



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월13일
(11) 등록번호 10-1808820
(24) 등록일자 2017년12월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 52/04 (2009.01) H04B 7/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7011490
(22) 출원일자(국제) 2011년11월03일
심사청구일자 2016년11월03일
(85) 번역문제출일자 2013년05월03일
(65) 공개번호 10-2013-0131328
(43) 공개일자 2013년12월03일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2011/008339
(87) 국제공개번호 WO 2012/060649
국제공개일자 2012년05월10일
(30) 우선권주장
61/409,662 2010년11월03일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
Samsung, Need for DAI and HARQ-ACK
Transmission Aspects with CA, 3GPP TSG RAN
WG1 #62, R1-104576, 2010.08.28.
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
파파스켈라리오, 아리스
미국, 텍사스 77098, 휴스턴, 2128 헤롤드 스트리트 유닛 B
조준영
경기 수원시 영통구 봉영로1744번길 11, 224동 101호 (영통동, 황골마을2단지아파트)
(74) 대리인
이전주

전체 청구항 수 : 총 20 항

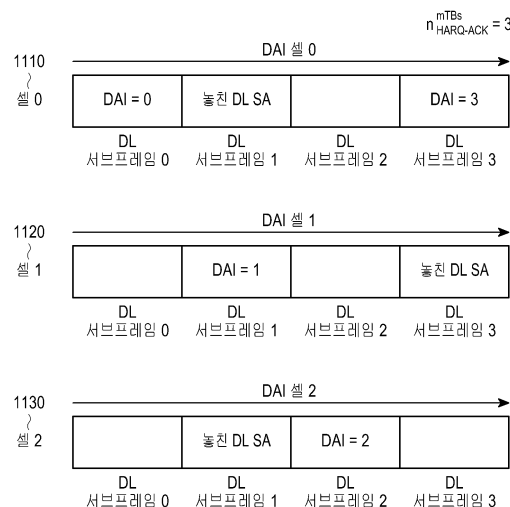
심사관 : 구영희

(54) 발명의 명칭 캐리어 집적 다운로드 TDD 시스템에서의 수신확인 정보 생성 및 전력 제어

(57) 요약

사용자 단말(User Equipment: UE)이 제어 채널에서 전송하는 수신확인 신호의 전력을 결정하고, 상기 UE가 데이터 채널에서 데이터 정보 비트들과 함께 멀티플렉싱하는 수신확인 정보 비트들의 수를 결정하기 위하여 시분할 이중화(Time Division Duplex: TDD) 통신 시스템의 하향링크(DownLink: DL)에서 다중 셀들을 갖도록 구성된 UE에 대한 방법들 및 장치들이 제공된다. 제어 신호의 전송 전력은 상기 UE가 다중 전송 시간 간격들 및 다수로 구성된 DL 셀들을 통해 감지하는 DL 스케줄링 할당들(Scheduling Assignments: SAs)에서의 DL 할당 인덱스(DL Assignment Index: DAI) 정보 요소들(Information Elements: IEs)에 기반하여 결정된다. 상기 데이터 채널에서의 상기 수신확인 정보 비트들의 수는 상기 데이터 채널의 전송과 연관된 상향링크(Uplink: UL) SA의 DAI IE에 기반하여 결정된다.

대표도 - 도11



(56) 선행기술조사문헌
KR1020060034606A
KR10000876715B1
KR1020080074698A
KR1020100050633A

명세서

청구범위

청구항 1

물리적 업링크 제어 채널(physical uplink control channel: PUCCH) 전송 전력을 결정하는 방법으로서,
 셀 c의 번들링 윈도우(bundling window) 내에서 수신된 전송 블록(transport block: TB)들에 응답하여 수신확인 정보 비트들을 결정하는 단계;
 상기 수신된 TB들의 수, $V_{dl_dai_c}$ 및 U_{dai_c} 에 기초하여 전송 전력을 결정하는 단계; 및
 상기 전송 전력을 이용하여 PUCCH를 통해 상기 수신확인 정보 비트들을 전송하는 단계를 포함하고,
 상기 $V_{dl_dai_c}$ 는 상기 셀 c의 번들링 윈도우 내에서 검출된 마지막 다운링크 스케줄링 할당에 포함된 다운링크 할당 인덱스(downlink assignment index: DAI) 값이고, 그리고 U_{dai_c} 는 상기 셀 c의 번들링 윈도우 내에서 검출된 다운링크 스케줄링 할당들의 총 수인,
 PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 전송 전력을 결정하는 단계는,
 상기 수신된 TB들의 수 및 놓친(missed) 다운링크 스케줄링 할당의 수에 기초하여 상기 전송 전력을 결정하는 단계를 포함하고,
 상기 놓친 다운링크 스케줄링 할당의 수는 상기 $V_{dl_dai_c}$ 및 상기 U_{dai_c} 에 기초하여 도출되는,
 PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 다운링크 스케줄링 할당은 다운링크 데이터 송신 및 반-지속적 스케줄링 릴리즈 중 적어도 하나를 표시하는,
 PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 수신확인 정보 비트들의 크기는 구성된 셀들의 수 및 각각의 셀에 대한 전송 모드에 기초하여 결정되는,
 PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 셀에 대한 전송 모드가 전송 당 최대 2 개의 TB들을 표시하는 경우, 상기 수신확인 정보 비트들 내에 상기 셀에 대하여 2M 비트들이 포함되고,
 상기 셀에 대한 전송 모드가 오직 하나의 전송 블록 전송을 표시하는 경우, 상기 수신확인 정보 비트들 내에 상기 셀에 대하여 M 비트들이 포함되고,
 M은 상기 셀 c의 번들링 윈도우 내의 다운링크 서브프레임들의 수인,

PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 6

물리적 업링크 제어 채널(physical uplink control channel: PUCCH) 전송 전력을 결정하기 위한 사용자 단말 (user equipment: UE) 장치로서,

셀 c의 번들링 윈도우(bundling window) 내에서 수신된 전송 블록(transport block: TB)들에 응답하여 수신확인 정보 비트들을 결정하고, 그리고 상기 수신된 TB들의 수, $V_{dl_dai_c}$ 및 U_{dai_c} 에 기초하여 전송 전력을 결정하도록 구성되는 제어기; 및

상기 전송 전력을 이용하여 PUCCH를 통해 상기 수신확인 정보 비트들을 전송하도록 구성되는 전송기를 포함하고,

상기 $V_{dl_dai_c}$ 는 상기 셀 c의 번들링 윈도우 내에서 검출된 마지막 다운링크 스케줄링 할당에 포함된 다운링크 할당 인덱스(downlink assignment index: DAI) 값이고, 그리고 U_{dai_c} 는 상기 셀 c의 번들링 윈도우 내에서 검출된 다운링크 스케줄링 할당들의 총 수인,

UE 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제어기는

상기 수신된 TB들의 수 및 놓친(missed) 다운링크 스케줄링 할당의 수에 기초하여 상기 전송 전력을 결정하는 것에 의해 상기 전송 전력을 결정하도록 구성되고,

상기 놓친 다운링크 스케줄링 할당의 수는 상기 $V_{dl_dai_c}$ 및 상기 U_{dai_c} 에 기초하여 도출되는,

UE 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 다운링크 스케줄링 할당은 다운링크 데이터 송신 및 반-지속적 스케줄링 릴리즈 중 적어도 하나를 표시하는,

UE 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 수신확인 정보 비트들의 크기는 구성된 셀들의 수 및 각각의 셀에 대한 전송 모드에 기초하여 결정되는,

UE 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

셀에 대한 전송 모드가 전송 당 최대 2 개의 TB들을 표시하는 경우, 상기 수신확인 정보 비트들 내에 상기 셀에 대하여 2M 비트들이 포함되고,

상기 셀에 대한 전송 모드가 오직 하나의 전송 블록 전송을 표시하는 경우, 상기 수신확인 정보 비트들 내에 상기 셀에 대하여 M 비트들이 포함되고,

M은 상기 셀 c의 번들링 윈도우 내의 다운링크 서브프레임들의 수인,

UE 장치.

청구항 11

물리적 업링크 제어 채널(physical uplink control channel: PUCCH) 전송 전력을 결정하는 방법으로서,

셀 c의 번들링 윈도우(bundling window) 내에서 검출된 다운링크 스케줄링 할당들에 응답하여 수신확인 정보 비트들을 결정하는 단계;

상기 검출된 다운링크 스케줄링 할당들의 수, $V_{dl_dai_c}$ 및 U_{dai_c} 에 기초하여 전송 전력을 결정하는 단계; 및

상기 전송 전력을 이용하여 PUCCH를 통해 상기 수신확인 정보 비트들을 전송하는 단계를 포함하고,

상기 $V_{dl_dai_c}$ 는 상기 셀 c의 번들링 윈도우 내에서 검출된 마지막 다운링크 스케줄링 할당에 포함된 다운링크 할당 인덱스(downlink assignment index: DAI) 값이고, 그리고 U_{dai_c} 는 상기 셀 c의 번들링 윈도우 내에서 검출된 다운링크 스케줄링 할당들의 총 수인,

PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 전송 전력을 결정하는 단계는,

상기 검출된 다운링크 스케줄링 할당들의 수 및 놓친(missed) 다운링크 스케줄링 할당의 수에 기초하여 상기 전송 전력을 결정하는 단계를 포함하고,

상기 놓친 다운링크 스케줄링 할당의 수는 상기 $V_{dl_dai_c}$ 및 상기 U_{dai_c} 에 기초하여 도출되는,

PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 다운링크 스케줄링 할당은 다운링크 데이터 송신 및 반-지속적 스케줄링 릴리즈 중 적어도 하나를 표시하는,

PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 수신확인 정보 비트들의 크기는 구성된 셀들의 수에 기초하여 결정되는,

PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 수신확인 정보 비트들 내에 셀에 대하여 M 비트들이 포함되고,

M은 상기 번들링 윈도우 내의 다운링크 서브프레임들의 수인,

PUCCH 전송 전력을 결정하는 방법.

청구항 16

물리적 업링크 제어 채널(physical uplink control channel: PUCCH) 전송 전력을 결정하기 위한 사용자 단말(user equipment: UE) 장치로서,

셀 c의 번들링 윈도우(bundling window) 내에서 검출된 다운링크 스케줄링 할당들에 응답하여 수신확인 정보 비트들을 결정하고 그리고 상기 검출된 다운링크 스케줄링 할당들의 수, $V_{dl_dai_c}$ 및 U_{dai_c} 에 기초하여 전송

전력을 결정하도록 구성되는 제어기; 및

상기 전송 전력을 이용하여 PUCCH를 통해 상기 수신확인 정보 비트들을 전송하도록 구성되는 전송기를 포함하고,

상기 $V_{dl_dai_c}$ 는 상기 셀 c 의 번들링 윈도우 내에서 검출된 마지막 다운링크 스케줄링 할당에 포함된 다운링크 할당 인덱스(downlink assignment index: DAI) 값이고, 그리고 U_{dai_c} 는 상기 셀 c 의 번들링 윈도우 내에서 검출된 다운링크 스케줄링 할당들의 총 수인,

UE 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 검출된 다운링크 스케줄링 할당들의 수 및 놓친(missed) 다운링크 스케줄링 할당의 수에 기초하여 상기 전송 전력을 결정하는 것에 의해 상기 전송 전력을 결정하도록 구성되고,

상기 놓친 다운링크 스케줄링 할당의 수는 상기 $V_{dl_dai_c}$ 및 상기 U_{dai_c} 에 기초하여 도출되는,

UE 장치.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 다운링크 스케줄링 할당은 다운링크 데이터 송신 및 반-지속적 스케줄링 릴리즈 중 적어도 하나를 표시하는,

UE 장치.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 수신확인 정보 비트들의 크기는 구성된 셀들의 수에 기초하여 결정되는,

UE 장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 수신확인 정보 비트들 내에 셀에 대하여 M 비트들이 포함되고,

M 은 상기 번들링 윈도우 내의 다운링크 서브프레임들의 수인,

UE 장치.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템들에 관한 것으로, 특히, 통신 시스템의 상향링크에서의 수신확인 정보의 전송에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 통신 시스템은 기지국(Base Station: BS) 또는 노드비(NodeB)로부터의 송신 신호들을 사용자 단말(User Equipment: UE)로 전달하는 하향링크(DownLink: DL) 및 UE들로부터의 신호들을 NodeB로 전송하는 상향링크(Uplink: UL)를 포함한다. 일반적으로 단말 또는 이동국으로 불리기도 하는 UE는 고정되거나 이동할 수 있고, 무선 기기, 핸드폰, 개인용 컴퓨터 기기, 이동 전자 기기, 또는 다른 유사한 고정 또는 이동 전자 기기일 수 있다. NodeB는 일반적으로 고정된 스테이션이며, 액세스 포인트 또는 몇몇 다른 동등한 용어들로 불리기도 한다.

[0003] 더 상세하게, UL은 DL에서의 데이터 신호들의 전송과 관련된 제어 정보를 제공하는 제어 신호들의 정보 콘텐츠 및 일반적으로 파일럿 신호들이라 불리는 기준 신호(Reference Signal: RS)들의 정보 콘텐츠를 운반하는 데이터 신호들을 전송한다. 상기 DL은 또한 데이터 신호들, 제어 신호들, 및 RS들의 전송을 전달한다.

[0004] UL 데이터 신호들은 물리 상향링크 공유 채널(Physical Uplink Shared CHannel: PUSCH)을 통해 전송되고, DL 데이터 신호들은 물리 하향링크 공유 채널(Physical Downlink Shared CHannel: PDSCH)을 통해 전달된다. PUSCH 전송이 발생하지 않는 경우, UE는 물리 상향링크 제어 채널(Physical Uplink Control CHannel: PUCCH)을 통해 UL 제어 정보(UL Control Information: UCI)를 전달한다. 그러나, PUSCH 전송이 발생하는 경우, UE는 PUSCH를 통해 데이터와 함께 UCI를 전달할 수 있다.

[0005] DL 제어 신호들은 UE 특정한 방식으로 방송되거나 전송될 수 있다. 따라서, 다른 목적들 중에서, UE 특정 제어 채널들이 사용되어 UE들에게 PDSCH 수신을 위한 스케줄링 할당들(Scheduling Assignments: SAs), 또는 다시 말해, DL SA 또는 PUSCH 전송, 또는 다시 말해, UL SA를 제공한다. SA들은 각 물리 DL 제어 채널들(PDCCHs)을 통해 NodeB로부터 DL 제어 정보(DL Control Information: DCI) 포맷들을 사용하는 각 UE들로 전송된다.

[0006] NodeB는 무선 자원 제어(Radio Resource Control: RRC) 시그널링, PDSCH 및 PUSCH 전송 모드(Transmission Mode: TM)와 같은 상위 계층 시그널링을 통해 UE를 설정할 수 있다. 상기 PDSCH TM 또는 PUSCH TM은 각각 DL SA 또는 UL SA와 관련되고, 각 PDSCH 또는 PUSCH가 하나의 데이터 전송 블록(Transport Block: TB) 또는 2개의 데이터 TB들을 전달하는지의 여부를 정의한다.

[0007] PDSCH 또는 PUSCH 전송들은 각 DL SA 또는 UL SA를 사용하여 상위 계층 시그널링 또는 PDCCH 시그널링과 같은 물리 계층 시그널링을 통해 NodeB에 의해 스케줄링되어 UE에 할당되거나, 주어진 하이브리드 자동 반복 요청(Hybrid Automatic Repeat reQuest: HARQ) 과정에 대한 비 적응형 재전송들에 해당한다. 상위 계층 시그널링에 의한 스케줄링은 반 지속적 스케줄링(Semi-Persistent Scheduling: SPS)으로 불리며, PDCCH에 의한 스케줄링은 동적 스케줄링(dynamic scheduling)으로 불린다. PDCCH는 또한 SPS PDSCH 또는 SPS PDSCH를 릴리즈(release) 하는데 사용될 수 있다. 만약 UE가 PDCCH를 놓친 경우, 즉, PDCCH 탐지를 하지 못한 경우, UE는 또한 관련된 PDSCH 또는 PUSCH를 놓치게 된다. 이러한 사건은 불연속적 전송(Discontinuous Transmission: DTX)이라 불린다.

