 오류 없이 간섭 신호를 제거할 가능성이 높아진다. 따라서, UE1 에 대한 데이터 디코딩 성공 확률이 높아질 수 있다.
- 20 [341] 다만, 재전송시 이전의 UE1 에 대한 데이터가 UE2 에 대한 데이터 저장으로 인해 일부만이 저장된다면, UE1 에 대한 데이터의 재전송에 대한 결합 이득은 감소하게 된다.
- [342] 상술한 바와 같이 UE1 이 UE1 에 대한 데이터를 디코딩할 때 UE2 에 대한 데이터를 우선적으로 저장하는 경우, UE1 에 대한 HARQ 프로세스에 할당할 수 있는 소프트 버퍼의 최소 크기는 '0'으로 할당될 수 있다. 즉, UE1 에 해당 HARQ 프로세스에 데이터를 전송하는 대신에 다른 HARQ 프로세스, 특히 NOMA 를 사용하지 않는 HARQ 프로세스에 더 많은 소프트 버퍼 자원을 할당함으로써, 데이터 전송 효율을 높일 수 있다.
- 25 [343] 4.3.3 다중화된 데이터를 선택적으로 저장하는 방법
- 30

[344] 이 방법은 단말(즉, UE1)이 자신의 데이터와 간접 데이터를 디코딩하는 과정에서 데이터를 선택적으로 저장하는 방법이다. 이 방법은 소프트 버퍼의 크기에 제한이 있는 경우에 사용될 수 있다.

5 [345] 4.3.3.1 LLR 값 기반 방식

[346] 예를 들어, UE1 은 UE1 과 UE2 에 대한 데이터를 선택적으로 버퍼에 저장할 수 있다. 이때, UE1 은 UE1 및 UE2 에 대한 데이터의 디코딩 비트들에 대한 LLR 값(또는, 소프트 비트)들의 분포를 검사하여, UE1 의 데이터 또는 UE2 의 데이터를 소프트 버퍼에 저장할 수 있다.

10

[347] 4.3.3.2 신호품질 기반 방식

[348] 다른 방법으로, UE1 은 UE1 데이터와 UE2 데이터의 신호 품질을 기반으로 어떤 데이터를 저장할지 선택할 수 있다. 예를 들어, UE1 이 UE2 에 대한 데이터 디코딩을 실패할 수 있다. 이때, UE2 에 대한 데이터로부터 UE1 에 대한 데이터로의 간섭이 크게 나타나는 경우, UE1 은 UE2 데이터를 저장할 수 있다. 반면에, UE2 에 대한 데이터로부터 UE1 에 대한 데이터로의 간섭이 적게 나타나는 경우에는 UE1 은 UE1 에 대한 데이터를 버퍼에 저장할 수 있다.

15

[349] 물론, 상술한 선택적 저장 방식들을 사용하여 먼저 특정 단말에 대한 데이터를 저장하더라도, UE1 은 버퍼에 여유가 있는 경우 다른 단말에 대한 데이터의 일부 또는 전부를 저장할 수 있다.

20

[350] 4.3.3.3 디코딩 성공 여부에 따른 방식

[351] 첫 번째 방식은 UE1 에 대한 데이터 디코딩이 실패인 경우, UE2 에 대한 데이터 디코딩의 성공 여부에 따라 저장할 데이터를 선택하는 방법이다.

25

[352] 만약, UE2 에 대한 데이터의 디코딩이 성공이면 UE1 은 UE1 데이터를 저장하고, UE2 에 대한 데이터의 디코딩이 실패이면 UE1 은 UE2 데이터를 저장하도록 구성될 수 있다.

[353] 두 번째 방식은 UE1 이 UE2 에 대한 데이터 디코딩이 성공인 경우, UE1 에 대한 데이터의 디코딩의 성공 여부에 따라 저장할 데이터를 선택하는 방법이다.

30

[354] UE1 은 만약 UE1 에 대한 데이터의 디코딩이 성공이면 UE2 에 대한 데이터를 저장하여 UE2 에 대한 데이터의 재전송시 UE2 에 대한 데이터로 인한 간섭

제거에 대비할 수 있다. 만약, UE1에 대한 데이터 디코딩이 실패하면, UE1은 간섭이 제거된 UE1 데이터를 저장하여 UE1에 대한 데이터의 재전송과 결합할 수 있다.

5 [355] 본 발명의 실시예들에서, 4.3 절에서 설명한 버퍼링 방법들을 적용하기 위해 기지국은 UE2에 대한 데이터의 재전송 여부를 UE1에게 알려줄 수 있다. 즉, 기지국은 UE2에 대한 데이터 재전송 여부를 UE1에게 알려줌으로써, UE1에게 UE2에 대한 데이터가 버퍼에 저장된 데이터와 결합이 가능한지 여부를 알려줄 수 있다.

10 [356] 본 발명의 실시예들에서, UE1의 관점에서 UE2에 대한 데이터가 이미 재전송된 신호라면 UE2에게 또 재전송될 확률이 극히 낮을 것이므로, 이러한 경우 UE1은 UE2에 대한 데이터는 저장하지 않고 대신 UE1에 대한 데이터를 저장하도록 구성될 수 있다. 이는 곧 UE2에 대한 데이터가 최초 전송인 경우에만 UE1의 버퍼에 저장되는 대상으로 고려될 수 있음을 의미한다. 즉, UE1은 다중화된 UE2에 대한 데이터가 최초 전송인 경우에만 버퍼에 저장하고, 재전송인 경우에는
15 버퍼에 저장하지 않도록 구성될 수 있다.

[357] 5. 구현 장치

[358] 도 21에서 설명하는 장치는 도 1 내지 도 20에서 설명한 방법들이 구현될 수 있는 수단이다.

20 [359] 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.

[360] 즉, 단말 및 기지국은 정보, 데이터 및/또는 메시지의 전송 및 수신을 제어하기 위해 각각 송신기(Transmitter: 2140, 2150) 및 수신기(Receiver: 2150, 2170)를 포
25 함할 수 있으며, 정보, 데이터 및/또는 메시지를 송수신하기 위한 안테나(2100, 2110) 등을 포함할 수 있다.

[361] 또한, 단말 및 기지국은 각각 상술한 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 프로세서(Processor: 2125, 2130)와 프로세서의 처리 과정을 임시적으로 또는 지속적으로 저장할 수 있는 메모리(2180, 2190)를 각각 포함할 수 있다.

30 [362] 상술한 단말 및 기지국 장치의 구성성분 및 기능들을 이용하여 본원 발명의 실시예들이 수행될 수 있다. 예를 들어, 기지국의 프로세서는 상술한 1 절 내지

4 절에 개시된 방법들을 조합하여, 다수의 단말에 대해 전송할 데이터를 MOMA 방식으로 다중화하여 전송할 수 있다. 또한, 단말의 프로세서는 상술한 1 절 내지 4 절에 개시된 방법들을 조합하여, 버퍼에 다른 단말에 대한 데이터를 저장하도록 구성될 수 있다. 기지국 및 단말의 프로세서는 각각 송신기 및 수신기와 기능적으로 연결되어 HARQ 기능을 지원하도록 구성되며, 프로세서 또는 메모리에 구비되는 버퍼에 다중화된 다른 단말에 대한 데이터를 저장할 수 있다. 데이터를 버퍼링하는 자세한 방법은 4.3 절을 참조한다. 또한, 메모리에는 하나 이상의 버퍼가 구비되어 NOMA 를 위한 데이터 버퍼링에 사용될 수 있다.

[363] 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 21 의 단말 및 기지국은 저전력 RF(Radio Frequency)/IF(Intermediate Frequency) 모듈을 더 포함할 수 있다.