[0008] UCI는 HARQ 과정과 연관된 긍정 수신확인(ACKnowledgment: ACK) 정보, 즉, HARQ-ACK를 포함한다. HARQ-ACK 정보는 UE가 바르게 수신한 TB들에 대한 긍정 ACK들에 해당하는 다중 비트들 또는 UE가 바르게 수신하지 못한 TB들에 대한 부정 수신확인들(NACKs)로 이루어질 수 있다. UE가 TB를 수신하지 못한 경우, UE는 트라이-스테이트(tri-state) HARQ-ACK 정보를 포함하는 DTX를 전송할 수 있거나, TB의 부재 및 TB의 바르지 않은 수신은 모두(결합된 NACK/DTX 상태에서) NACK에 의해 표현될 수 있다. UE가 DTX를 NodeB로 전달하지 않은 결과는 충분 리

던던시(Incremental Redundancy: IR)가 HARQ 과정에 사용될 수 없도록 한다. 이는 처리량 손실을 발생시킨다. 또한 DTX 피드백을 기반으로 하는 PDCCH 전력 제어를 불가능하게 하는 다른 또 다른 결과를 낳는다.

- [0009] 시분할 이중화(Time Division Duplex: TDD) 시스템들에서, DL 및 UL 전송들은 서브프레임들이라 불리는 서로 다른 전송 시간 간격들(Transmission Time Intervals: TTIs)에서 발생한다. 예를 들면, 10개의 서브프레임을 포함하는 하나의 프레임에서, 몇몇 서브프레임들은 DL 전송들에 사용될 수 있고, 몇몇 서브프레임들은 UL 전송들에 사용될 수 있다.
- [0010] 도 1은 종래 기술에 따른 TDD 시스템에 대한 프레임 구조를 도시한다.
- [0011] 도 1을 참조하면, 20ms 프레임은 2개의 동일한 5ms 하프-프레임들로 이루어진다. 각각의 5ms 하프-프레임(110)은 8개의 슬롯(120)과, 3개의 특수 필드인 DL 파일럿 시간 슬롯(DL Pilot Time Slot: DwPTS)(130), 가드 주기(Guard Period: GP)(140), 및 UL 파일럿 시간 슬롯(UL Pilot Time Slot: UpPTS)(150)으로 분할된다. (DwPTS + GP + UpPTS)의 길이는 하나의 서브프레임(120)에 해당하며, 1ms이다. DwPTS는 NodeB로부터의 동기화 신호들의 전송을 위해 사용될 수 있는 반면, UpPTS는 UE들로부터의 랜덤 액세스 신호들의 전송을 위해 사용될 수 있다. GP는 일시적 간섭을 흡수하여 DL과 UL 전송들 사이의 천이를 용이하게 한다.
- [0012] 프레임당 DL 서브프레임들의 수 및 UL 서브프레임들의 수는 서로 다를 수 있으며, 다수의 DL 서브프레임들은 단일 UL 서브프레임과 연관될 수 있다. 다수의 DL 서브프레임들 및 단일 UL 서브프레임 사이의 연관은 다수의 DL 서브프레임들에서의 (데이터 TB들에 해당하는) PDSCH 수신들에 대한 응답으로 발생한 비트들의 HARQ-ACK 정보와 단일 UL 서브프레임에서 전송될 필요가 있음을 의미한다. 이러한 수의 DL 서브프레임들은 번들링 윈도우(bundling window)로 불리며, 도 1의 예에서, 이는 보통 4개의 서브프레임보다 작거나 같으며, 9개의 서브프레임보다는 항상 작거나 같다.
- [0013] UE가 다수의 DL 서브프레임들에서의 PDSCH들을 수신하는 것에 대한 응답으로 단일 UL 서브프레임에서의 HARQ-ACK 정보를 전송하는 일 방법으로는 UE가 모든 데이터 TB들을 바르게 수신하는 경우에만 ACK를 전송하는 HARQ-ACK 번들링이 있으며, 그렇지 않으면, UE는 NACK를 전송한다. 그러므로, UE가 단지 하나의 데이터 TB를 바르게 수신하지 못하고 다른 모든 데이터 TB들을 바르게 수신한 경우에도 NACK가 전송되기 때문에 HARQ-ACK 번들링은 불필요한 재전송들 및 감소된 DL 처리량으로 이어진다.
- [0014] UE가 다수의 DL 서브프레임들에서의 데이터 TB들을 수신하는 것에 대한 응답으로 단일 UL 서브프레임에서의 HARQ-ACK 정보를 전송하는 다른 방법으로는 PUCCH 자원 선택에 기반하는 HARQ-ACK 다중화가 있다.
- [0015] UE가 다수의 DL 서브프레임들에서의 데이터 TB들을 수신하는 것에 대한 응답으로 단일 UL 서브프레임에서의 HARQ-ACK 정보를 전송하는 또 다른 방법으로는 예를 들면, 하기에서 설명될 리드-물러(Reed-Mueller: RM) 부호와 같은 블록 코드를 사용하는 HARQ-ACK 비트들의 연합 코딩이 있다. 본 명세서에서는 HARQ-ACK 비트들의 연합 코딩에 맞춰서 설명한다. HARQ-ACK 정보의 전송에 대한 설명이 간결성을 위하여 단지 PUCCH에 대하여서만 이루어졌지만, 상기 코딩 방법은 기본적으로 PUSCH에서의 전송과 동일하다.
- [0016] PDSCH가 하나의 TB를 전달하는 경우, 상기 TB가 바르게 수신되면, 바이너리 "1"이 ACK를 지시하도록 각 HARQ-ACK 정보는 바이너리 "1"로서 부호화되는 하나의 비트로 이루어지고, 상기 TB가 바르게 수신되지 못하면, 바이너리 "0"이 NACK를 지시하도록 각 HARQ-ACK 정보는 바이너리 "0"으로서 부호화되는 하나의 비트로 이루어진다. PDSCH가 2개의 TB들을 전달하는 경우, 하나 이상의 등급을 가진 단일 사용자 다중 입력 다중 출력(Single User-Multiple Input Multiple Output: SU-MIMO) 전송 방법에 따라, HARQ-ACK 정보는 제1 TB에 해당하는 o_0^{ACK} 및 제2 TB에 해당하는 o_1^{ACK} 를 구비하는 2개의 비트 $[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK}]$ 로 구성된다. UE가 공간 영역에서 번들링을 적용하는 경우, UE는 하나의 HARQ-ACK 비트만을 생성한다. 하나의 HARQ-ACK 비트의 전송은 반복 코딩을 사용할 수 있고, 2개의 HARQ-ACK 비트들의 전송은 (3, 2) 심플렉스 코드를 사용할 수 있다.
- [0017] 도 2는 종래 기술에 따른 PUSCH 전송 구조를 도시한다.
- [0018] 도 2를 참조하면, 서브프레임(210)은 2개의 슬롯을 포함한다. 각각의 슬롯(220)은 데이터, HARQ-ACK, 또는 RS 전송을 위해 사용되는 $N_{\text{sym}}^{\text{UL}}$ 개의 심볼들을 포함한다. 각 심볼(230)은 채널 전파 효과들에 의한 간섭을 완화시키는 순환 전치(Cyclic Prefix: CP)를 포함한다. 하나의 슬롯에서의 PUSCH 전송은 다른 슬롯이 아닌 동일한 대역폭(Bandwidth: BW) 또는 다른 BW에서 이루어진다. 각 슬롯에서의 몇몇 심볼들은 RS(240)의 전송을 위해 사

용되어, 수신된 데이터 및/또는 HARQ-ACK 정보의 채널 추정 및 일관적 복조가 가능해진다. 전송 BW는 물리 자원 블록들(Physical Resource Blocks: PRBs)로 불리는 주파수 자원 유닛들로 구성된다. 각 PRB는 N_{sc}^{RB} 개의 부반송파들 또는 자원 요소들(Resource Elements: REs)을 포함하고, UE는 PUSCH 전송 BW에 대해 총 $M_{SC}^{PUSCH} = M_{PUSCH} \cdot N_{SC}^{RB}$ RE들을 위한 M_{PUSCH} PRB(250)들을 할당받는다.

[0019] 마지막 서브프레임 심볼은 하나 또는 그 이상의 UE들로부터의 사운딩(Sounding) RS(SRS)(260)를 전송하는데 사용될 수 있다. SRS는 NodeB에게 각UE가 SRS 전송 BW상에서 경험한 채널 매체의 추정을 제공한다. 상기 NodeB는 RRC 시그널링과 같은 상위 계층 시그널링을 통해 SRS 전송 파라미터들을 각 UE에 설정한다. 데이터 전송에 사용될 수 있는 서브프레임 심볼들의 수는 $N_{symb}^{PUSCH} = 2 \cdot (N_{symb}^{UL}) - N_{SRS}$ 이고, 마지막 서브프레임 심볼이 SRS 전송에 사용될 경우 $N_{SRS}=1$ 이고, 그렇지 않을 경우, $N_{SRS}=0$ 이다.

[0020] 각 RS 또는 SRS는 고정 진폭 제로 자기 상관(Constant Amplitude Zero Auto-Correlation: CAZAC) 시퀀스를 사용하여 구성되는 것으로 가정된다. CAZAC 시퀀스들의 직교 다중화는 서로 다른 순환 시프트들(Cyclic Shifts: CSs)을 동일한 CAZAC 시퀀스에 적용함에 의해 달성될 수 있다.

[0021] 도 3은 종래 기술에 따른 PUSCH에서 데이터 및 HARQ-ACK를 전송하는 전송부를 도시한다.

[0022] 도 3을 참조하면, 부호화된 HARQ-ACK 비트들(320)은 데이터 평처링부(330)가 부호화된 데이터 비트들(310)을 평처링하여 삽입된다. 그 후, 이산 푸리에 변환(Discrete Fourier Transform: DFT)이 DFT부(340)에 의해 수행된다. PUSCH 전송 BW에 대한 RE들은 제어부(355)로부터 지시된 대로 부반송파 매핑부(350)에 의해 선택된다. 역 고속 푸리에 변환(Inverse Fast Fourier Transform: IFFT)은 IFFT부(360)에 의해 수행되고, CP 삽입은 CP 삽입부(370)에 의해 수행되고, 시간 윈도우잉은 필터(380)에 의해 수행되어, 전송 신호(390)가 생성된다. 간결성을 위해, 부호화와 변조 과정들 및 디지털-아날로그 변환기, 아날로그 필터들, 및 전송부 안테나들과 같은 추가 전송부 회로는 도시하지 않는다.

[0023] PUSCH 전송은 단일 전송에 대해 DFT 확산 직교 주파수 분할 다중(DFT-Spread-Orthogonal Frequency Division Multiple: DFT-S-OFDM) 방법에 따라 인접한 RE들의 단일 클러스터(395A) 또는 다중 클러스터(395B) 상에서 이루어진다고 가정된다.

[0024] 도 4는 종래 기술에 따른 도 3에 도시된 전송 신호를 수신하는 수신부를 도시한다.

[0025] 도 4를 참조하면, 안테나는 무선-주파수(Radio Frequency: RF) 아날로그 신호를 수신하고, 간결성을 위해 도시되지 않은 필터들, 증폭기들, 및 아날로그-디지털 컨버터들과 같은 유닛들에 의해 추가 처리된 후 수신된 디지털 신호(410)는 시간 윈도우잉을 위한 필터(420)에 의해 필터링되고, CP는 CP 제거부(430)에 의해 제거된다. 그 후, 상기 수신부는 FFT부(440)에 의한 FFT를 적용하고, 제어부(455)의 제어하에 부반송파 디매핑부(450)에 의한 부반송파 디매핑(de-mapping)에 의해 수신부가 사용하는 RE들을 선택한다. 이 후, 역 DFT(IDFT)부(460)는 IDFT를 수행하고, 추출부(470)는 HARQ-ACK 비트들을 추출하고 데이터 비트들에 대한 각 RE들에 이레이저들을 위치시키고, 마침내 데이터 비트들(480)을 생성한다.

[0026] 간결성을 위해 PUSCH가 단일 데이터 TB를 전송한다고 가정하면, PUSCH에서의 HARQ-ACK 전송에 대해 UE는 수학식 1에 도시된 바와 같이 부호화된 HARQ-ACK 심볼들의 각 수를 결정한다.

수학식 1

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{Q_{\text{HARQ-ACK}} \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{HARQ-ACK}}}{Q_m \cdot R} \right\rceil, 4 \cdot M_{sc}^{\text{PUSCH}} \right)$$

[0027]

[0028] 수학식 1에서, $Q_{\text{HARQ-ACK}}$ 는 HARQ-ACK 정보 비트들의 수를 나타내고, 또한 HARQ-ACK 페이로드로 불린다.

$\beta_{offset}^{HARQ-ACK}$ 는 NodeB가 상위 계층 시그널링을 통해 UE에게 전달하는 파라미터를 나타내고, Q_m 은 복조 심볼 당 데이터 정보 비트들의 수를 나타낸다(직교 위상 편이 변조(Quadrature Phase Shift Keying: QPSK), 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation: QAM) 16 및 QAM 64 각각에 대해 $Q_m=2, 4$, 및 6이다). R 은 동일한 TB에 대한 초기 PUSCH 전송의 데이터 코드 전송률을 나타내고, M_{SC}^{PUSCH} 는 현재 서브프레임에서의 PUSCH 전송 BW를 나타내고, $\lceil \cdot \rceil$ 는 하나의 수를 다음 정수로 올림하는 천장 함수(ceiling function)이다.

[0029] 상기 데이터 코드 전송률은 수학적 식 2와 같이 정의된다.

수학적 식 2

$$R = \left(\sum_{r=0}^{CB-1} K_r \right) / (Q_m \cdot M_{SC}^{PUSCH-initial} \cdot N_{symp}^{PUSCH-initial})$$

[0030]

[0031] 수학적 식 2에서, CB는 데이터 코드 블록들의 총 수를 나타내고, K_r 은 데이터 코드 블록 숫자 r 에 대한 비트들의

수를 나타내고, $N_{symp}^{PUSCH-initial}$ 은 동일한 TB의 초기 PUSCH 전송에 대한 서브프레임 심볼들의 수를 나타내고, $M_{SC}^{PUSCH-initial}$ 은 PUSCH 전송 BW에 대한 각 RE들의 수를 나타낸다. 도 2에 도시된 바와 같이, 부호화된 HARQ-ACK 심볼들의 최대 수는 2개의 서브프레임 슬롯들 각각의 RS에 인접한 2개의 서브프레임 심볼들에 위치할 수 있는 4개의 DFT-S-OFDM 심볼들($4 \cdot M_{SC}^{PUSCH}$)에서의 RE들의 수에 한정된다. PUSCH가 예를 들면, SU-MIMO 전송 방식을 사용하여 다수의 TB들을 전달하는 경우의 부호화된 HARQ-ACK 심볼들의 수에 대한 결정은 PUSCH가 하나의 TB를 전달하는 경우와 유사하며, 이에 대한 설명은 간결성을 위하여 생략한다.

[0032] 도 5는 종래 기술에 따른 DFT-S-OFDM 전송 방법을 사용하여 다수의 HARQ-ACK 정보 비트들의 전송에 대한 하나의 슬롯에서의 PUCCH 구조를 도시한다.

[0033] 도 5를 참조하면, 예를 들면, RM 블록 코드 및 QPSK(간결성을 위해 미도시) 각각을 사용하여 부호화 및 변조를 수행한 후, 한 세트의 동일한 HARQ-ACK 비트들(510)이 믹서(520)에 의해 직교 커버링 코드(Orthogonal Covering Code: OCC)(530)의 요소들로 곱해지고, 이후 프리코더부(540)에 의해 DFT 프리코딩된다. 예를 들면, HARQ-ACK 비트들을 운반하는 슬롯당 5개의 심볼들에 대해, OCC는 5({OCC(0), OCC(1), OCC(2), OCC(3), OCC(4)})의 길이를 갖고, $\{1, \exp(j2\pi/5), \exp(j4\pi/5), \exp(j6\pi/5), \exp(j8\pi/5)\}$ 또는 $\{1, \exp(j4\pi/5), \exp(j8\pi/5), \exp(j2\pi/5), \exp(j6\pi/5)\}$ 또는 $\{1, \exp(j6\pi/5), \exp(j2\pi/5), \exp(j8\pi/5), \exp(j4\pi/5)\}$ 또는 $\{1, \exp(j8\pi/5), \exp(j6\pi/5), \exp(j4\pi/5), \exp(j2\pi/5)\}$ 일 수 있다. DFT 프리코더의 출력은 IFFT부(550)를 거쳐 DFT-S-OFDM 심볼(560)에 매핑된다.

[0034] 이전 동작들이 선형적이기 때문에, 이들의 상대적 순서는 서로 교체될 수 있다. PUCCH 전송은 $N_{SC}^{RB}=12$ 개의 RE들로 구성되는 하나의 PRB에 있는 것으로 가정되기 때문에, (12개의 HARQ-ACK QPSK 심볼들을 포함하는) 각 슬롯에서 전송되는 24개의 부호화된 HARQ-ACK 비트들이 존재하고 $(32, Q_{HARQ-ACK})_{RM}$ 코드는 $(24, Q_{HARQ-ACK})_{RM}$ 코드로 평처링된다. 동일하거나 서로 다른 HARQ-ACK 비트들은 제2 서브프레임 슬롯에서 전송될 수 있다. RS는 또한 각 슬롯에서 전송되어 HARQ-ACK 신호들의 일관적 복조를 가능하게 한다. 상기 RS는 IFFT(580)을 거쳐 길이가 12인 CAZAC 시퀀스(570)로부터 구성되고, 다른 DFT-S-OFDM 심볼(590)에 매핑된다.

[0035] 도 5의 PUCCH 구조는 큰 코딩 레이트를 초래하지 않고 제한된 HARQ-ACK 페이로드들만을 지원할 수 있는데, 이는 PUCCH 구조가 24개의 부호화된 HARQ-ACK 비트들만을 지원할 수 있기 때문이다. 예를 들면, 단일 RM 코드는 10 비트까지의 HARQ-ACK 페이로드들에 사용될 수 있고, 이중 RM 코드는 11과 20 사이 비트들로 HARQ-ACK 페이로드들에 사용될 수 있다. 이중 RM 코드를 이용해서, DFT의 연속적인 요소들로의 매핑은 순차적으로, 제1 RM 코드의

출력으로부터의 요소들과 제2 RM 코드의 출력으로부터의 요소들로 번갈아 이루어지며, 이는 간결성을 위하여 도시하지 않는다. 20 비트 이상의 HARQ-ACK 페이로드들에 대해서는, 컨볼루션 코딩이 사용될 수 있다.

[0036] 도 6은 종래 기술에 따른 PUCCH에서의 HARQ-ACK 신호들에 대한 UE 전송부 블록도를 도시한다.

[0037] 도 6을 참조하면, HARQ-ACK 정보 비트들(605)은 인코더 및 변조기(610)에 의해 부호화되고 변조되며, 이후 믹서(620)에 의해 각 DFT-S-OFDM 심볼에 대한 OCC(625)의 요소와 곱해진다. 상기 믹서(620)의 출력은 이후 DFT 프리코더(630)에 의해 프리코딩된다. DFT 프리코딩 후, 제어부(650)의 제어하에 부반송파 매핑이 부반송파 매핑부(640)에 의해 부반송파 매핑이 이루어진다. 그 이후, IFFT가 IFFT부(660)에 의해 수행되고, CP가 CP 삽입부(670)에 의해 부가되고, 신호가 시간 윈도우를 위한 필터(680)에 의해 필터링된다. 그로 인해, 전송 신호(690)가 생성된다. 간결성을 위해, 디지털-아날로그 컨버터, 아날로그 필터들, 증폭기들, 및 전송부 안테나들과 같은 추가 전송부 회로는 도 6에 도시하지 않는다.

[0038] 도 7은 종래 기술에 따른 HARQ-ACK 신호들에 대한 NodeB 수신부의 블록도를 도시한 것이다.

[0039] 도 7을 참조하면, 무선 주파수(Radio Frequency: RF) 아날로그 신호를 수신하고 이를 디지털 신호(710)로 변환한 후, 상기 디지털 신호(710)가 시간 윈도우를 위한 필터(720)에 의해 필터링되고 CP 제거부(730)에 의해 CP가 제거된다. 이후, NodeB 수신부는 FFT부(740)에 의해 FFT를 적용하고, 제어부(755)의 제어하에 부반송파 디매핑부(750)에 의해 부반송파를 디매핑하고, IDFT부(760)에 의해 IDFT를 적용한다. 이후, IDFT부(760)의 출력은 믹서(770)에 의해 각 DFT-S-OFDM 심볼에 대한 OCC 요소(775)와 곱해진다. 합산부(780)는 각 슬롯 상에서 HARQ-ACK 신호들을 전달하는 DFT-S-OFDM 심볼들에 대한 출력들을 합산하고, 복조기 및 디코더(790)는 HARQ-ACK 정보 비트들(795)을 얻기 위해 양 서브프레임 슬롯들 상에서 합산된 HARQ-ACK 신호들을 복조하고 복호화한다.

[0040] TDD 시스템들에서, UE는 다수의 DL 서브프레임들 상에서의 잠재적 TB 수신들에 해당하는 HARQ-ACK 정보를 전송할 필요가 있기 때문에, UE가 PUCCH에서 전달해야 하는 HARQ-ACK 페이로드의 존재 여부를 결정할 시 UE를 돕기

위해 DL 할당 인덱스(DL Assignment Index: DAI) 정보 요소(Information Element: IE) 또는 DL DAI IE V_{DAI}^{DL} 는 각 DL SA에 포함된다. NodeB는 미래 DL 서브프레임들에 주어진 UE에 대한 DL SA가 존재할지에 대한 여부를 예

측할 수 없기 때문에, V_{DAI}^{DL} 는 UE에 전송되는 각 DL SA에서 증가되고, DL 서브프레임이 HARQ-ACK 신호 전송의 UL 서브프레임에 링크된 후의 시작에서부터 시작하는 상대적 카운터이다. 만약 UE가 마지막 DL SA를 놓치면, 올바르게 전송된 HARQ-ACK 페이로드가 전송되어 NodeB에서 적어도 일부의 HARQ-ACK 비트들에 대한 올바르게 전송된

이해를 발생시킬 수 있다. 하기의 모든 설명에서, DL DAI IE는 각각 $V_{DAI}^{DL}=1$, $V_{DAI}^{DL}=2$, $V_{DAI}^{DL}=3$, 및 $V_{DAI}^{DL}=4$ 를 나타내는 값 "00", "01", "10", 및 "11"을 가진 2 비트로 구성된다고 가정한다.

[0041] 도 8은 종래 기술에 따른 DL DAI IE에 대한 설정을 도시한다.

[0042] 도 8을 참조하면, 번들링 윈도우는 4개의 DL 서브프레임들로 이루어진다. DL 서브프레임 0(810)에서, NodeB는

DL SA를 UE에게 전송하고 DL DAI IE 값을 $V_{DAI}^{DL}=1$ 로 설정한다. DL 서브프레임 1(820)에서, NodeB는 DL

SA를 UE에게 전송하고 DL DAI IE 값을 $V_{DAI}^{DL}=2$ 으로 설정한다. DL 서브프레임 2(830)에서, NodeB는 DL SA를 UE에게 전송하지 않고 따라서 DL DAI IE 값이 존재하지 않는다. DL 서브프레임 3(840)에서, NodeB는

PDSCH를 UE에게 전송하고 DL DAI IE 값을 $V_{DAI}^{DL}=3$ 으로 설정한다. UE가 마지막 서브프레임에서 DL SA를 놓치면, UE는 이 사건을 알 수 없고, UE가 각 DTX 또는 NACK를 보고할 수 없기 때문에 잘못된 동작이 발생한다.

[0043] UE가 번들링 윈도우에서의 마지막 서브프레임을 제외한 하나의 서브프레임에서 NodeB에 의해 전송된 DL SA를 감지하지 못하고 동일한 번들링 윈도우에서의 다음 서브프레임에서 전송된 DL SA를 감지하면, UE는 자신이 놓친 이전 DL SA들의 수를 이후의 DL SA의 DL DAI IE 값으로부터 추론할 수 있다. UE가 번들링 윈도우에서 감지하는

DL SA들의 총 수는 U_{DAI} 로 나타낸다. 그러므로, UE는 자신이 $V_{DAI, last}^{DL} - U_{DAI}$ 개의 DL SA들을 놓쳤음을

알 수 있다. 여기서, $V_{DAI, last}^{DL}$ 는 번들링 윈도우에서 UE가 감지한 마지막 DL SA에서의 DL DAI IE 값을 나

타낸다. UE가 실제로 놓칠 수 있는 DL SA들의 실제 수는 $V_{DAI, last}^{DL} - U_{DAI}$ 보다 클 수 있다. 이는 UE가 자신이 감지한 마지막 DL SA 후에 DL SA들을 놓치는 경우 발생한다.

[0044] UE가 HARQ-ACK 정보를 전송하는 UL 서브프레임에서 PUSCH 전송을 갖는 경우, UE는 PUSCH에서 HARQ-ACK 정보를 전송할 수 있다. UE가 마지막 DL SA를 놓치는 실수를 피하기 위해, 그리고 UE가 PUSCH에서 전송한 HARQ-ACK 페이로드에 대한 NodeB와 UE 사이의 동일한 이해를 확실히 하기 위해, DAI IE는 또한 UL SA에 포함되어 HARQ-ACK를 지시하는 UL DAI IE가 존재한다. PUSCH 전송이 UL SA와 연관되지 않은 경우, UE는 번들링 윈도우에서의 매 DL 서브프레임마다 DL SA가 존재한다고 추정한다.

[0045] DL DAI IE에 대해 설명하면, UL DAI IE 값 V_{DAI}^{UL} 는 또한 각각 $V_{DAI}^{DL}=1$, $V_{DAI}^{DL}=2$,

$V_{DAI}^{DL}=3$, 및 $V_{DAI}^{DL}=4$ 또는 0를 나타내는 값 "00", "01", "10", 및 "11"을 가진 2 비트로 표현된다고 가정된다. UE가 번들링 윈도우에서 적어도 하나의 DL SA를 감지하는 경우 UL DAI IE 비트들 "11"은

$V_{DAI}^{DL}=4$ 에 매핑된다. 그렇지 않으면, 상기 비트들은 $V_{DAI}^{UL}=0$ 로 매핑된다. 번들링 윈도우가 4개의

서브프레임보다 큰 경우, $1 < U_{DAI} \leq 5$ 이면 UL DAI IE 값 "00"은 $V_{DAI}^{UL}=5$ 를 지시하고, $U_{DAI} > 5$ 이면

$V_{DAI}^{UL}=9$ 를 지시한다고 가정된다. 이와 유사하게, UL DAI IE 값 "01"은 $2 < U_{DAI} \leq 6$ 이면 $V_{DAI}^{UL}=6$ 을

지시하고, UL DAI IE 값 "10"은 $3 < U_{DAI} \leq 7$ 이면 $V_{DAI}^{UL}=7$ 을 지시하고, UL DAI IE 값 "11"은 $4 < U_{DAI} \leq 8$ 이면

$V_{DAI}^{UL}=8$ 을 지시한다고 가정된다.

[0046] 피크 데이터 전송률을 증가시키기 위해, NodeB는 UE를 다수의 셀들의 반송과 집적(Carrier Aggregation: CA)으로 설정하여 상위 동작 BW들을 제공한다. 예를 들면, 60MHz 이상의 통신을 UE에게 지원하기 위해, 20MHz의 3개의 셀들의 CA 각각이 사용될 수 있다. 각 셀의 PDSCH가 서로 다른 TB들을 전달한다고 가정하면, UE는 자신이 각 셀에서 수신한 각 TB들에 대한 별개의 HARQ-ACK 정보를 생성한다. 이는 HARQ-ACK 전송이 동일한 UL 서브프레임에서 이루어지는 각 DL 서브프레임에서 UE가 자신이 수신한 각 TB들에 대한 별개의 HARQ-ACK 정보를 생성하는 단일 셀 TDD 동작들과 유사하다.

[0047] NodeB는 상위 계층 시그널링을 사용하여 한 세트의 C 셀들을 UE에게 설정할 수 있고, 예를 들면, 매체 접속 제어(Medium Access Control: MAC) 시그널링을 사용하여 서브프레임에서의 PDSCH 수신에 대한 한 세트의 A 셀들($A \leq C$)을 활성화시킬 수 있다. 그러나, UE는 비활성 셀들에서 전송하거나 수신할 수 없다. 설정된 셀들을 활성화시키고 비활성화시키는 PDSCH를 놓치면, UE 및 NodeB는 활성 셀들에 대한 서로 다른 이해를 가질 수 있다. 또한, 통신을 유지하기 위해, DL/UL의 쌍을 갖는 하나의 셀은 항상 활성 상태를 유지하고 주요 셀(Primary cell: Pcell)이라 불린다. UE로부터의 PUCCH 전송은 오직 자신의 Pcell에서만 가정되고, HARQ-ACK 정보는 오직 단일 PUSCH에서만 전달된다.

[0048] 도 9는 종래 기술에 따른 다수의 DL 셀들을 구비한 동작에 대한 도 8에서의 DL DAI IE 설계의 병행화를 도시한다.

[0049] 도 9를 참조하면, NodeB는 셀 0(910)의 3개의 DL 서브프레임들에서 DL SA들을 UE에게 전송하고, 셀 0(910)에서의 PDSCH 전송에 대해서만 UE로 전송된 DL SA들의 수에 따라 DL DAI IE 값들을 설정한다. 이와 유사한 방식으

로, NodeB는 셀 1(920)에서의 2개의 DL 서브프레임들에서 DL SA들을 UE에게 전송하고 셀 1(920) 및 셀 2(930)에서의 PDSCH 전송들 각각에 대해서만 UE로 전송된 DL SA들의 수에 따라 DL DAI IE 값들을 설정한다.

[0050] 단일 DL 셀에서 다중 DL 셀로의 PDSCH 전송에 대한 DL DAI 설계의 병행화의 다른 설계들은 DL 셀들 및 DL 서브프레임들을 통한 조인트 DL DAI 설계를 기반으로 한다. 번들링 윈도우에서의 각 DL 서브프레임에 대해, DL DAI 카운터는 번들링 윈도우에서의 다음 DL 서브프레임을 계속하기 전에 먼저 셀 영역에서 동작한다.

[0051] 도 10은 종래 기술에 따른 셀들을 통한 조인트 DL DAI 설계의 동작 및 DL 서브프레임들을 도시한다.

[0052] 도 10을 참조하면, DL DAI IE 값들은 NodeB가 DL SA를 UE에게 전송하는 DL 서브프레임들 및 설정된 DL 셀들에 대해서만 보여진다. DL DAI 카운터는 셀 0(1010)에서의 DL 서브프레임 0에서부터 시작하고, 셀 1(1030) 및 셀 2(1030)에 대한 셀 영역 DL 서브프레임 0에서 계속된다. DL 서브프레임 0에서의 DL 셀들상의 모든 DL SA들이 카운팅된 후, DL DAI 카운터는 번들링 윈도우에서의 나머지 DL 서브프레임들에 대해 DL 서브프레임 0에서 사용

한 동일한 방식으로 연속적으로 계속한다. 이러한 DL DAI IE는 또한 값들 $V_{DAI}^{DL}=1,2,3,0$ 로 매핑되는 2 비트들로 이루어진다고 가정한다. 이후, 다음 값은 $V_{DAI}^{DL}=0$ 이며, 이는 V_{DAI}^{DL} 가 모듈로 4로 계산되기 때문이다.