[364] 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.

[365] 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 단말기란 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.

[366] 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.

[367] 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, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

5 **[368]** 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(2180, 2190)에 저장되어 프로세서(2120, 2130)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.

10 **[369]** 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
15 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

【산업상 이용가능성】

[370] 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.
20 본 발명의 실시예들은 상기 다양한 무선접속 시스템뿐 아니라, 상기 다양한 무선접속 시스템을 응용한 모든 기술 분야에 적용될 수 있다.

【청구의 범위】

【청구항 1】

비직교다중접속(NOMA) 방식을 지원하는 무선접속시스템에서 제 1 단말이 하이브리드 자동재전송(HARQ)을 위한 데이터 버퍼링 방법에 있어서,

5 기지국으로부터 상기 제 1 단말 및 제 2 단말에 대한 데이터가 상기 NOMA 방식으로 다중화된 데이터를 수신하는 단계;

 상기 다중화된 데이터를 디코딩하는 단계;

 상기 제 2 단말에 대한 데이터를 버퍼링하는 단계; 및

10 상기 디코딩 결과에 따라 HARQ-ACK 정보를 상기 기지국에 전송하는 단계를 포함하는, 데이터 버퍼링 방법.

【청구항 2】

 제 1 항에 있어서,

 상기 버퍼링하는 단계에서,

 상기 제 1 단말에 대한 데이터도 함께 버퍼링되는, 데이터 버퍼링 방법.

15 【청구항 3】

 제 1 항에 있어서,

 상기 버퍼링하는 단계에서,

 상기 제 2 단말에 대한 데이터가 상기 제 1 단말에 대한 데이터보다 우선하여 버퍼링되는, 데이터 버퍼링 방법.

20 【청구항 4】

 제 1 항에 있어서,

 상기 제 1 단말에 대한 데이터가 성공적으로 디코딩되더라도 상기 제 2 단말에 대한 데이터를 삭제하지 않고 버퍼링하는, 데이터 버퍼링 방법.

 【청구항 5】

25 제 1 항에 있어서,

 상기 버퍼링하는 단계에서,

 상기 제 1 단말은 각 데이터에 대한 LLR 값, 신호품질, 또는 디코딩 성공 여부에 따라 상기 제 1 단말 또는 상기 제 2 단말에 대한 데이터를 선택적으로 버퍼링하는, 데이터 버퍼링 방법.

30 【청구항 6】

비직교다중접속(NOMA) 방식을 지원하는 무선접속시스템에서 하이브리드 자동재전송(HARQ)을 위한 데이터를 버퍼링하는 제 1 단말은,

송신기;

수신기;

5 메모리; 및

상기 송신기, 상기 수신기 및 상기 메모리와 기능적으로 연결되어 상기 NOMA 방식에 따른 HARQ 를 지원하기 위한 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는:

10 기지국으로부터 상기 제 1 단말 및 제 2 단말에 대한 데이터가 상기 NOMA 방식으로 다중화된 데이터를 상기 수신기를 제어하여 수신하고;

상기 다중화된 데이터를 디코딩하고;

상기 제 2 단말에 대한 데이터를 상기 메모리에 버퍼링하고; 및

상기 디코딩 결과에 따라 HARQ-ACK 정보를 상기 송신기를 제어하여 상기 기지국에 전송하도록 구성되는, 제 1 단말.

15 **【청구항 7】**

제 6 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제 1 단말에 대한 데이터도 함께 상기 메모리에 버퍼링하는, 제 1 단말.

【청구항 8】

20 제 6 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제 2 단말에 대한 데이터가 상기 제 1 단말에 대한 데이터보다 우선하여 버퍼링되도록 구성되는, 제 1 단말.

【청구항 9】

25 제 6 항에 있어서,

상기 제 1 단말에 대한 데이터가 성공적으로 디코딩되더라도 상기 제 2 단말에 대한 데이터를 삭제하지 않고 버퍼링하는, 제 1 단말.

【청구항 10】

30 제 6 항에 있어서,

상기 프로세서는,

각 데이터에 대한 LLR 값, 신호품질 또는 디코딩 성공 여부에 따라 상기 제 1 단말 또는 상기 제 2 단말에 대한 데이터를 선택적으로 버퍼링하도록 구성되는, 제 1 단말.

FIG. 1

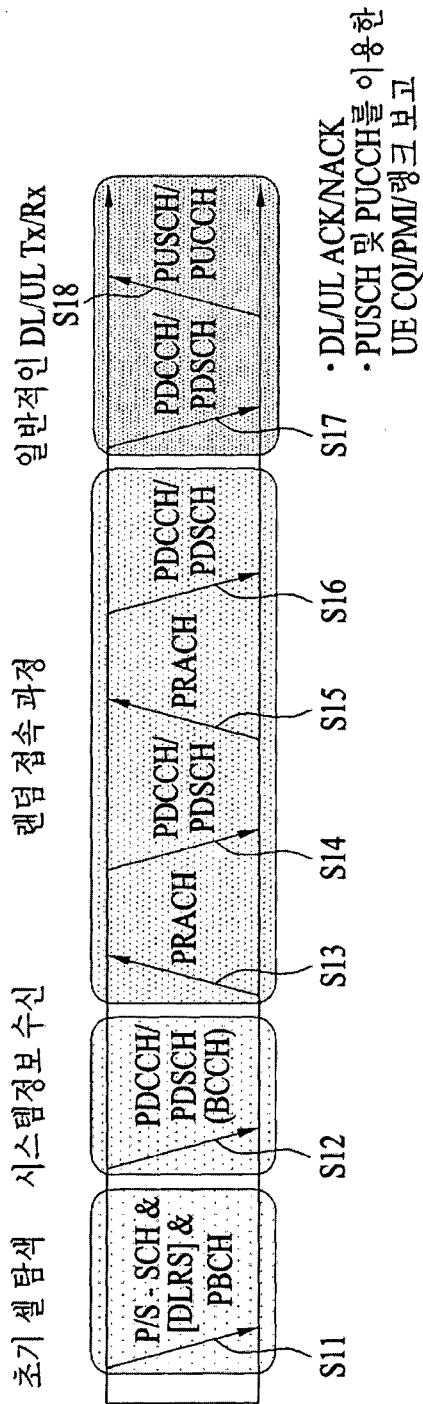


FIG. 2

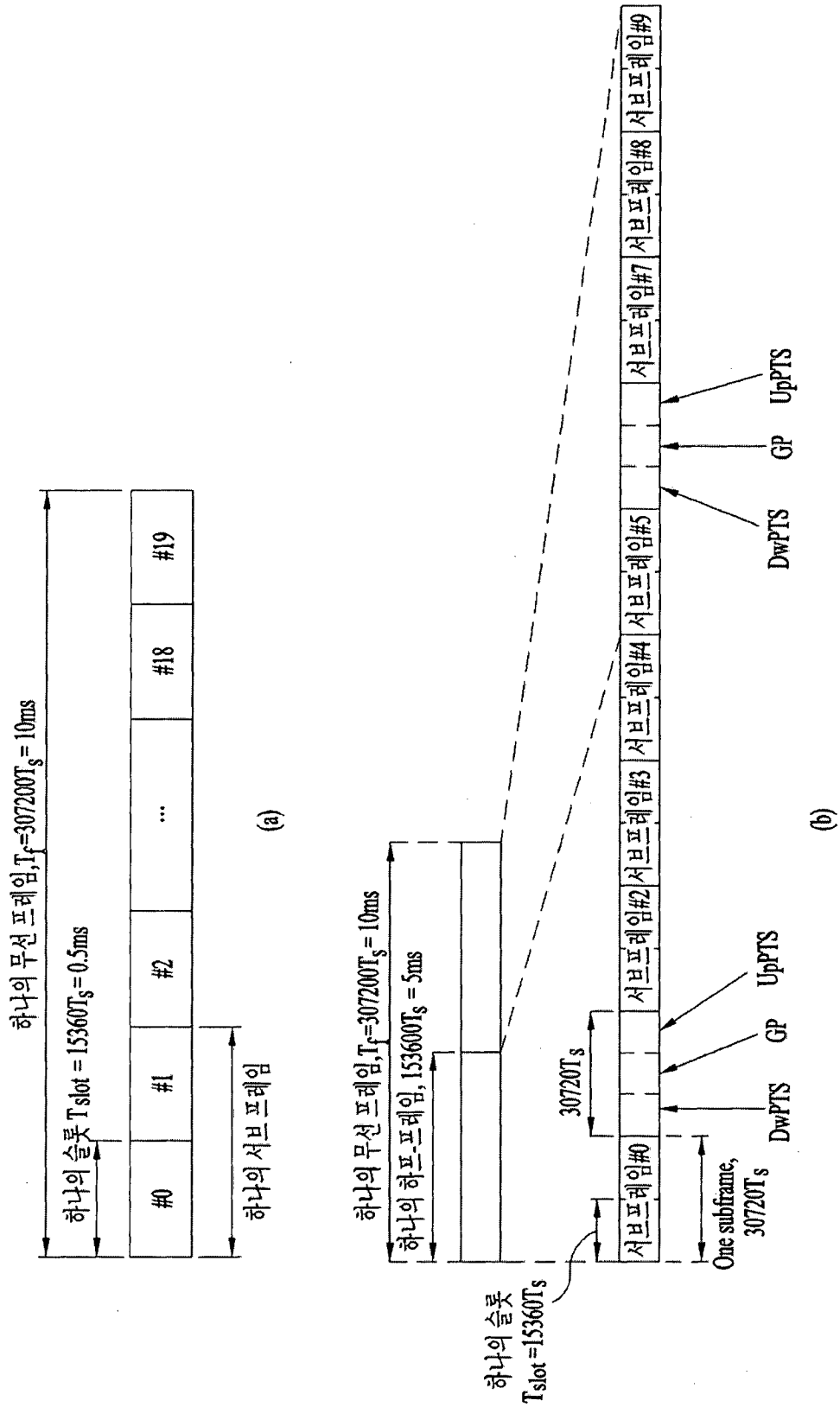


FIG. 3

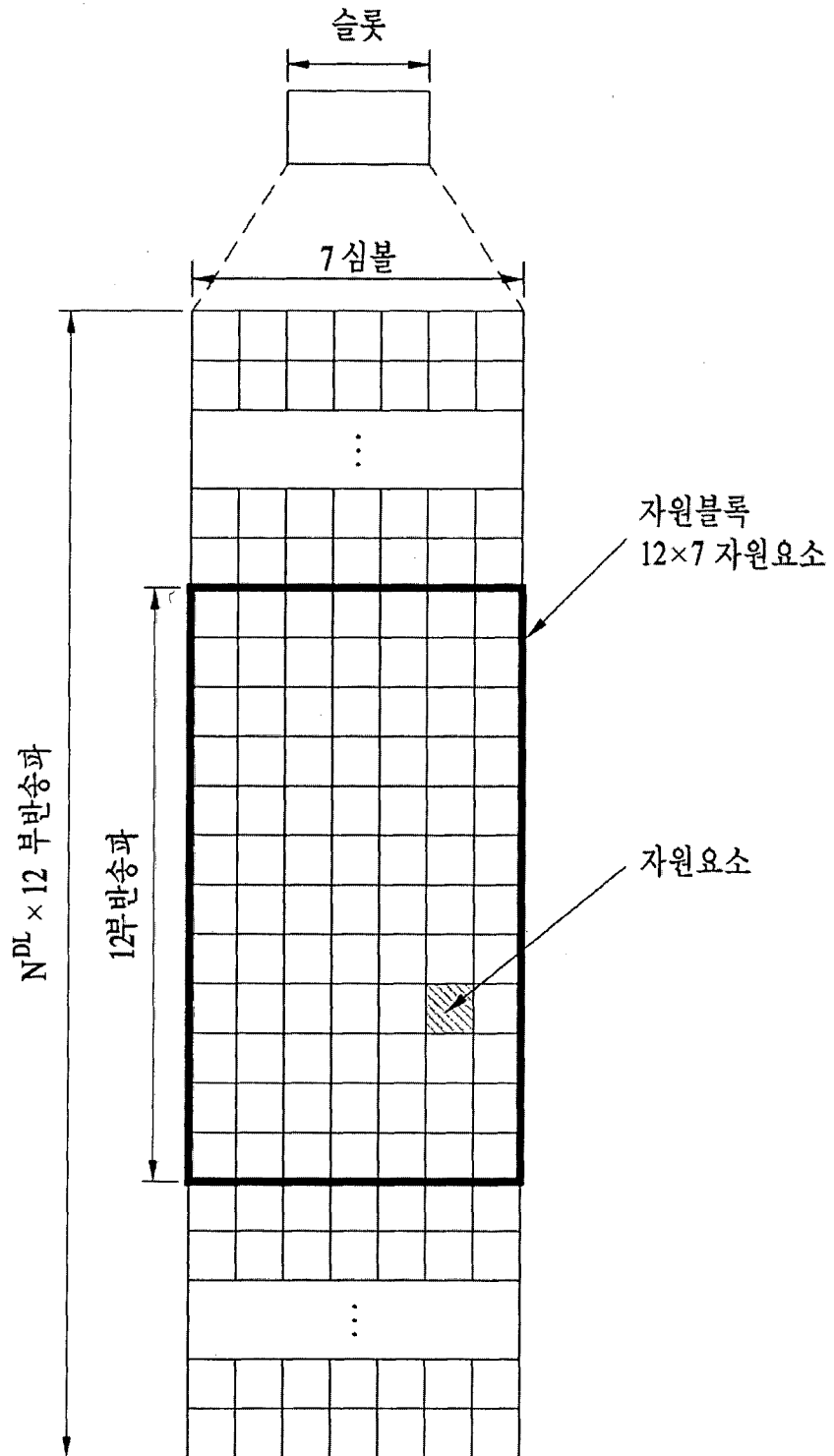


FIG. 4