[0053] UE가 다중 DL 셀들 상의 통신에 대해 설정되는 것에 대해, NodeB로 HARQ-ACK 정보를 적절히 전달하기 위한 근본적인 조건들은 단일 셀 통신에 대해서와 동일하게 유지된다. 다시 말해, PUSCH에서의 (32, $O_{HARQ-ACK}$) RM 코드로 부호화된 $O_{HARQ-ACK}$ 비트들의 HARQ-ACK 페이로드의 전송에 대해, UE 및 NodeB는 $O_{HARQ-ACK}$ 에 대한 동일한 이해를 가져야한다. PUSCH 전송 전력이 데이터 전송의 추정에 의해 결정되고, HARQ-ACK RE들 및 데이터 RE들의 전송 전력이 동일하기 때문에, HARQ-ACK 수신 신뢰도는 수학식에 1에 표현된 바와 같이 $O_{HARQ-ACK}$ 와 선형적으로 변경되는 각 PUSCH RE들의 수에 따라 달라진다. 그러므로, PUSCH RE들의 불필요한 소비를 피하기 위해 $O_{HARQ-ACK}$ 는 가능한 한 최댓값이어서는 안 된다.

[0054] PUCCH에서의 HARQ-ACK 전송에 대해, UE가 몇몇 DL SA들을 놓칠 수 있기 때문에, UE와 NodeB 사이의 HARQ-ACK

페이로드에 대한 공통적 이해는 HARQ-ACK 페이로드가 항상 $O_{HARQ-ACK}^{max} = N_{bundle} \cdot (C + C_2)$ 비

트들인 최댓값인 경우 또는 공간 영역 번들링에 의한 최댓값인 $O_{HARQ-ACK}^{max, bundle} = N_{bundle} \cdot C$ 경우에만 이루어진다.

여기서, N_{bundle} 은 번들링 윈도우의 크기를 나타내고, C는 UE에 설정된 DL 셀들의 수를 나타내고, C_2 는 UE가 2개의 TB들을 전달하는 PDSCH 전송 모드(Transmission Mode: TM)로 설정된 DL 셀들의 수를 나타낸다.

[0055] PUCCH에서의 최대 HARQ-ACK 페이로드를 사용하는 것은 추가적인 자원 오버헤드를 발생시키지 않는다. (트리 스테이트(tri-state) HARQ-ACK 정보의 경우) UE는 자신이 수신하지 못한 TB들에 대한 NACK 또는 DTX를 전송할 수 있다. 그러나, NodeB는 DL SA가 없는 DL 셀들 및 UE로의 PDSCH 전송을 이미 알고 있고, HARQ-ACK 수신 신뢰도를 향상시키기 위해 DL 셀들의 각각에 대해 UE가 NACK를 전송한 사실(사전 정보)을 사용할 수 있다. 이는 선형 블록 코드 및 QPSK가 HARQ-ACK 비트들의 부호화 및 변조에 각각 사용될 수 있고, NodeB가 UE로의 DL SA 전송들 없이 셀들에 해당하는 소정의 위치들에서 NACK(바이너리 "0")를 갖는 코드워드들만을 후보자 HARQ-ACK 코드워드들로서 고려하기 때문에 가능하다. 복호화 과정의 구현 때문에, 컨볼루션 코드 또는 터보 코드가 부호화에 사용되거나 QAM이 HARQ-ACK 비트들의 변조에 사용되는 경우, 상기 사전 정보의 사용은 비현실적이거나 불가능할 수 있다.

[0056] PUCCH에서의 최대 HARQ-ACK 페이로드를 사용하는 것이 추가 자원 오버헤드를 발생시키지 않음에도 불구하고, 원하는 수신 신뢰도를 달성하는데 필요한 것 이상의 전송 전력이 종종 사용된다. 필요한 것 이상의 전력을 소비하는 PUCCH 전송들은 UE 전력 소비를 증가시키고 다른 셀들의 동일한 BW에서 UE들에 의해 전송된 신호들의 수신 신뢰도를 떨어뜨리는 추가 간섭을 발생시킨다.

[0057] UL 서브프레임 i에서의 PUCCH 전송 전력 $P_{PUCCH}(i)$ 는 수학식 3에 도시된 것과 같이 주어지는 것으로 가정되고, 이는 밀리와트당 데시벨들(dBs)의 단위(dBm)를 갖는다.

수학식 3

$$P_{PUCCH(i)} = \min \{ P_{CMAX,c}, h(n_{HARQ-ACK}(i)) + F(i) \}$$

수학식 3에서, $P_{CMAX,c}$ 는 자신의 Pcell에서 최대 허락된 UE 전송 전력을 나타내고, $h(n_{HARQ-ACK}(i))$ 는 UE가 전송되고 있다고 가정하는 $n_{HARQ-ACK}(i)$ HARQ-ACK 정보 비트들의 단조 증가 함수를 나타내고, $F(i)$ 는 UL 서브프레임 i 에서 $P_{PUCCH}(i)$ 에 영향을 주는 모든 다른 파라미터들을 캡처링하는 일반 함수를 나타낸다. 그러나, 본 발명은 $h(n_{HARQ-ACK}(i))$ 의 정확한 식에 한정되지 않으며, 예를 들면, α 가 양수인 $h(n_{HARQ-ACK}(i)) = \alpha \cdot 10 \log 10(n_{HARQ-ACK}(i))$ 로 결정될 수 있거나, $h(n_{HARQ-ACK}(i))$ 는 상기 전송 전력을 함수 $n_{HARQ-ACK}(i)$ 로 나타내는 표에 의해 제공될 수 있다. 상기 식은 전송할 데이터가 있음을 나타내기 위해 UE에 의해 사용되는 서비스 요청 지시자(Service Request Indicator: SRI)와 같은 HARQ-ACK의 추가 정보와 가능한 다중화를 고려하지 않음을 주의해야 한다. 키 이슈(key issue)는 UE가 적절한 $n_{HARQ-ACK}$ 값을 결정하는 것이다. $n_{HARQ-ACK}$ 이 너무 작으면 상기 HARQ-ACK 수신 신뢰도는 저하된다. $n_{HARQ-ACK}$ 이 너무 크면, 간섭 및 배터리 소모가 불필요하게 증가된다.

하나의 가능성은 $n_{HARQ-ACK}(i)$ 가 각 번들링 윈도우에서 UE가 수신하는 TB들의 수와 동일하게 되는 것이다. 이는 과도한 전송 전력을 피하지만, 일부 DL SA들을 놓칠 수 있을 만큼 필요한 전송 전력을 너무 적게 잡을 수 있으며 이는 HARQ-ACK 수신 신뢰도를 감소시킨다. 다른 가능성은 최대 HARQ-ACK 페이로드로부터 $n_{HARQ-ACK}(i) = N_{\text{ymbL}} \cdot (C + C_1)$ 로서의 $n_{HARQ-ACK}(i)$ 를 이끌어 내는 것이다. 이는 필요한 HARQ-ACK 수신 신뢰도를 항상 만족하게 하지만 종종 상기 전송 전력을 지나치게 크게 한다. 상기 두 번째 가능성의 변형은 활성화된 셀들 A 의 수 및 이와 같은 각 셀에서의 설정된 TM을 고려하는 것이다. $n_{HARQ-ACK}(i) = N_{\text{ymbL}} \cdot (A + A_1)$ 이고, 여기서, A_2 는 2개의 TB들을 전달하는 설정된 TM을 구비하는 활성화된 셀들의 수를 나타낸다. 그러나, 모든 활성화 셀들이 번들링 윈도우에서의 매 DL 서브프레임마다 UE에게 PDSCH를 전송할 수 없기 때문에, 지나친 전송 전력을 역시 피할 수 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

본 발명이 해결하고자 하는 과제는 TDD 시스템에 대한 DL CA의 경우에, 원하는 HARQ-ACK 수신 신뢰도를 달성하면서 PUCCH에서 HARQ-ACK 전송 전력을 설정하는 것이다.

또한, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 TDD 시스템에 대한 DL CA의 경우에, 간섭 및 UE 전력 소비를 최소화하면서 PUCCH에서의 HARQ-ACK 전송 전력을 설정하는 것이다.

또한, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 TDD 시스템에 대한 DL CA의 경우에, 전송된 코드워드에서의 HARQ-ACK 정보 비트들과 각 셀들 및 서브프레임들 사이의 UE와 NodeB 사이의 공통적 이해를 설정하는 것이다.

마지막으로, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 또한, TDD 시스템에 대한 DL CA의 경우에, HARQ-ACK 전송에 할당된 PUSCH RE들의 수를 최소화하는 것이다.

과제의 해결 수단

본 발명의 일 측면은 PDSCH 수신들을 스케줄링하는 DCI 포맷들에서 UE가 DAI IE의 존재 및 설계, 그리고 PUSCH 전송들을 스케줄링하는 DCI 포맷들에서 UE가 DAI IE의 존재 및 설계를 고려하면서, TDD 통신 시스템에서 동작하

고 다중 DL 셀들을 구비하여 PUSCH에서의 전송에 대한 HARQ-ACK 페이로드 및 PUCCH에서의 전송에 대한 HARQ-ACK 신호 전송 전력을 결정하는 UE에 대한 방법들 및 장치들을 제공한다.

[0066] 본 발명의 일 측면에 따르면, UE는 2개의 성분의 합인 파라미터를 결정하여 PUCCH에서의 HARQ-ACK 신호 전송의 전송 전력을 결정한다. 제1 성분은 모든 구성된 DL 셀들 및 번들링 윈도우의 모든 DL 서브프레임들을 통해 수신된 TB들의 수와 동일하며, 각 DL 셀에서의 PUSCH 수신에 대해 UE가 갖도록 구성된 전송 모드에 따라 달라지지 않는다. 제2 성분은 UE가 수신하지 못하였음에도 놓친 것을 확인하지 못한 TB들의 수와 동일하다. UE는 자신이 놓친 모든 PDSCH를 반드시 결정할 수 없음에도 UE는 자신이 감지한 DL SA들에서의 DL DAI IE 값들을 사용하여 자신이 각 구성된 DL 셀에서 놓친 PDSCH의 수를 결정할 수 있다. 그러면, 각 구성된 DL 셀에서의 각 구성된 PDSCH 전송 모드에 따라, UE는 자신이 놓친 PDSCH를 확인하고, 놓친 각 PDSCH가 상기 각 구성된 전송 모드에 의해 결정된 TB들의 수를 전달하는 가정하에 UE는 TB들의 수를 계산한다.

[0067] 본 발명의 다른 측면에 따르면, UE는 PUSCH가 UL SA에 의해 스케줄링되는지의 여부에 따라 PUSCH에서 멀티플렉싱하기 위한 HARQ-ACK 페이로드를 결정한다. 상기 PUSCH가 UL SA에 의해 스케줄링되지 않으면, UE는 구성된 DL 셀들의 수와 번들링 윈도우의 크기로 곱해지는 2개의 TB들의 전송을 가능하도록 구성된 PDSCH 전송 모드를 갖는 구성된 DL 셀들의 수의 합과 동일한 최대 HARQ-ACK 페이로드를 멀티플렉싱한다. 상기 PUSCH가 UL SA에 의해 스케줄링되면, UE는 UL SA의 UL DAI IE 값이 모든 구성된 DL 셀들에 적용 가능하며, 상기 구성된 DL 셀들의 각각에 있는 UE에게 전송된 PDSCH의 수를 나타낸다고 생각한다. 그러면, 상기 구성된 DL 셀들의 각각에 대해, UE가 생성한 HARQ-ACK 페이로드는 상기 번들링 윈도우의 크기로 곱해진 PDSCH에 대해 각 구성된 전송 모드와 연관된 TB들의 수와 동일하다.

발명의 효과

[0068] 본 발명의 다른 측면, 이점, 및 핵심적인 특징들이 발명의 상세한 설명으로 부터 기술분야의 당업자들에게 명확해 질 것이며, 부속 도면들과 결합되어 발명의 예시적 실시예들을 개시할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0069] 본 발명의 상기 및 다른 측면, 특징, 및 이점들이 동반하는 도면들과 결합되는 다음의 설명으로부터 보다 명확해질 것이다:

도 1은 종래 기술에 따른 TDD 시스템에 대한 프레임 구조를 도시한 도면이다.

도 2는 종래 기술에 따른 PUSCH 전송 구조를 도시한 도면이다.

도 3은 종래 기술에 따른 PUSCH에서 데이터 및 HARQ-ACK를 전송하는 송신기를 도시한 도면이다.

도 4는 종래 기술에 따른 도 3에 도시된 전송 신호를 수신하는 수신부를 도시한 도면이다.

도 5는 종래 기술에 따른 DFT-S-OFDM 전송 방법을 사용하여 다수의 HARQ-ACK 정보 비트들의 전송에 대한 하나의 슬롯에서의 PUCCH 구조를 도시한 도면이다.

도 6은 종래 기술에 따른 PUCCH에서의 HARQ-ACK 신호들에 대한 UE 전송부 블록도를 도시한 도면이다.

도 7은 종래 기술에 따른 HARQ-ACK 신호들에 대한 NodeB 수신부 블록도를 도시한 도면이다.

도 8은 종래 기술에 따른 DL DAI IE에 대한 설정을 도시한 도면이다.

도 9는 종래 기술에 따른 다수의 DL 셀들을 구비한 동작에 대한 도 8에서의 DL DAI IE 설계의 병행화를 도시한 도면이다.

도 10은 종래 기술에 따른 셀들을 통한 조인트 DL DAI 설계의 동작 및 DL 서브프레임들을 도시한 도면이다.

도 11은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 9에서의 DL DAI 설계의 다중 DL 셀들로의 직접 병행화를 가짐으로써 다중 DL 셀들로 구성된 UE가 놓친 DL SA들을 결정하는 과정을 도시한 도면이다.

도 12는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 10에 도시된 바와 같이 다중 DL 셀들로 구성된 UE가 다중 DL 셀들에서의 DL DAI 동작에 대해 놓친 DL SA들을 결정하는 과정을 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 10에서의 DL DAI 설계의 경우 다중 DL 셀들로 구성된 UE가 자신이 놓친 DL SA들을 결정할 수 없는 일 예를 도시한 도면이다.

도 14는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 10에서의 DL DAI 설계에 대해 다중 DL 셀들로 구성된 UE가 HARQ-ACK 페이로드를 결정하는 과정을 도시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 UE가 각 PUSCH에서 전송해야 하는 HARQ-ACK 페이로드를 지시하는 UL SA에서의 UL DAI IE의 종래 해석의 불능은 도 11의 설정을 기반으로 하는 도 9에서의 DL DAI 설계에 대해 각 다중 셀들에서의 번들링 윈도우 상의 다중 PDSCH의 수신에 대한 응답임을 도시한 도면이다.

도 16은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 9 또는 도 10에서의 DL DAI 설계에 대해 UE가 HARQ-ACK 페이로드 및 순서를 결정하기 위한 HARQ-ACK 정보를 멀티플렉싱하는 PUSCH에 대한 UL SA에서의 UL DAI IE의 사용을 도시한 도면이다.