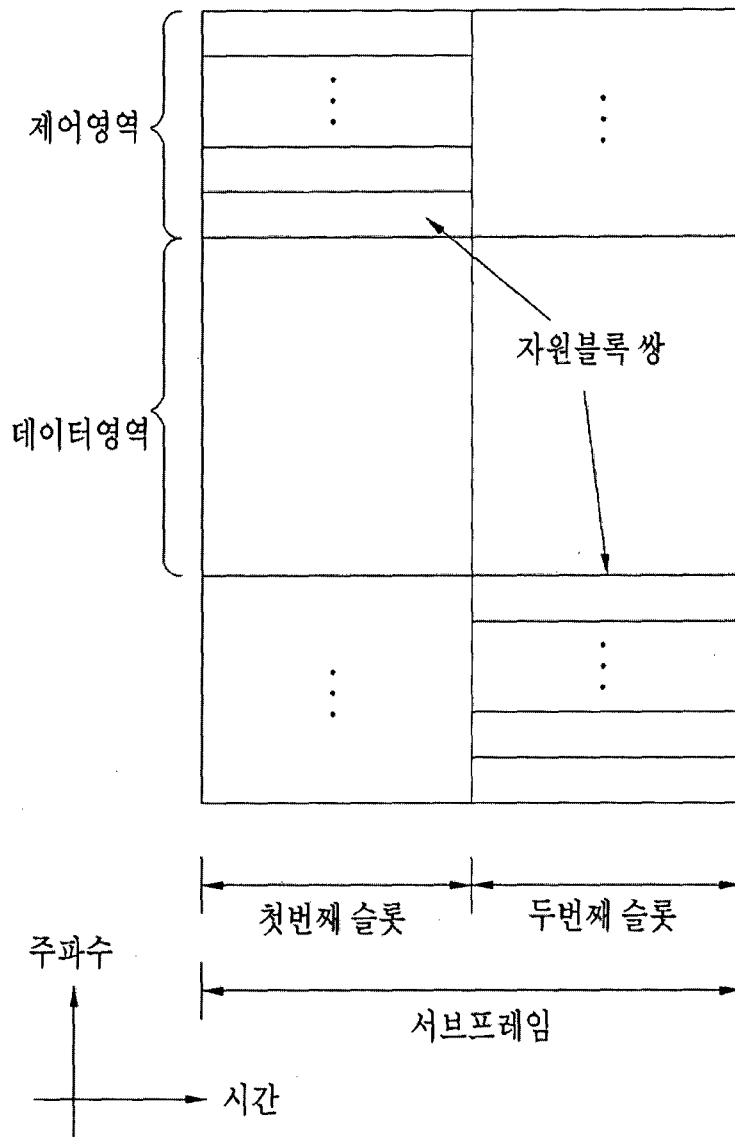


FIG. 5

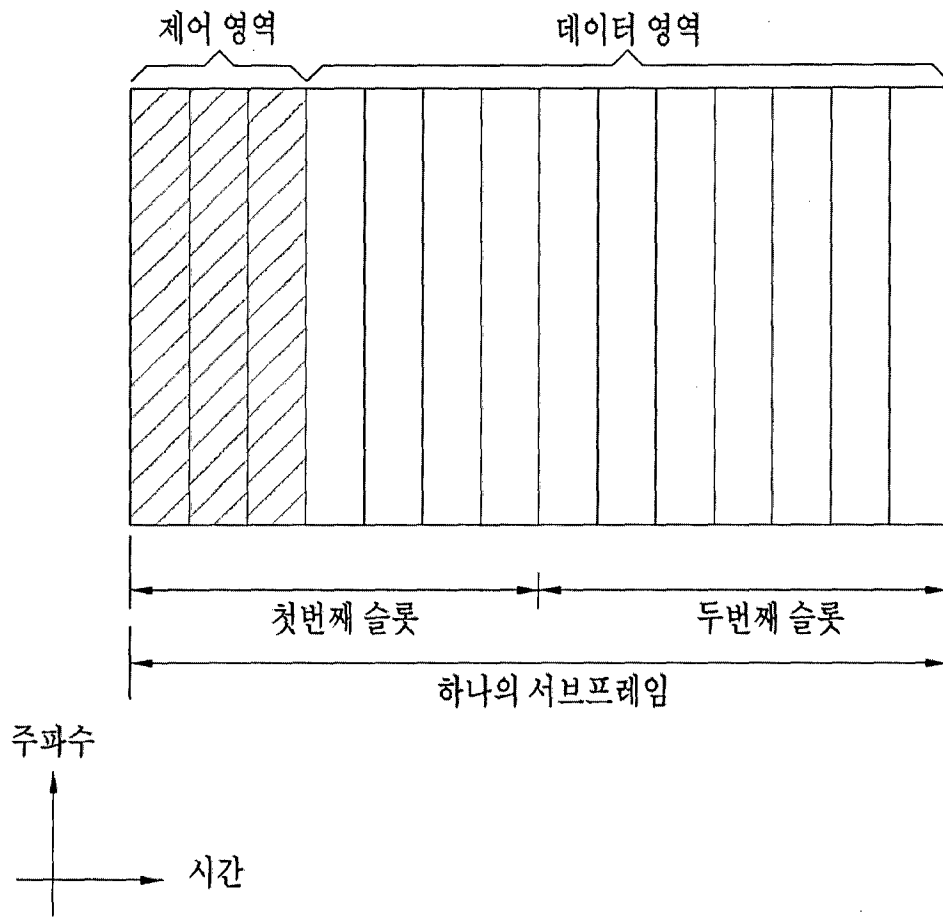
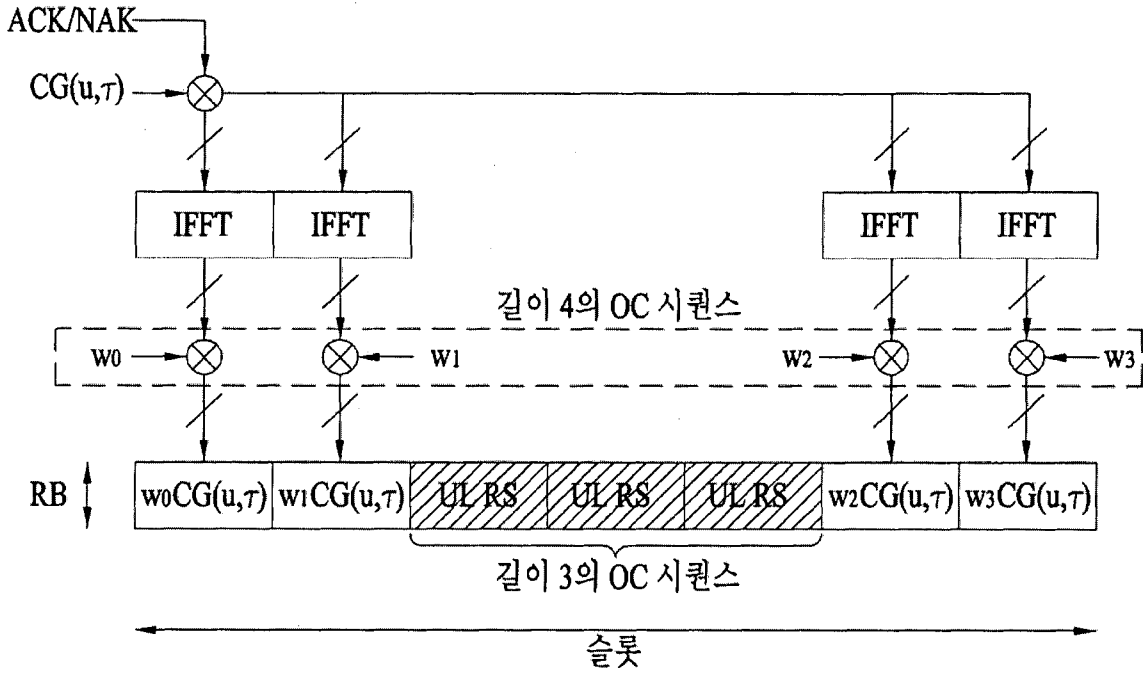
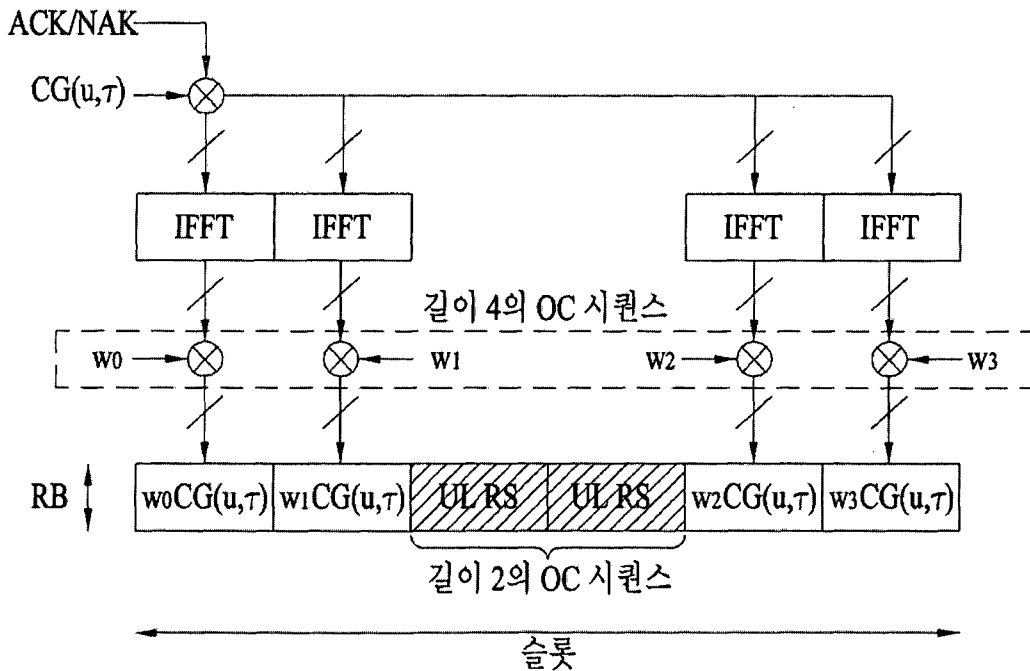


FIG. 6



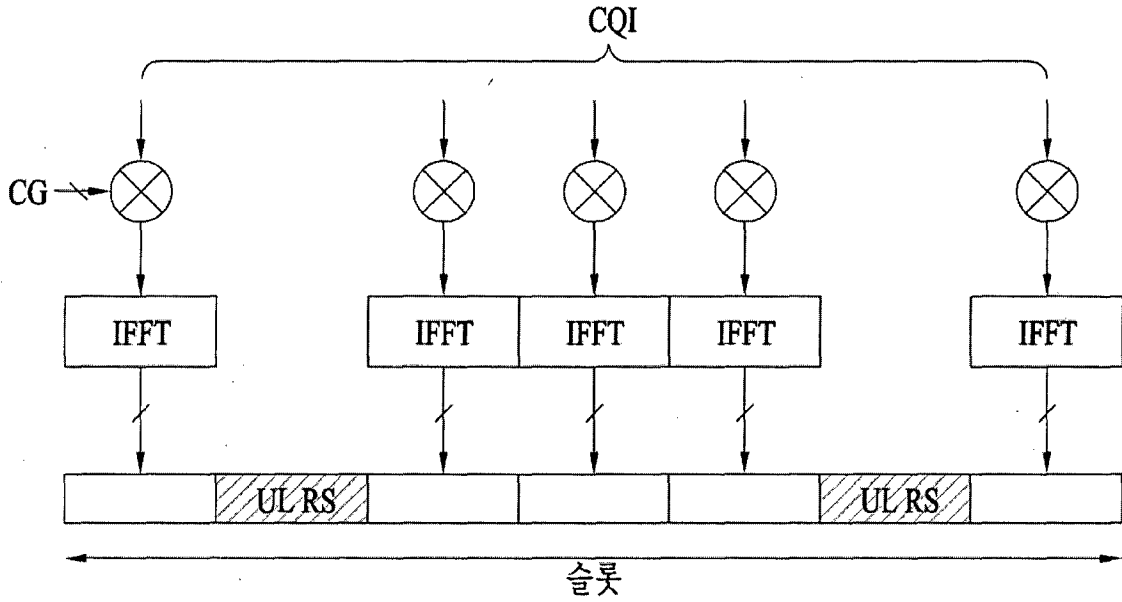
PUCCH 포맷 1a 및 1b 구조 (일반 CP 케이스)

FIG. 7



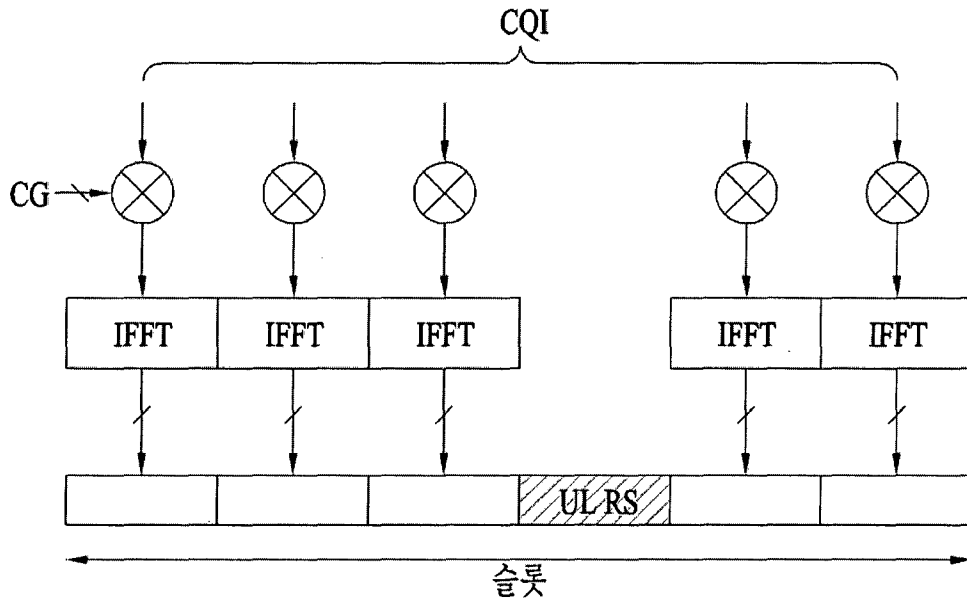
PUCCH 포맷 1a 및 1b 구조 (확장 CP 케이스)

FIG. 8



PUCCH 포맷 2, 2a 및 2b 구조 (일반 CP 케이스)

FIG. 9



PUCCH 포맷 2, 2a 및 2b 구조 (확장 CP 케이스)