도면들에서, 동일 또는 유사한 구성요소, 특징, 및 구조들을 묘사하기 위해 유사한 참조 번호들이 사용되는 것을 주의하여야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0070] 첨부된 도면을 참조한 하기 상세한 설명은 본 발명의 청구범위 및 그와 동등한 것에 의해 정의된 본 발명의 바람직한 실시 예들의 전반적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 상기 설명은 이해를 돕기 위해 다양한 특정 세부사항들을 포함하지만 이는 단지 예시적일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 기술분야에 속한 당업자는 본 명세서에 기재된 실시 예들이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 변형 또는 변경될 수 있음을 인지할 것이다. 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 본 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0071] 다음의 설명 및 청구 범위에서 사용된 용어 및 단어는 서지적 의미에 한정되지 않으며 본 발명의 명료하고 일관된 이해를 돕기 위해 발명자에 의해 사용된다. 따라서, 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 다음의 설명은 구체적인 예를 제공하기 위한 것이며 본 발명의 청구 범위와 그에 균등한 것에 의해 정의된 본 발명을 제한하기 위한 것이 아님은 명백하다.
- [0072] "하나", "한", 및 "상기"와 같은 단수 형식은 명시적으로 다른 경우를 지시하지 않는 한 복수 참조를 포함한다. 따라서, 예를 들어, "하나의 구성 표면"에의 인용은 하나 또는 그 이상의 그러한 표면들의 참조를 포함한다.
- [0073] 추가로, 본 발명의 바람직한 실시 예들이 이산 푸리에 변환(Discrete Fourier Transform: DFT)-확산 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: OFDM) 전송을 참조하여 하기에 기술되지만, 본 발명의 바람직한 실시 예들은 또한 일반적으로 모든 주파수 분할 다중화(Frequency Division Multiplexing: FDM) 전송들에 적용될 수 있고, 특히 단일 반송파 주파수 분할 다중 접속(Single-Carrier Frequency Division Multiple Access: SC-FDMA) 및 OFDM에 적용될 수 있다.
- [0074] 모든 설명에서, 사용자 단말(User Equipment: UE)은 하향링크(DownLink: DL) 스케줄링 할당(Scheduling Assignment: SA)과 관련된 각 전송 블록(Transmission Block: TB)에 대한 응답으로 하이브리드 자동 반복 요청(Hybrid Automatic Repeat request: HARQ)-수신확인(Acknowledgement: ACK) 정보를 생성하도록 가정된다. 그러나, UE는 또한 NodeB가 각 DL SA의 전송 없이 소정의 DL 서브프레임들에서 전송한 반 지속적 스케줄링(Semi-Persistent Scheduling: SPS) TB에 관련된 HARQ-ACK 정보를 결정론적으로 생성할 수 있다. 남아 있는 TB들에서, UE는 SPS가 존재하는 경우, SPS에 기인한 HARQ-ACK 정보와 함께 UE가 DL SA들에 대한 응답으로 생성한 HARQ-ACK 정보를 포함하고, HARQ-ACK의 위치는 예를 들면, 전체 HARQ ACK 페이로드의 시작일 수 있다. SPS TB들에 대한 응답인 HARQ-ACK 정보에 대한 자세한 설명은 간결성을 위해 생략된다. 또한, DL SA가 각 PDSCH(및 데이터 TB들)과 연관되지 않고 대신 다른 목적을 위한 경우 또한 명백히 고려되지 않을 것이다. 그러나, UE는 이와 같은 DL SA에 대응하는 HARQ-ACK 정보 비트를 생성하는 것으로 가정된다. 본 발명의 바람직한 실시 예들의 설명들은 설정된 셀들을 고려하지만 활성화된 셀들이 대신 고려되는 경우 동일한 주장들이 직접 적용된다.
- [0075] 본 발명의 바람직한 일 실시 예는 UE가 DL 반송파 집적(Carrier Aggregation: CA)을 사용하는 시분할 이중화(Time Division Duplex: TDD) 시스템에 대한 물리적 상향링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel: PUCCH)에서의 HARQ-ACK 신호의 전송 전력을 결정하는 방법에 대해 설명한다. UE는 송신 전력 제어(Transmit Power Control: TPC) 식인 수학식 3에서 쓰이는 파라미터 $P_{HARQ-ACK}(i)$ 를 결정한다(간결성을 위해, 상향링크(Uplink: UL) 서브프레임 인덱스 i 는 하기 분석에서 생략된다).

[0076]

$n_{\text{HARQ-ACK}}^{(i)}$ 를 결정하는 제1 단계는 각 구성된 물리 하향링크 공유 채널(Physical Downlink Shared Channel: PDSCH) 전송 모드(Transmission Mode: TM)를 고려하지 않고 DL 서브프레임 번들링 윈도우의 수신된 TB들로부터의 HARQ-ACK 정보 비트들의 수 $n_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{rTBs}}$ 로 구성되는 제1 성분을 결정하는 것이다. 따라서, UE가 PDSCH에서의 2개의 TB들이 NodeB에서 셀의 UE로 전송될 수 있도록 하는 단일 사용자 다중 입력 다중 출력(Single User-Multiple Input Multiple Output: SU-MIMO) TM에서 구성될 수 있음에도 불구하고, 전송 전력은 PDSCH 수신에 실질적으로 오직 1개의 TB를 전달하는 경우 1개의 HARQ-ACK 비트를 고려한다. 그러므로, PUCCH 전송 전력은 각 셀에 대해 구성된 PDSCH TM에 의존적이지 않고, 상기 셀에서의 수신된 TB들의 수에 의존적이다. R이 N_{bundle} 개의 DL 서브프레임들의 번들링 윈도우 상에서 구성된 셀들에서의 수신된 TB들의 총 수를 나타내면,

$$N^{\text{received}} = \sum_{c=0}^{C-1} \sum_{m=0}^{N_{\text{bundle}}-1} N^{\text{received}}(m, c)$$

이며, $N^{\text{received}}(m, c)$ 는 번들링 윈도우의 DL 서브프레임 m에서 구성된 셀 c에서의 수신된 TB들의 수를 나타내고, 수신된 TB들에 대응하는 HARQ-ACK 비트들의 총 수는 다음의 수학적 식 4와 같다.

수학적 식 4

$$n_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{rTBs}} = N^{\text{received}}$$

[0077]

[0078]

$n_{\text{HARQ-ACK}}$ 값을 결정하는 제2 단계는, DL DAI IE를 기반으로, 수신되지 않았지만 UE가 놓친 PDSCH 수신들을 결정하기 위해 DL DAI IE를 사용하는 NodeB에 의해 전송된 것으로서 UE에 의해 추론될 수 있는 TB들에 대응하는 HARQ-ACK 비트들로 구성된 제2 성분을 결정하는 것이다. UE는 놓친 PDSCH 수신에 의해 전달되는 TB들의 수(예를 들면, 1개의 TB, 또는 2개의 TB들이 전달된다)를 알 수 없기 때문에, HARQ-ACK 비트들의 각 수는 더 적게 잡은 추정을 제공하기 위해 UE가 확인한 놓친 DL SA의 각 셀에서 구성된 PDSCH TM을 고려하고, HARQ-ACK 수신 신뢰도가 상기 구성된 PDSCH TM이 2개의 TB들을 UE로 전송할 수 있도록 하는 경우 달성될 수 있도록 항상 보장한다. 그러므로, UE가 자신이 총 $N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}}$ 개의 DL SA들을 놓쳤다고 결정하고, UE가 2개의 TB들 전송이 가능하도록 구성된 PDSCH TM을 갖는 DL 셀들에서는 $N_{\text{DL SA}, 2}^{\text{missed}}$ 개의 DL SA들일 때, UE는 각 HARQ-ACK 비트들의 수를 다음의 수학적 식 5와 같이 결정한다. .

수학적 식 5

$$n_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} = N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} + N_{\text{DL SA}, 2}^{\text{missed}}$$

[0079]

[0080]

$n_{\text{HARQ-ACK}}$ 는 다음의 수학적 식 6과 같이 얻어진다.

수학적 식 6

$$n_{\text{HARQ-ACK}} = n_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{rTBs}} + n_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} = N^{\text{received}} + N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} + N_{\text{DL SA}, 2}^{\text{missed}}$$

[0081]

[0082] 공간 번들링이 적용되면, 다음의 수학적 식 7과 같다.

수학적 식 7

$$N_{\text{HARQ-ACK}} = N_{\text{DL SA}}^{\text{received}} + N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}}$$

[0083]

여기서, $N_{\text{DL SA}}^{\text{received}}$ 는 UE에 의해 감지된 DL SA들의 수를 나타낸다. 앞에서 언급한 바와 같이, SPS PDSCH를 포

합하면, $N_{\text{HARQ-ACK}} = N_{\text{DL SA}}^{\text{received}} + N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} + N_{\text{PDSCH}}^{\text{SPS}}$ 이다.

[0084]

도 7에서의 DL DAI IE 설계에 대해, $N_{\text{HARQ-ACK}}$ 는 다음의 수학적 식 8과 같이 동등하게 얻어질 수 있다.

수학적 식 8

$$N_{\text{HARQ-ACK}} = \sum_{c=0}^{C-1} \sum_{m=1}^{V_{\text{DL, last}}^{\text{DAI}}(c)} TB(m, c)$$

[0086]

여기서, $V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(c)$ 는 UE가 셀 c에서 성공적으로 수신한 마지막 DL SA에서의 DL DAI IE 값을 나타내고, $TB(m, c)$ 는 UE가 셀 c 및 번들링 윈도우의 서브프레임 j에서 수신한 TB들의 수를 나타낸다. UE가 DL SA를 놓친 DL 서브프레임 m 및 셀 c에 대해, $TB(m, c)$ 는 셀 c에서 구성된 TM과 연관된 TB들의 최대 수 $TB_{\text{max}}(c)$ 에 의해 결정된다. 도 7에서의 DL DAI IE의 설계가 셀당 UE에게 전송된 DL SA들의 카운터이기 때문에, 수학적 식 8은 다음과 같다.

$$N_{\text{HARQ-ACK}} = \sum_{c=0}^{C-1} \left(\left(V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(c) - U_{\text{DAI}}(c) \right) \cdot TB_{\text{max}}(c) + \sum_{m=0}^{N_{\text{missed}}-1} N_{\text{received}}^{\text{missed}}(m, c) \right)$$

[0088]

여기서, $U_{\text{DAI}}(c)$ 는 UE가 번들링 윈도우 동안 셀 c에서 감지한 DL SA들의 총 수를 나타낸다. UE는 자신이 셀 c에서 $V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(c) - U_{\text{DAI}}(c)$ 개의 DL SA들을 놓친 것을 인지한다. 만약 공간 번들링이 적용되면, $TB(m, c) = 1$ 및

$$N_{\text{HARQ-ACK}} = \sum_{c=0}^{C-1} \left(\left(V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(c) - U_{\text{DAI}}(c) \right) + \sum_{m=0}^{N_{\text{missed}}-1} N_{\text{DISA}}^{\text{received}}(m, c) \right)$$

이다.

[0089]

TB들의 수가 셀 c에서, DL 서브프레임당 변하지 않는 경우, 또는 다시 말해, TB들의 수가 구성된 TM에 대한 TB들의 수와 항상 동일한 경우, $U_{\text{DAI}}(c) \cdot TB_{\text{max}}(c) = \sum_{m=0}^{N_{\text{missed}}-1} N_{\text{received}}^{\text{missed}}(m, c)$ 및 수학적 식 8은 다음 수학적 식 9와 같이 간소화될 수 있다.

[0090]

수학식 9

$$N_{\text{HARQ-ACK}} = \sum_{c=0}^{C-1} V_{\text{DL, last}}^{\text{DAI}}(c) \cdot TB(c)$$

[0091]

[0092]

도 11은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 9에서의 DL DAI 설계의 다중 DL 셀들로의 직접 병행화를 가정하여 다중 DL 셀들로 구성된 UE가 놓친 DL SA들을 결정하는 과정을 도시한다.

[0093]

도 11을 참조하면, $C=3$ 개로 구성된 셀들 및 $N_{\text{bundle}} = 4$ 개의 서브프레임들의 번들링 윈도우 크기에 대해, UE는 자신이 수신한 DL SA들에서 DL DAI IE 값을 기반으로 $N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}}$ 개의 놓친 DL SA들의 수를 카운팅하여 이들을 결정한다. 셀 0(1110)에서, UE는 DL 서브프레임 1의 DL SA를 놓치고, UE는 서브프레임 3에서의 DL DAI IE 값 $V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(0)$ 에 기반하여 이를 알게 되고, 여기서 DL DAI IE 값 $V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(0) = 3$ 이고, $U_{\text{DAI}}(0) = 2$ 이다. 셀 1(1120)에서, UE는 DL 서브프레임 3에서 DL SA를 놓치고, DL 서브프레임 3이 번들링 윈도우의 마지막 서브프레임이기 때문에 이를 알지 못한다. 여기서, DL DAI IE 값은 $V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(1) = 1$ 이고, $U_{\text{DAI}}(1) = 1$ 이다. 셀 2(1130)에서, UE는 DL 서브프레임 1에서 DL SA를 놓치고, DL 서브프레임 2에서의 DL DAI IE 값 $V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(2)$ 에 기반하여 이를 알게 되고, 여기서 DL DAI IE 값은 $V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(2) = 2$ 이고, $U_{\text{DAI}}(2) = 1$ 이다. 그러므로, UE는 자신이 $N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} = 2$ 개의 DL SA들을 놓쳤다고 판단하고, UE가 3개의 DL SA들을 놓치고, 또한 3개의 놓친 DL SA들의 각 셀들을 결정한다고 하더라도

$$N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} = \sum_{c=0}^2 (V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(c) - U_{\text{DAI}}(c))$$

이다.

[0094]

또한, 셀 0에서 UE가 2개의 TB들의 전송을 가능하게 하는 TM으로 구성되고($TB_{\text{max}}(0) = 2$), 셀 2에서 UE가 1개의 TB 전송을 가능하게 하는 TM으로 구성되는 경우($TB_{\text{max}}(2) = 1$), UE는 놓친 TB들의 총 수를 3이라 가정한다(셀 0에서 2개의 TB들 및 셀 2에서 1개의 TB). 그러므로, 상기 수신된 TB들에 추가로, UE는 $N_{\text{HARQ-ACK}}$ 의 결정에 대해 UE가 놓친 것으로 확인한

$$N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} = N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} + N_{\text{DL SA}, 2}^{\text{missed}} = 3 = \sum_{c=0}^2 (V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(c) - U_{\text{DAI}}(c)) \cdot TB_{\text{max}}(c)$$

개의 TB들을 고려한다. 도 11에서, UE는 셀 0의 DL 서브프레임 0에서의 2개의 TB들 및 DL 서브프레임 3에서의 2개의 TB들을 수신하고, 셀 1의 DL 서브프레임 3에서의 1개의 TB를 수신하고, 셀 2의 DL 서브프레임 2에서의 1개의 TB를 수신한다. 그러므로, 수신된 TB들의 총 수 및 HARQ-ACK 비트들의 각 수는

$$N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} = N_{\text{received}}^{\text{mTBs}} = 6$$

이다. 따라서,

$$N_{\text{HARQ-ACK}} = 9$$

이다.

[0095]

도 10에서의 DL DAI IE 설계에 대해, $N_{\text{HARQ-ACK}}$ 는 다음의 수학식 10과 동등하게 얻어질 수 있다.

수학식 10

$$N_{\text{HARQ-ACK}} = N^{\text{received}} + N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} \cdot TB_{\text{max}}$$

[0096]

여기서, TB_{max} 는 셀들 중의 하나에서 UE가 구성된 TM으로부터 수신할 수 있는 TB들의 최대 수를 나타낸다.

공간 번들링이 적용되면, $TB_{\text{max}} = 1$ 이다. 그러므로, $TB_{\text{max}} = 2$ 일 때, $N_{\text{DL SA}, 1}^{\text{missed}} = N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}}$ 이고,

$TB_{\text{max}} = 1$ 일 때, $N_{\text{DL SA}, 1}^{\text{missed}} = 0$ 이다. 모듈로 작용에 기인하여, UE가 DL DAI가 N_{reset} 번 리셋됨을 확인하면,

$$N_{\text{HARQ-ACK}} = N^{\text{received}} + (N_{\text{reset}} \cdot N_{\text{bundle}} + V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}} - U_{\text{DAI}}) \cdot TB_{\text{max}}$$

이고, 여기서, $V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}$ 는 도 10에서의 설계에 대한 마지막 DL DAI IE 값을 나타내고, U_{DAI} 는 크기 N_{bundle} 인 번들링 윈도우에서 모든 셀들 및 DL 서브

프레임들 상에서 UE가 감지한 DL SA들의 수를 나타낸다. 공간 번들링이 사용되면, $N^{\text{received}} = U_{\text{DAI}}$ 이고,

$$N_{\text{HARQ-ACK}} = N_{\text{reset}} \cdot N_{\text{bundle}} + V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}$$

[0098]

도 12는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 10에 도시된 바와 같이 다중 DL 셀들로 구성된 UE가 다중 DL 셀들에서의 DL DAI 작용에 대해 놓친 DL SA들을 결정하는 과정을 도시한다.