FIG. 11

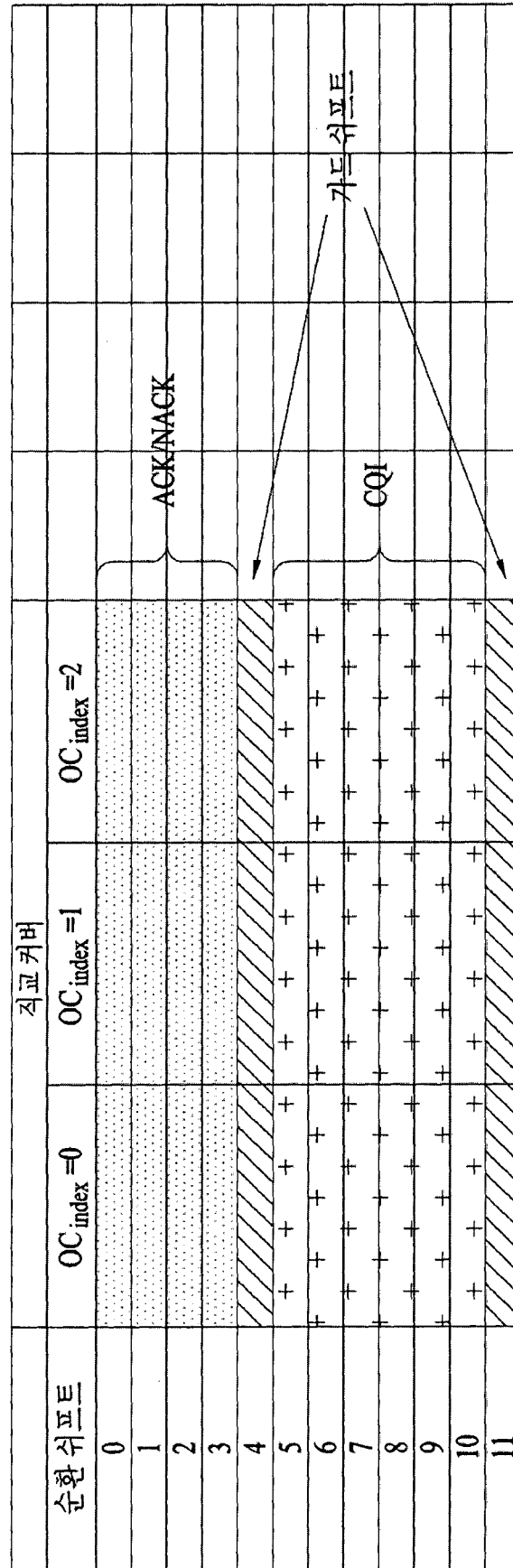
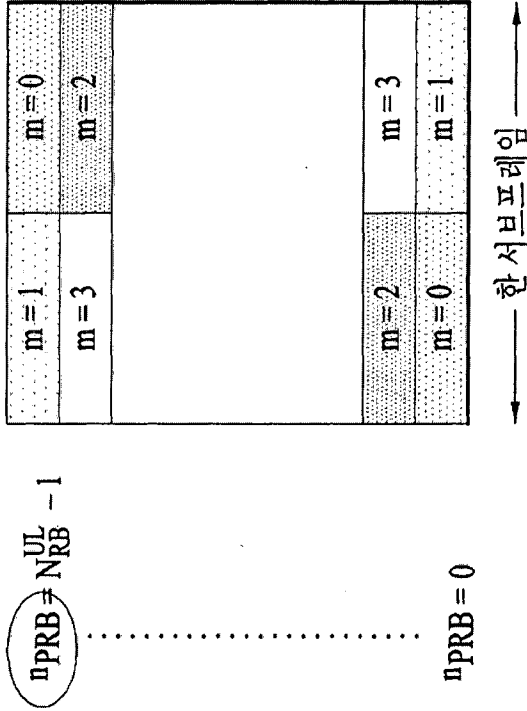


FIG. 12

□ 슬롯 n_s 에서 PUCCH의 전송에 사용되는 PRB들

$$n_{PRB} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \cdot \text{mod}2) \bmod 2 = 0 \\ \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor - 1 - \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \cdot \text{mod}2) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

• 맵핑 순서:
 외부 경계에 있는 RB들로부터 내부 경계에 있는 RB들로
 • PUCCH 포맷 2/2a/2b 우선
 • 다음으로 혼합된 ACK/NACK 및 CQI 포맷
 • PUCCH 포맷 1/1a/1b



PUCCH 포맷 1/1a/1b

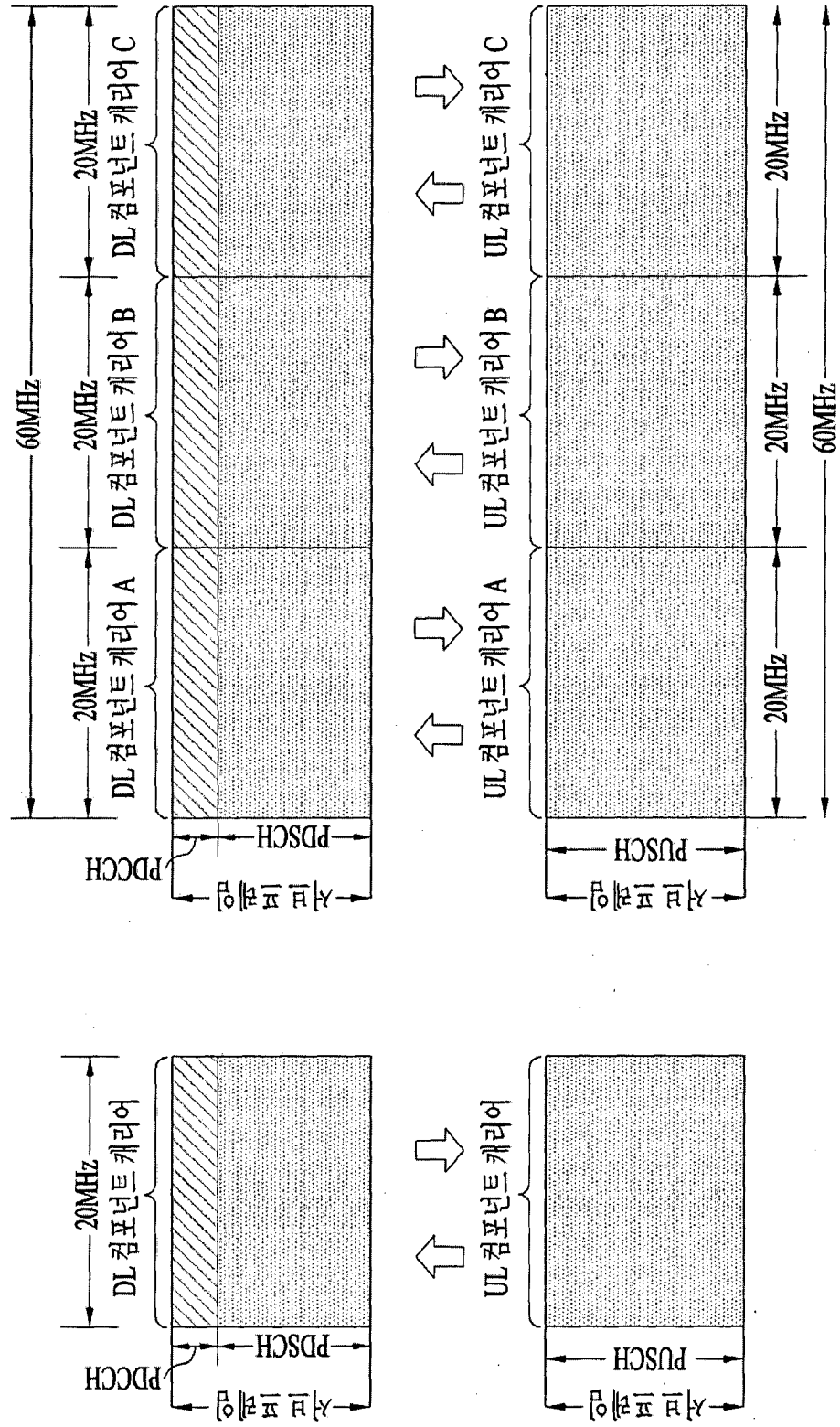
PUCCH 포맷 2/2a/2b

$$m = \begin{cases} N_{RB}^{(2)} & \text{if } n_{PUCCH}^{(1)} < c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ \left\lfloor \frac{n_{PUCCH}^{(1)} \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH}}{c \cdot N_{cs}^{(2)} / \Delta_{shift}^{PUCCH}} \right\rfloor + N_{RB}^{(2)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$c = \begin{cases} 3 & \text{표준 순환 전치} \\ 2 & \text{확장 순환 전치} \end{cases}$

$$m = \left\lfloor \frac{n_{PUCCH}^{(2)}}{N_{sc}^{RB}} \right\rfloor$$

FIG. 13



(a) 단일 CC

(b) 복수 CC

FIG. 14

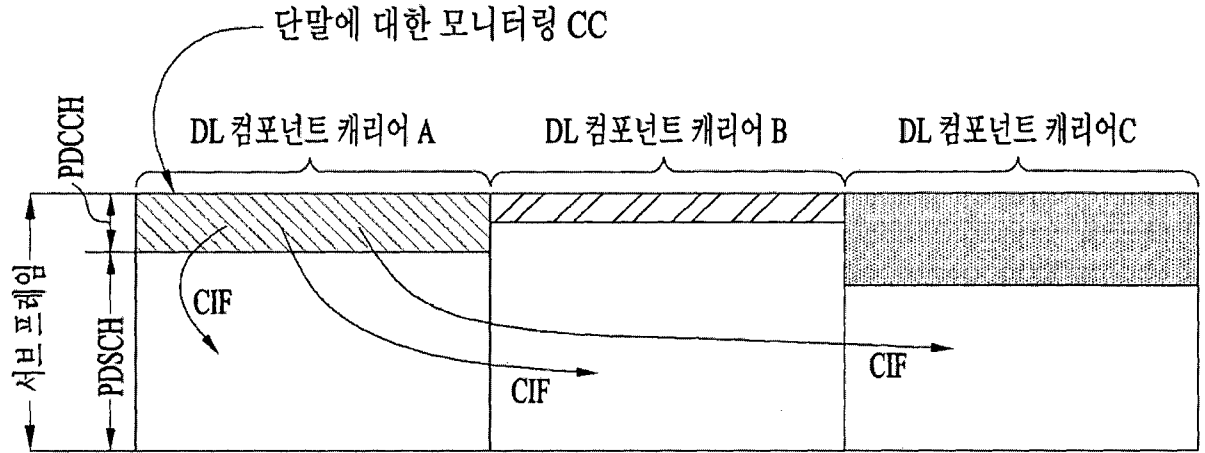


FIG. 15

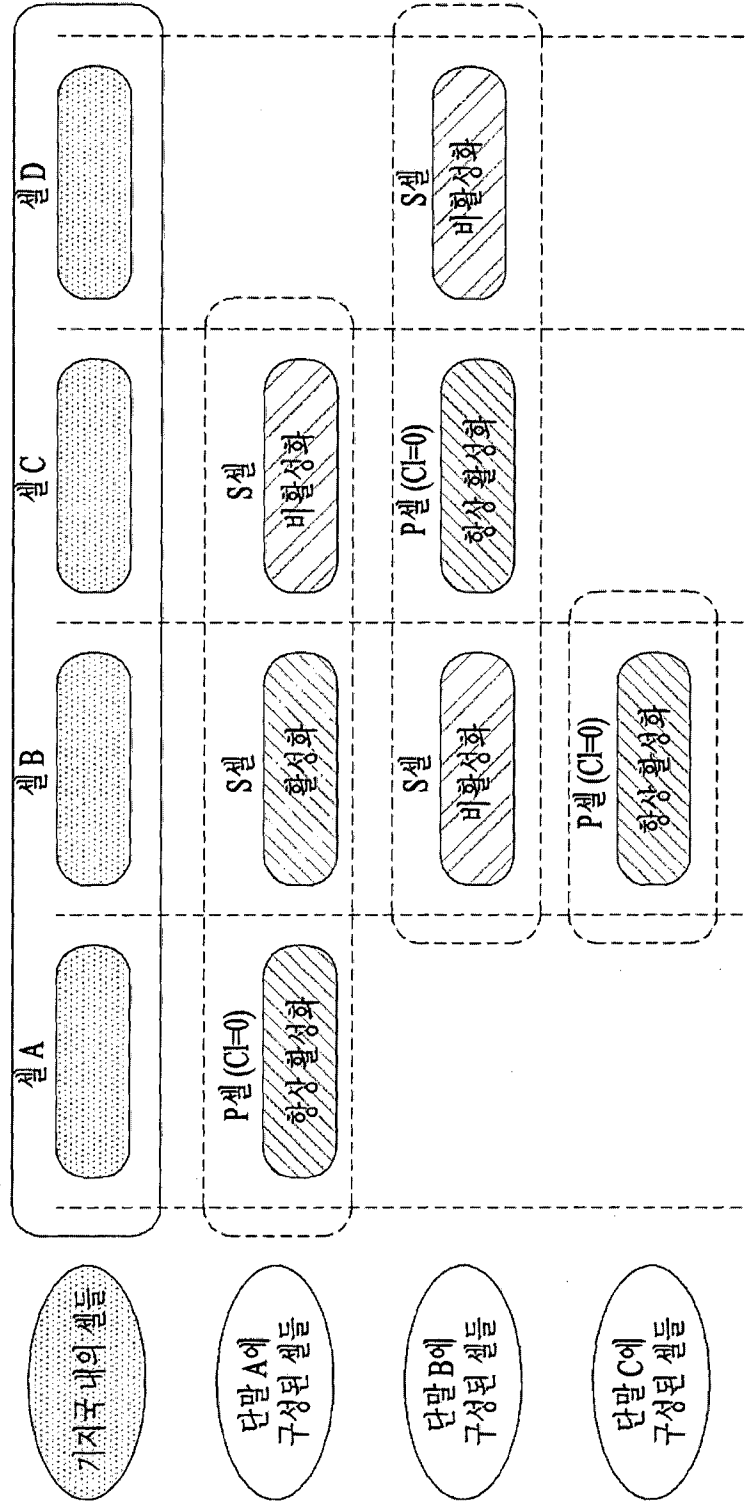


FIG. 16

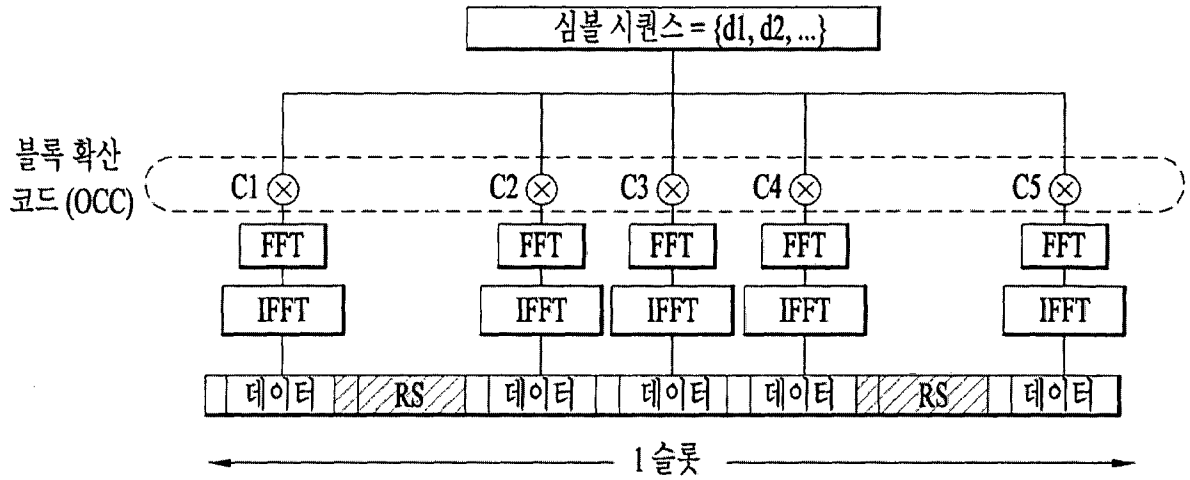


FIG. 17

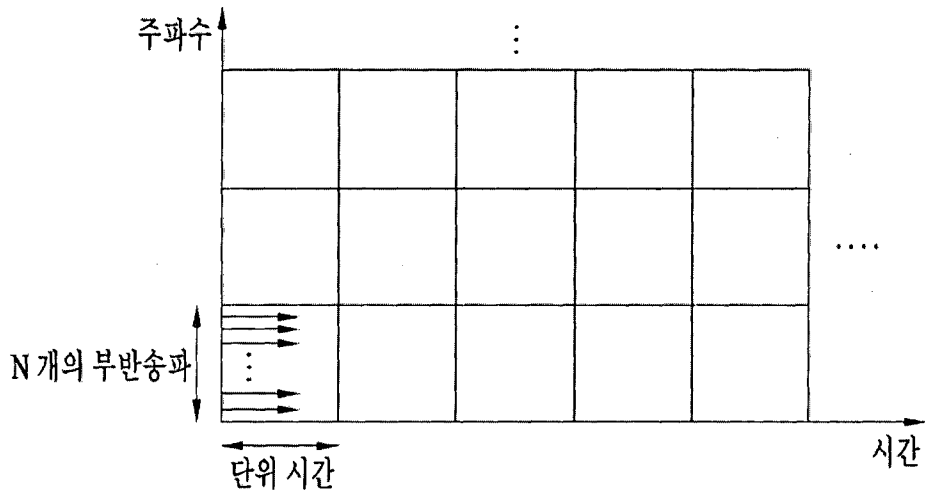


FIG. 18

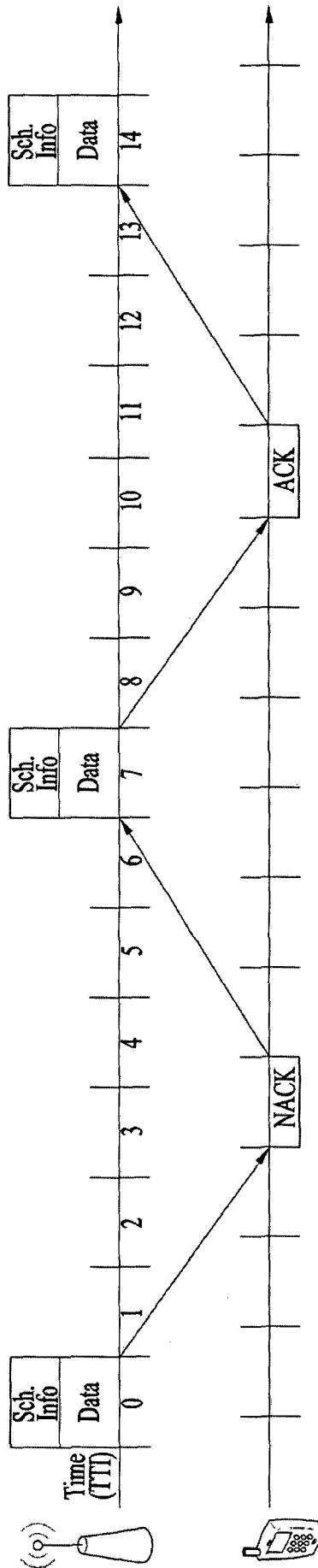


FIG. 19

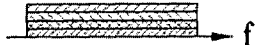
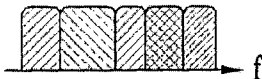
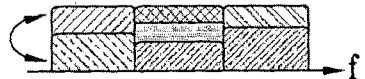