[0099]

도 12를 참조하면, 셀 0(1210)에서 UE는 서브프레임 1에서의 DL SA를 놓치고 셀 1(1220)의 DL 서브프레임 1(1222)에서의 DL DAI IE 값에 기반으로 (UE는 실제 놓친 DL SA를 반드시 알게 되지는 않지만) 놓친 DL SA를 알게 된다. 셀 2(1230)에서, UE는 DL 서브프레임 1에서의 DL SA를 놓치고 셀 1의 DL 서브프레임 2(1232)에서의 DL DAI IE를 기반으로 (UE는 실제 놓친 DL SA를 반드시 알게 되지는 않지만) 놓친 DL SA를 알게 된다. 마지막으로, 셀 1에서, UE는 DL 서브프레임 3에서의 DL SA를 놓치지만 이는 NodeB가 UE에게 전송한 마지막 DL SA이기 때문에 UE는 이 사실을 알 수 없다.

[0100]

도 10에서의 DL DAI IE 설계에 대해, UE가 마지막 DL SA를 제외하고 놓친 DL SA들을 확인할 수 있음에도 불구하고, UE는 각 셀들을 결정할 수 없다. 그러므로, UE는 자신이 놓친 TB들의 수를 알 수 없고, 공간 번들링이 사

용되지 않는 경우, UE는 HARQ-ACK 비트들의 각 수 또는 $N_{\text{HARQ-ACK}}$ 값을 알 수 없다.

[0101]

예를 들면, 도 12에서, UE는 셀 0의 DL 서브프레임 1에서 놓친 DL SA가 셀 1 또는 셀 2의 DL 서브프레임 0에서 전송되었는지 알 수 없다. 셀 0, 셀 1, 및 셀 2에서, UE가 최대 2개의 TB들, 1개의 TB와 1개의 TB가 각각에 대해 전송을 가능하게 하는 TM을 구성하고, UE는 PUCCH에서의 HARQ-ACK 신호 전송 전력을 너무 적게 추정하는 것을 피하기 위해 셀 0에서의 DL SA를 놓쳤다고 가정할 필요가 있다. UE는 자신이 2개의 TB들

$$N_{\text{DL SA}, 2}^{\text{missed}} = N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} = 2$$

을 놓쳤다고 가정하기 때문에, UE는 놓친 TB들의 총 수를 4라고 생각한다. 그러므로, UE는 $N_{\text{HARQ-ACK}}$ 및 PUCCH에서의 HARQ-ACK 신호 전송 전력의 결정에서 $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} = N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} + N_{\text{DL SA}, 2}^{\text{missed}} = 4$ 개의

TB들(HARQ-ACK 비트들)을 추가로 고려한다. $N_{\text{HARQ-ACK}}$ 를 결정하는데 사용된 남은 TB들(예를 들면, HARQ-ACK 비트들) 및 PUCCH에서의 HARQ-ACK 신호 전송 전력은 수신된 TB들을 기반으로 한다.

[0102]

도 12에서, UE는 총 $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} = N^{\text{received}} = 6$ 개의 TB들(HARQ-ACK 비트들)에 대해 셀 0의 DL 서브프레임 0에서 2개의 TB들을 수신하고, DL 서브프레임 3에서의 2개의 TB들을 수신하고, 셀 1의 DL 서브프레임 3에서 1개의 TB를 수신하고, 셀 2의 DL 서브프레임 2에서 1개의 TB를 수신한다. 그러므로, $N_{\text{HARQ-ACK}} = 10$ 이다.

[0103] 도 11 및 도 12의 바람직한 실시 예들은 2개의 DL DAI 설계에 대한 예시일 뿐이며, 다른 설계들을 제외하는 것을 의미하지 않는다. 상기 바람직한 실시 예들은 PUCCH에서의 HARQ-ACK 신호의 전송 전력을 설정할 때 UE가 결정하는 HARQ-ACK 페이로드 결정 시의 DL DAI IE의 사용을 도시하는 것을 의미한다. 예를 들면, 제1 성분은 수신된 TB들의 수 대신에 구성되거나 활성화된 셀들의 수를 기반으로 할 수 있다.

[0104] 앞의 분석을 기반으로, 놓친 DL SA들에 포함된 TB들의 수를 UE가 결정하는 다른 접근 방법은 간단한 방식으로 고안될 수 있다. 예를 들면, 필요 이상의 큰 전력을 갖는 PUCCH에서의 HARQ-ACK 신호 전송을 피하기 위해 UE는 각 놓친 DL SA가 1개의 TB를 전달한 것으로 가정할 수 있다. 또는, UE가 어느 셀에서 2개의 TB들의 전송을 가능하도록 구성된 TM을 갖는 경우에 UE는 놓친 PDSCH 수신들의 절반이 2개의 TB들을 전달하고, 나머지 절반이 1개의 TB를 전달하는 것으로 가정할 수 있다(놓친 DL SA들의 수가 홀수인 경우 2개의 TB들에게 우선권이 주어진다). 그리고,

$$N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} = N_{\text{DL SA}}^{\text{missed}} + \left\lceil N_{\text{DL SA}, 2}^{\text{missed}} / 2 \right\rceil$$

이다.

[0105] DL DAI 설계가 UE에게 번들링 윈도우의 마지막 DL 서브프레임에서의 DL SA를 놓쳤는지의 여부에 대한 정보를 제공하지 못하는 경우, UE가 번들링 윈도우의 마지막 DL 서브프레임에서 DL SA를 수신하지 못하면 $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}}$ 를 결정할 때, UE는 (각 셀에서 구성된 TM에 따라) 하나 또는 2개의 추가 TB들을 가정할 수 있다. 그러면,

$$N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} = N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} + N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{mTBs}} + Q_{\text{last}}$$

이고, 예를 들면, UE가 2개의 TB들의 전송이 가능하도록 구성된 TM을 갖는 경우 $Q_{\text{last}} = 2$ 이고, 그렇지 않으면, $Q_{\text{last}} = 1$ 이다. 다중 DL 서브프레임들을 놓치는 경우, Q_{last} 값이 변경된다. 이런 방식으로, UE는 PUCCH에서 필요한 HARQ-ACK 신호 전송 전력을 더 적게 추정하지 않는다. Q_{last} 에 의해 고려되어야 하는 DL 서브프레임들의 수는 미리 결정되거나 NodeB에 의해 UE에 대해 설정될 수 있다.

[0106] 본 발명의 다른 바람직한 일 실시 예는 UE 및 NodeB가 전송된 HARQ-ACK 정보에 대한 동일한 이해를 가질 수 있도록 PUSCH에서의 HARQ-ACK 페이로드의 결정을 고려한다. 모든 설명들에서, UE가 수신하는 각 TB의 (올바른 또는 올바르지 않은) 수신 결과에 따라 UE는 ACK 또는 NACK를 생성하고, UE가 놓친 것으로 확인한 각 TB에 대해 NACK를 생성한다. 먼저, UL SA가 존재하지 않는 경우를 하기에서 설명한다.

[0107] 앞서 언급했듯이, 도 9에서의 DL DAI 설계에 대해, UE가 각 셀의 번들링 윈도우의 마지막 DL 서브프레임에서 DL SA를 놓친다면, UE는 이 사실을 알 수 없다. 그러므로, HARQ-ACK 페이로드가 수신된 TB들의 수, 또는 수신된 DL SA들의 수로부터 결정되면, UE는 전체 HARQ-ACK 페이로드에서 각 HARQ-ACK 비트들을 포함하지 않을 것이기 때문에 잘못된 동작이 일어나고, NodeB는 UE가 마지막 DL 서브프레임에서 DL SA를 놓친 것을 알 수 없다. 이러한 잘못된 동작을 피하기 위해, UE는 DL SA를 수신하지 못한 각 DL 서브프레임의 각 TB (또는 공간 번들링에서 다수의 TB들)에 대해 NACK를 생성할 수 있다. 이런 방식으로 적절한 동작을 보장하는 경우에 NodeB가 DL SA를 UE에게 전송하지 못한 경우 DL 서브프레임의 각 TB에 대해 NACK가 생성되기 때문에, HARQ-ACK 페이로드가 증가하는 상관관계가 성립한다. 그러면, 번들링 윈도우에서 N_{bundle} 개의 DL 서브프레임들에 대해, HARQ-ACK 페이로드는 다음의 수학적 식 11과 같다.

수학적 식 11

$$O_{\text{HARQ-ACK}} = N_{\text{bundle}} \cdot \sum_{c=0}^{C-1} TB_{\text{max}}(c) = N_{\text{bundle}} \cdot (C + C_2)$$

[0108]

[0109] 여기서, C는 구성된 셀들의 수를 나타내고, C_2 는 기준 UE에 대해 2개의 TB들의 수신이 가능하도록 구성된 TM을 구비하도록 구성된 셀들의 수를 나타내고, $TB_{\text{max}}(c)$ 는 UE가 셀 c에서 수신하도록 구성된 TB들의 최대 수를 나타낸다. 공간 번들링이 사용되는 경우, $O_{\text{HARQ-ACK}} = N_{\text{bundle}} \cdot C$ 이다. DL DAI IE는 이 경우 사

용되지 않으므로, 상기는 어떤 DL DAI 설계에도 적용 가능하다.

- [0110] PUSCH에서의 HARQ-ACK 페이로드는 수식식 11에 따라 항상 최대 가능한 값이며, 가능한 HARQ-ACK 페이로드 감소에 대한 방법들이 고려될 수 있다.
- [0111] 도 10에 도시된 DL DAI 설계에 대해, 공간 번들링이 사용되지 않는 한, HARQ-ACK 페이로드의 결정은 문제가 많은데, 이는 도 10에서의 DL DAI 설계가 전 셀들에 걸쳐 있기 때문에서, 상기 셀들에서 UE는 서로 다른 수의 TB들(1 또는 2)에 대한 수신을 가능하도록 하는 TM들에 대해 구성될 수 있고, 어떤 DA SA들을 놓쳤는지 NodeB 또는 UE가 알 수 없다. 다시 말해, UE는 셀들에서 서로 다른 수의 TB들에 대한 수신을 가능하게 하는 서로 다른 셀들에 대해 서로 다른 TM들을 가질 수 있다.
- [0112] 도 13은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 10에서의 DL DAI 설계의 경우 다중 DL 셀들로 구성된 UE가 자신이 놓친 DL SA들을 결정할 수 없는 일 예를 도시한다.
- [0113] 도 13을 참조하면, UE는 셀 0(1320)에서 서브프레임당 2개의 TB들의 수신을 가능하게 하는 TM 및 셀 1(1320) 및 셀 2(1330)에서 서브프레임당 1개의 TB 수신을 가능하게 하는 TM으로 구성된다. DL 서브프레임 1에서, UE는 셀 1에 서 DL SA를 수신하고, DAI IE 값(1322)을 기반으로 자신이 DL SA를 놓쳤음을 알게 되며, 이는도 13에서 놓친 DL SA(1215)로 도시된다. 그러나, UE는 자신이 놓친 DL SA가 셀 0, 셀 1, 또는 셀 2에 있는지 알 수 없기 때문에, UE는 2개의 TB들을 놓쳤거나 1개의 TB를 놓친 것에 해당하는 2가지의 가능한 가정을 가질 수 있다. 전자가 옳은 가정인 반면, 후자는 옳지 않고, UE와 NodeB 사이의 HARQ-ACK 페이로드에 대해 오해를 낳을 수 있다. DL 서브프레임 2에서, UE는 셀 2에서 DL SA를 수신하고, DAI IE 값(1332)을 기반으로 자신이 다른 DL SA를 놓쳤음을 알게 되며, 이는 도 13에 놓친 DL SA(1325)로 도시된다. UE는 자신이 놓친 DL SA가 셀 0, 셀 1, 또는 셀 2에 있는지 알 수 없기 때문에, UE는 2개의 TB들을 놓쳤거나 1개의 TB를 놓친 것에 해당하는 2가지의 가능한 가정을 가질 수 있다. 후자가 옳은 가정인 반면, 전자는 옳지 않고, UE와 NodeB 사이의 HARQ-ACK 페이로드에 대해 오해를 낳을 수 있다. 분명히, UE가 각 셀에서의 구성된 TM에 따라 HARQ-ACK 비트들을 생성하는 경우, DL SA들을 놓쳤을 때, NodeB와 UE 사이의 HARQ-ACK 페이로드의 동일한 이해를 달성하기가 불가능하다.
- [0114] UE와 NodeB의 페이로드에 대한 동일한 이해 및 HARQ-ACK 비트들의 적절한 순서를 달성하기 위해, UE는 항상 특정 셀에서 구성된 TM에 상관없이 가장 큰 수의 TB들에 대한 수신을 가능하게 하는 TM에 대응하는 HARQ-ACK 비트들을 생성해야 한다.
- [0115] 도 14는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 10에서의 DL DAI 설계에 대해 다중 DL 셀들로 구성된 UE가 HARQ-ACK 페이로드를 결정하는 과정을 도시한다.
- [0116] 도 14를 참조하면, UE는 셀 0(1430)에서 서브프레임당 2개의 TB들의 수신을 가능하게 하는 TM 및 셀 1(1420), 셀 2(1430), 및 셀 3(1440)에서 서브프레임당 1개의 TB 수신을 가능하게 하는 TM을 갖도록 구성된다. UE는 적어도 하나의 셀에서 2개의 TB들의 수신을 가능하게 하는 TM을 갖도록 구성되기 때문에, 각 셀의 TM에 상관없이 UE가 확인한 매 DL SA에 대해 2개의 HARQ-ACK 비트들을 생성한다. DL 서브프레임 0에서, UE는 셀 0에 대해 DL SA를 수신하고, 2개의 HARQ-ACK 비트들 b0 및 b1(1415)을 생성한다. DL 서브프레임 1에서, UE는 셀 1에 대해 DL SA를 수신하고, UE는 각 DL DAI IE 값(1422)을 기반으로 놓친 DL SA가 존재하는 것으로 판단한다. 그러면, UE는 4개의 HARQ-ACK 비트들, b2, b3, b4, 및 b5(1425)를 생성하고, 셀 3에 대해 DL SA를 수신하고, 각 DL DAI IE 값(1432)을 기반으로 놓친 DL SA가 존재하는 것으로 판단한다. 그러면, UE는 4개의 HARQ-ACK 비트들, b6, b7, b8, 및 b9(1435)를 생성한다. 마지막으로, DL 서브프레임 3에서, UE는 셀 0에 대해 DL SA를 수신하고 UE가 셀의 마지막에서 다음 DL SA를 놓친 경우 2개의 추가 HARQ-ACK 비트들을 또한 생성한다. 그러므로, UE는 4개의 HARQ-ACK 비트들 b10, b11, b12, 및 b13(1445)를 생성한다. 셀의 마지막에서 UE가 하나 이상의 마지막 DL SA들을 놓칠 확률은 무시해도 될 정도로 작다고 가정된다. 그렇지 않으면, 앞에서 언급한 바와 같이, UE가 알고 있는 마지막 놓친 DL SA 이후 다수의 가능한 놓친 DL SA들에 대응하는 HARQ-ACK 비트들의 다수의 쌍들을 생성할 수 있다.
- [0117] DL DAI IE 값들 $N_{DAI}^{DL} = N_{reset} \cdot N_{bundle} + V_{DAI\ last}^{DL}$ 을 기반으로 UE가 N_{DAI}^{DL} 개의 DL SA들을 결정할 수 있다고 가정하고, TB_{max} 를 어떤 셀에서 구성된 TM에 대한 TB들의 최대 수를 나타내도록 하고(여기서 TB_{max} 는 1 또는 2 이고, 공간 번들이 적용되는 경우 TB_{max} 는 항상 1이다), Q_{add} 를 마지막 수신된 DL SA 이후 UE에 의해 놓쳐

진 것으로 가정된 추가 DL SA들의 수를 나타내도록 하여(Q_{add} 는 NodeB에 의해 UE에 대해 구성될 수 있으며, UE가 Q_{add} 또는 마지막 DL SA들의 이하를 바르게 수신하는 경우 적절히 감소함을 주의해야 한다), HARQ-ACK 페이로드는 다음의 수학적 식 12와 같이 주어진다.