	W-CDMA	LTE / LTE-A	FRA cellular enhancement
Radio resource allocation	Non-orthogonal (CDMA)	Orthogonal (OFDMA)	Orthogonal (OFDMA) + Superposition / Cancellation (NOMA)
Link adaptation	Fast TPC (TPC: Transmission Power Control)	AMC (AMC : Adaptive Modulation & Coding)	MUPA / AMC (MUPA: Multi-User Power Allocation)
Multiple access image	Non-orthogonal assisted by power control 	Orthogonal between users 	Superposition & interference cancellation 

FIG. 20

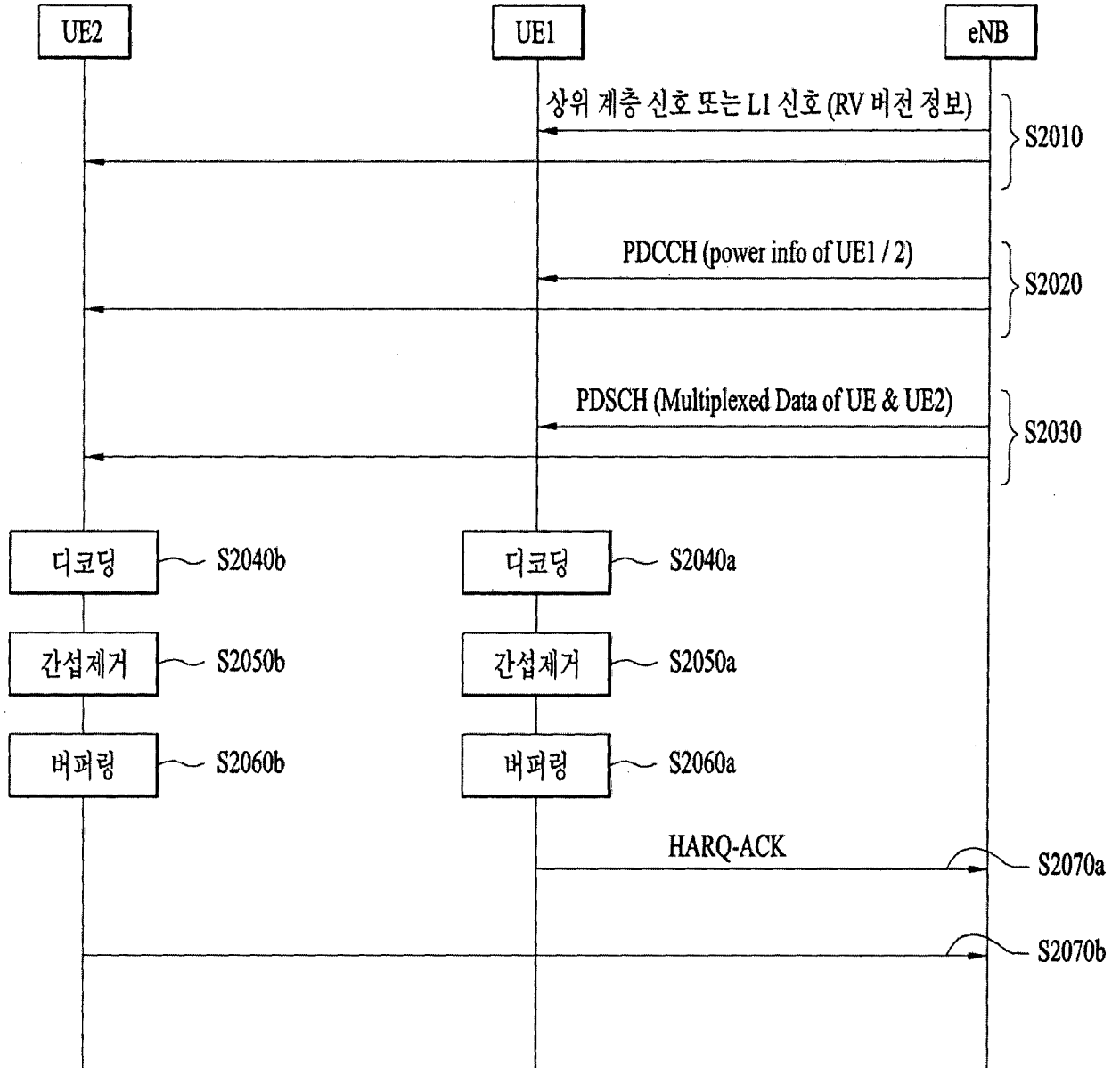


FIG. 21