수학적 식 12

$$O_{\text{HARQ-ACK}} = (N_{\text{DAI}}^{\text{DL}} + Q_{\text{add}}) \cdot TB_{\text{max}}$$

수학적 식 12에서의 HARQ-ACK 페이로드가 수학적 식 11에서의 HARQ-ACK 페이로드보다 작을 수 있기 때문에, 특히 공간 영역 번들링이 적용되는 경우, 수학적 식 12는 상기 전송이 USCH에서 일어나는 경우 HARQ-ACK 페이로드를 결정하는데 사용될 수 있다.

UE가 2개의 연속하는 DL SA들을 놓칠 확률이 무시할 정도로 작다는 가정하에, 도 11과 비교해 HARQ-ACK 페이로드를 감소시키기 위해 도 9에서의 DL DAI 설계에 대해 수학적 식 12에서 사용되는 접근 방법 또한 사용될 수 있다. 그러므로, HARQ-ACK 페이로드는 수학적 식 13과 같이 주어진다.

수학적 식 13

$$O_{\text{HARQ-ACK}} = \sum_{c=0}^{C-1} (N_{\text{DAI}}^{\text{DL}}(c) + Q_{\text{add}}(c)) \cdot TB_{\text{max}}(c) = \sum_{c=0}^{C-1} (V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(c) + Q_{\text{add}}(c)) \cdot TB_{\text{config}}(c)$$

여기서, $N_{\text{DAI}}^{\text{DL}}(c) = V_{\text{DAI, last}}^{\text{DL}}(c)$ 는 셀 c에서의 번들링 윈도우 동안 UE가 NodeB로부터 전송하기로 결정한 DL SA들의 수를 나타내고, 셀 c의 마지막 DL 서브프레임에서의 DL SA가 바르게 수신된 경우, $Q_{\text{add}}(c) = 0$ 이고, 그렇지 않은 경우, $Q_{\text{add}}(c) = 1$ 이다. 그러므로, 도 9에서의 DL DAI 설계에 대해, UE는 셀 0에서 3개의 DL SA들, 셀 1에서 2개의 DL SA들, 및 셀 2에서 3개의 DL SA들에 대한 HARQ-ACK 정보를 생성할 것이고, 동일한 이해가 NodeB에 존재한다.

다음으로, UL SA가 존재하는 경우를 설명한다. UE가 기대되는 HARQ-ACK 신호 전송에서와 동일한 UL 서브프레임에서 PUSCH 전송에 대한 UL SA를 수신하고, HARQ-ACK 정보가 상기 PUSCH에 포함되는 경우, 종래의 UL DAI IE는 오직 단일 셀에만 대응하고 PUSCH 전송이 모든 셀들에 존재할 수 없기 때문에 상기 UL DAI IE는 직접 재사용될 수 없다.

도 15는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 UE가 각 PUSCH에서 전송해야 하는 HARQ-ACK 페이로드를 지시하는 UL SA에서의 UL DAI IE의 종래 해석의 불능은 도 11의 설정을 기반으로 하는 도 9에서의 DL DAI 설계에 대해 각 다중 셀들에서의 번들링 윈도우 상의 다중 PDSCH의 수신에 대한 응답임을 도시한다. 동일한 주장이 도 10에서의 DL DAI 설계에 적용된다.

도 15를 참조하면, 셀 0(1510)에서, UE는 UE가 3개의 DL SA들 $V_{\text{DAI}}^{\text{UL}} = 3$ 에 대응하는 HARQ-ACK 비트들을 포함할 필요가 있음을 나타내는 UL DAI IE와 함께 UL SA를 수신한다. 셀 0은 2개의 TB들의 수신을 가능하게 하는 TM을 갖도록 구성된다고 가정되기 때문에, 공간 번들링이 적용되지 않는 경우 UL DAI IE의 설명은 DL SA당 2개의 HARQ-ACK 비트들의 배수들에 대한 것이어야 하며, $V_{\text{DAI}}^{\text{UL}} = 3$ 값은 PUSCH 전송에 포함될 6개의 HARQ-ACK 비트들을 지시한다. 그럼에도 불구하고, 셀 1(1520) 및 셀 2(1530)에서 UE는 UL SA(1525 및 1533)를 각각 수신하지 못하기 때문에, 셀 0에서 수신된 UL DAI IE는 UE에게 각 PUSCH 전송에 포함하기 위해 필요한 HARQ-ACK 비트들의 수를 알려주는 목적을 위해 사용될 수 없다.

[0126] DL SA의 경우 종래 기술의 UL DAI IE의 한정을 피하기 위한 하나의 접근 방법은 UE가 4개 또는 그 이상의 DL SA들을 놓칠 확률이 무시해도 될 정도로 작다는 가정 하에 모든 셀들 상에서의 UL DAI IE의 적용을 고려하는 것이다 (UL DAI IE는 2개의 비트들로 구성된다고 가정된다). 그러면, UL DAI IE의 설명은 DL DAI IE 값들과 연합하여 고려될 수 있다.

[0127] 도 13에서의 DL DAI 설계에 대해, 셀 0에서의 DL DAI IE 값들을 기반으로, UE는 NodeB가 2개의 DL SA들을 UE에게 전송했음을 인지한다. 셀 1에서의 DL DAI IE 값들에 기반하여, UE는 NodeB가 1개의 DL SA를 전송했음을 인지하고, UE가 1개의 DL SA를 놓쳤음을 인지하고, UE는 번들링 윈도우의 마지막 DL 서브프레임에서 놓친 DL SA를 알 수 없다. 셀 2에서의 DL DAI IE를 기반으로, UE는 NodeB가 1개의 DL SA를 전송했음을 인지하고, UE가 1개의 DL SA를 놓쳤음을 인지한다. 그러므로, UE는 NodeB가 6개의 DL SA들을 전송했음을 인지할 수 있고, UE가 그들 중 2개를 놓쳤음을 인지할 수 있다.

[0128] UL DAI IE 값은 (번들링 윈도우에서의 4개의 DL 서브프레임들을 가정하여) 모듈로 4로 효과적으로 해석되고, $V_{DAI}^{UL} = 3$ 값은 3 또는 7개의 DL SA들이 NodeB에 의해 UE에게 전송되었음을 나타낸다. 그러므로, DL DAI IE로부터, UE가 NodeB가 6개의 DL SA들을 전송했음을 판단하면, $V_{DAI}^{UL} = 3$ 값은 NodeB가 7개의 DL SA들을 UE로 전송했음을 나타내는 것으로 해석된다. DL DAI IE 값들을 기반으로, UE가 NodeB가 N_{DAI}^{DL} 개의 DL SA들을 UE로 전송했으며, UE가 UL DAI IE 값을 통해 V_{DAI}^{UL} 개의 DL SA들을 알게 되면, UE는 NodeB가 UE에게 수학적 식 14에 주어진 바와 같은 총 수 $N_{SA, total}^{DL}$ 개의 DL SA들을 전송했음을 판단한다.

수학적 식 14

$$N_{SA, total}^{DL} = N_{DAI}^{DL} + V_{DAI}^{UL} - \text{mod}(N_{DAI}^{DL}, 4)$$

[0129]

[0130] 상기 기술된 접근 방법이 NodeB가 UE에게 전송한 DL SA들의 총 수를 확인할 수 있음에도 불구하고, 상기 방법은 전송된 코드워드에서의 HARQ-ACK 비트들의 적절한 위치를 확인하기 위해서는 아직 부적절하다. 예를 들면, 도 15에서, UE가 자신이 DL SA를 놓쳤음을 확인할 수 있지만, UE는 상기 DL SA가 셀 1의 마지막 DL 서브프레임에 있는지 셀 2의 마지막 DL 서브프레임에 있는지 확인할 수 없고, 따라서, HARQ-ACK 정보가 수학적 식 15에 도시된 바와 같이 모든 셀들에 적용된다고 가정되지 않는 한, UE는 HARQ-ACK 정보에 대한 적절한 순서를 알 수 없다.

수학적 식 15

$$O_{HARQ-ACK} = (N_{DAI}^{DL} + V_{DAI}^{UL} - \text{mod}(N_{DAI}^{DL}, 4)) \cdot TB_{max}$$

[0131]

[0132] 상기 불확실성은 각 셀에서 전송된 DL SA들의 실제 수에 관계없이 모든 셀들에서 전송된 DL SA들의 동일한 수를 나타내는 UL DAI IE를 사용하여 해결될 수 있다. 예를 들면, 도 13 또는 도 15에서, 셀 1과 같은 몇몇 셀들에서의 실제 DL SA들의 수가 2임에도 UL DAI IE는 매 셀에 3개의 DL SA들이 존재함을 나타낸다.

[0133] 도 16은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 도 9 또는 도 10에서의 DL DAI 설계에 대해 UE가 HARQ-ACK 페이로드 및 순서를 결정하기 위한 HARQ-ACK 정보를 멀티플렉싱하는 PUSCH에 대한 UL SA에서의 UL DAI IE의 사용을 도시한다.

[0134] 도 16을 참조하면, NodeB가 각 DL 셀에서 3개의 DL SA들을 전송한다고 가정하면, UL DAI 값 $V_{DAI}^{UL} = 3$ 에 기반하여, UE는 HARQ-ACK 비트들을 생성한다. 셀-인덱스(Cell_Index)에 기반하는 셀과 같은 셀들의 소정 순서가 가정된다. UE가 수신하는 DL SA들에 대해, UE는 TB들의 각 수신 결과가 올바른지 아니면 그렇지 않은지 여부를 알 수 없다.

각 수신 결과에 대응하는 HARQ-ACK를 생성한다. 셀 0(1610)에서, UE는 자신이 3개의 DL SA들을 수신했음을 확인할 수 있고, 2개의 TB들의 수신을 가능하게 하는 TM을 갖도록 구성되기 때문에, UE는 6개의 HARQ-ACK 비트들(1615)을 생성한다. 그러나, 공간 번들링이 사용될 경우, 3개의 HARQ-ACK 비트들이 생성됨을 주의해야 한다.

[0135] 셀 1(1620)에서, UE는 자신이 1개의 DL SA를 수신했고, 상기 DL SA가 1의 DL DAI IE 값(1622)을 가짐을 확인할 수 있다. UL DAI IE는 3개의 DL SA들(1640)을 나타내기 때문에, UE는 총 3개의 HARQ-ACK 비트들(1625)에 대해 HARQ-ACK 비트들의 처음 비트 뒤에 위치하는 2개의 추가 HARQ-ACK 비트들(1625)을 생성한다(UE는 셀 1에서 1개의 TB의 수신을 가능하게 하는 TM을 갖도록 구성되는 것으로 가정된다). 셀 2(1630)에서, UE는 자신이 1개의 DL SA를 수신했고, 2의 DL DAI IE 값(1432)을 가짐을 확인할 수 있다. UL DAI IE가 3개의 DL SA들(1640)을 나타내기 때문에, UE는 DL 서브프레임 1에서의 TB 수신에 대응하는 HARQ-ACK 비트 앞에 위치한 처음 비트 및 총 3개의 HARQ-ACK 비트들(1635)에 대한 TB 수신에 대응하는 HARQ-ACK 비트 뒤에 위치한 다른 비트로 구성된 2개의 추가 HARQ-ACK 비트들을 생성한다. UE는 셀 2에서 1개의 TB 수신을 가능하게 하는 TM으로 구성되는 것으로 가정됨을 주의해야 한다. 그러므로, HARQ-ACK 페이로드는 수학식 16에 정의된 바와 같다.

수학식 16

$$O_{\text{HARQ-ACK}} = V_{\text{DAI}}^{\text{UL}} \cdot (C + C_2)$$

[0136] PUSCH에서의 HARQ-ACK 페이로드는 수학식 11에서의 최대 $O_{\text{HARQ-ACK}} = N_{\text{vmlk}} \cdot (C + C_2) = 16$ 비트들에서

[0137] $O_{\text{HARQ-ACK}} = V_{\text{DAI}}^{\text{UL}} \cdot (C + C_2) = 12$ 비트들까지로 감소한다.

[0138] 또는, 셀당 DL SA들의 최대 수를 나타내는 것 대신, UL DAI IE는 모든 셀들 상에서의 DL SA들의 총 수를 나타낸다. 예를 들면, 각 셀에서 구성된 TM은 HARQ-ACK 비트들의 각 수에 영향을 주지 않기 때문에, 이는 공간 번들링이 사용될 경우 유용할 수 있다. UL DAI IE 값을 DL SA들의 총 수에 매핑하는 것은 UE에 대해 NodeB에 의해 구성될 수 있다. 일 예가 하기 표 1에 도시된다. UL DAI IE는 또한 DL CA의 경우에 이의 표현들에 대한 입상도 및 정확도를 향상시키기 위해 추가 비트들을 포함하도록 확장될 수 있다. UE가 DL SA를 수신하지 않는 경우, UL DAI 값 "11"이 0으로 해석된다.

표 1

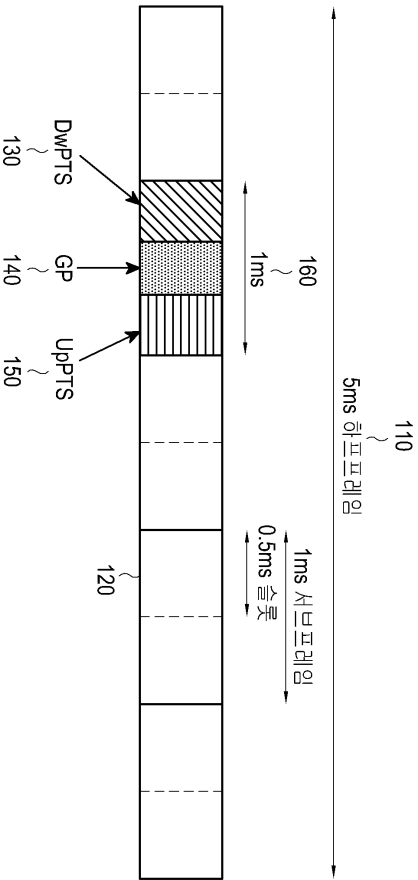
UL DAI MSB, LSB	$V_{\text{DAI}}^{\text{UL}}$	번들링 윈도우에서 총 DL SA들 $N_{\text{DAI}}^{\text{UL}}$
0,0	1	4
0,1	2	8
1,0	3	12
1,1	0 또는 4	0 또는 16

[0140] 다수의 UL SA들이 DL 서브프레임 번들링 윈도우와 연관된 UL 서브프레임에서의 다중 셀들 각각에서 PUSCH 전송에 대해 수신되는 경우, UE가 모든 UL SA들에서 동일한 값을 갖지 않으면, UE는 UL SA에서의 UL DAI IE를 유효한 것으로 고려하지 않을 수 있다. 또한, DL DAI IE에 기반하여, UE가 $O_{\text{HARQ-ACK}} = V_{\text{DAI}}^{\text{UL}} \cdot (C + C_2)$ 이상의 비트들을 생성할 필요가 있으면, 적절한 시스템 동작에 대해, UE는 PUSCH에서의 DL DAI IE로부터 결정된 HARQ-ACK 페이로드를 전송할 수 있거나 PUSCH를 전송하지 않을 수 있는데, 이는 UE가 유효하지 않은 DL SA를 유효한 것으로 생각하거나 유효하지 않은 UL SA를 유효한 것으로 생각함에 의해 잘못된 경우를 나타내는 것으로 여겨질 수 있기 때문이다.

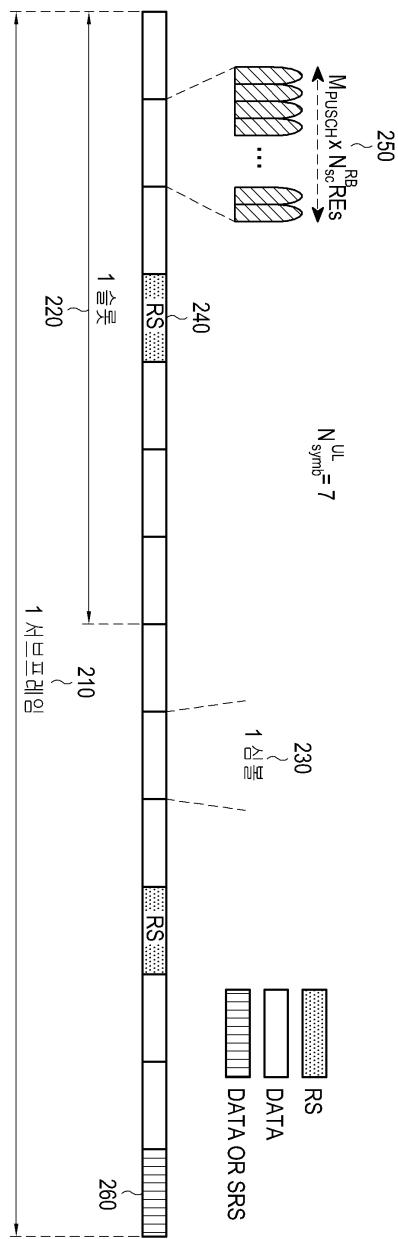
[0141] 한편 상기한 본 발명의 설명에서는 바람직한 실시 예들을 참조하여 설명하였으나 여러 가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시될 수 있음은 본 발명의 기술분야에 속한 당업자에게는 자명할 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 의하여 정할 것이 아니고 청구범위와 청구범위의 균등한 것에 의하여 정하여져야 할 것이다.

도면

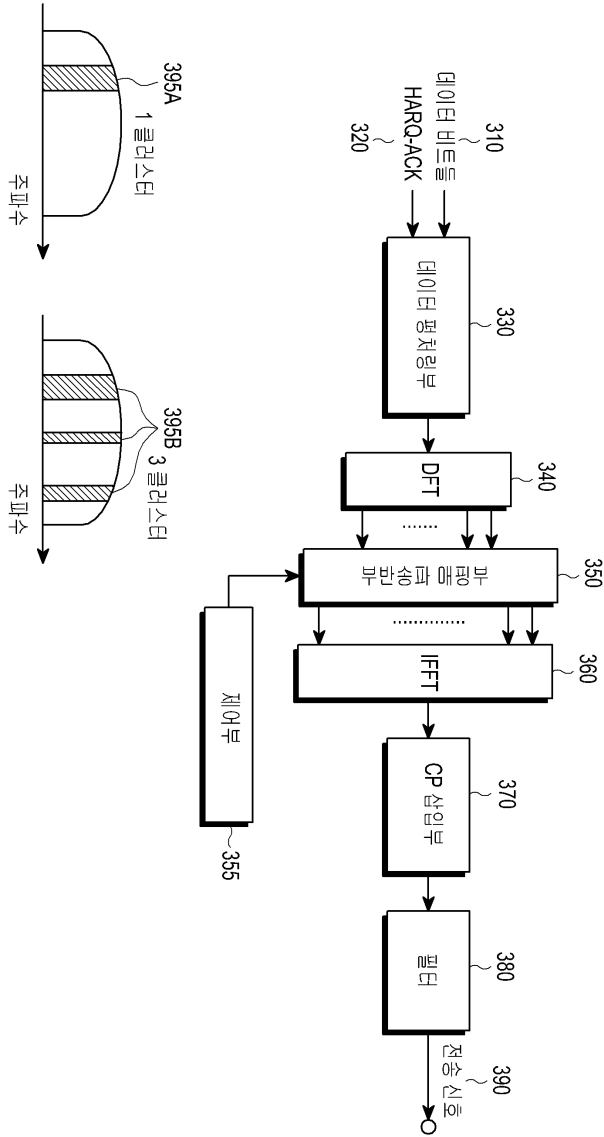
도면1



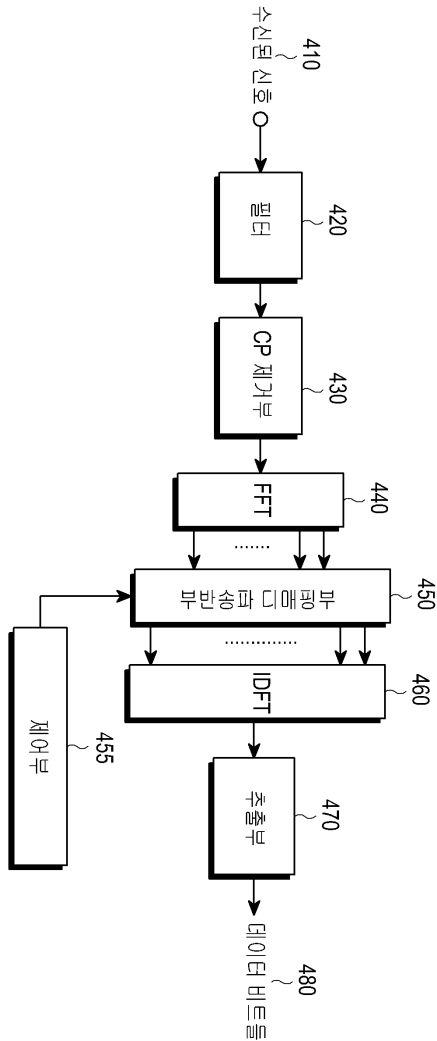
도면2

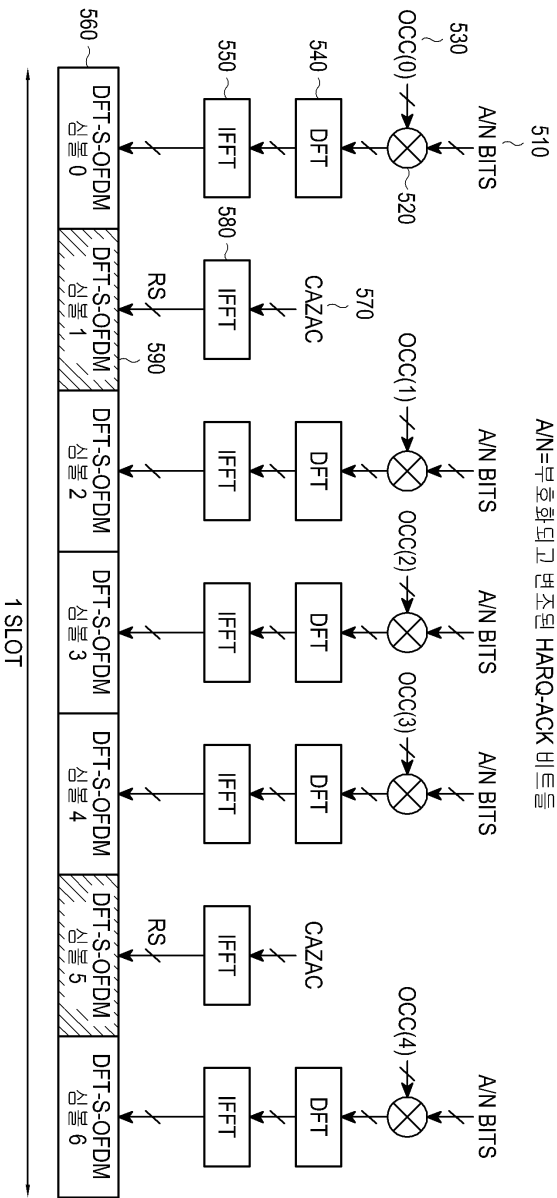


도면3



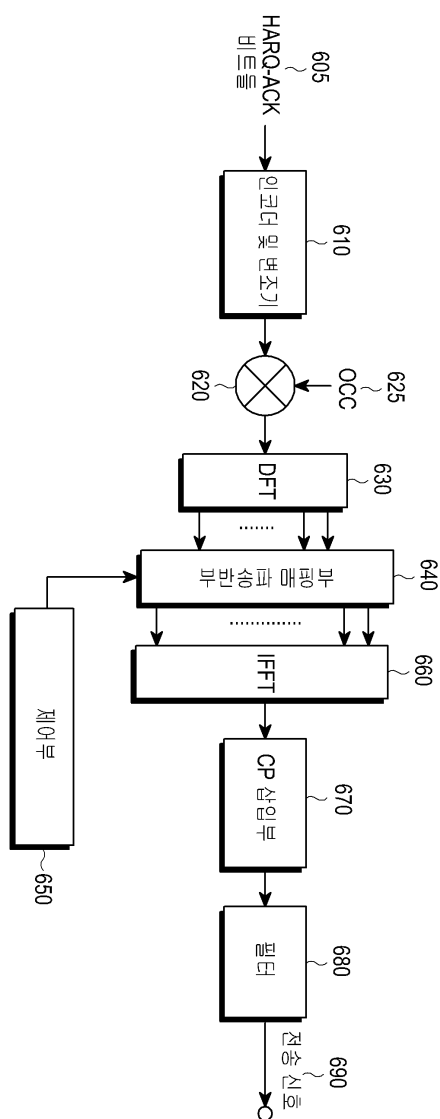
도면4



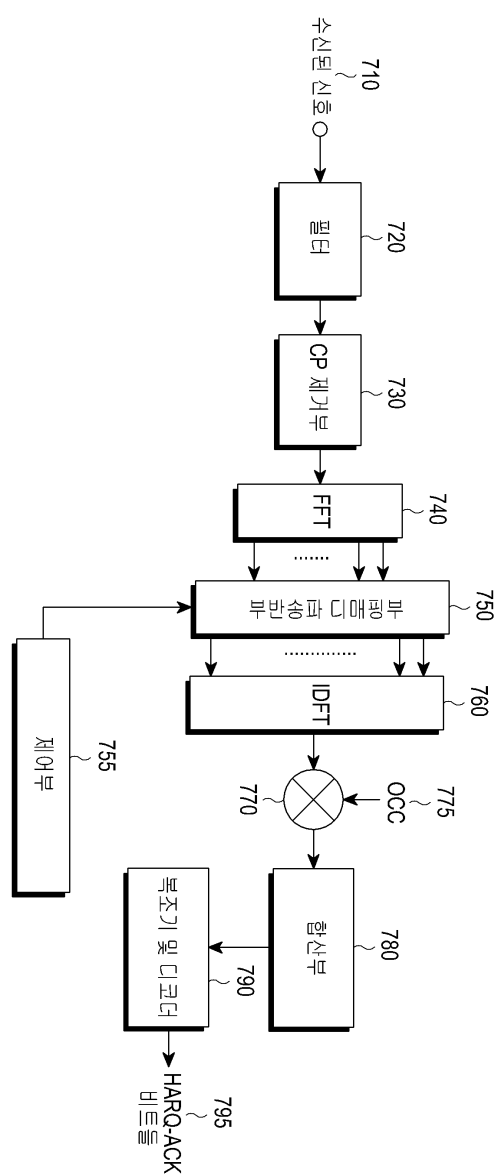


도면5

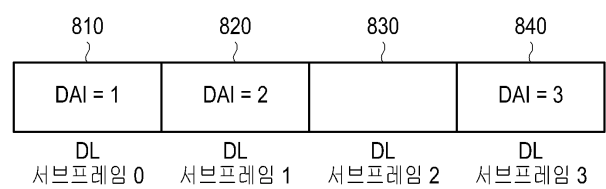
도면6



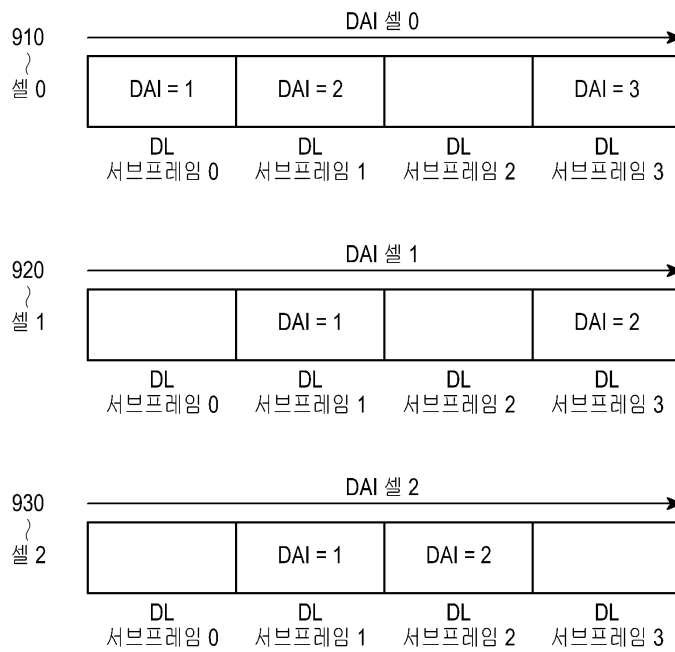
도면7



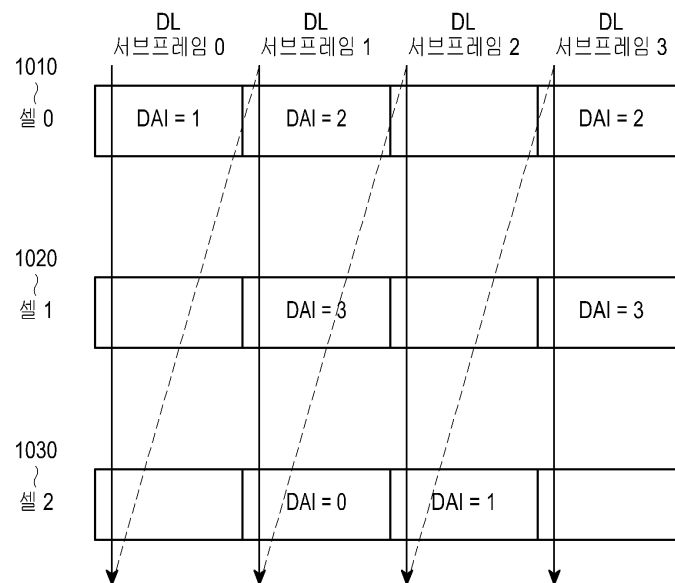
도면8



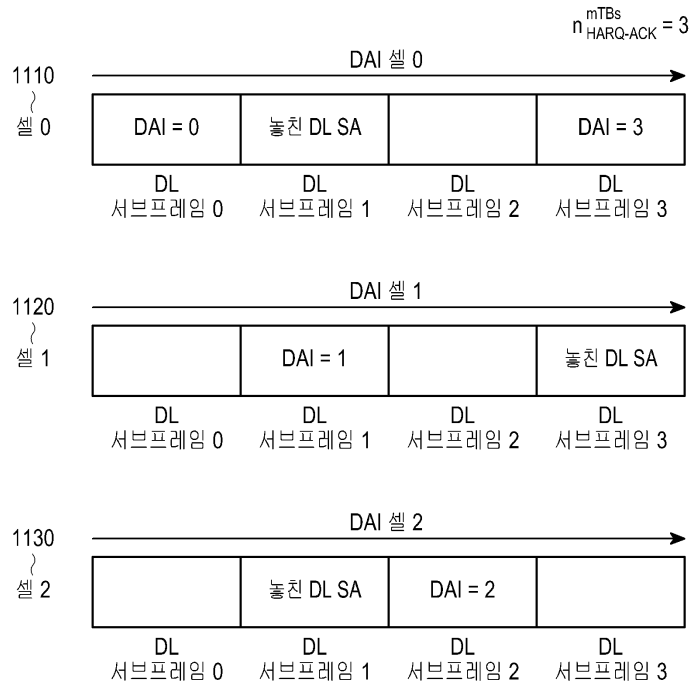
도면9



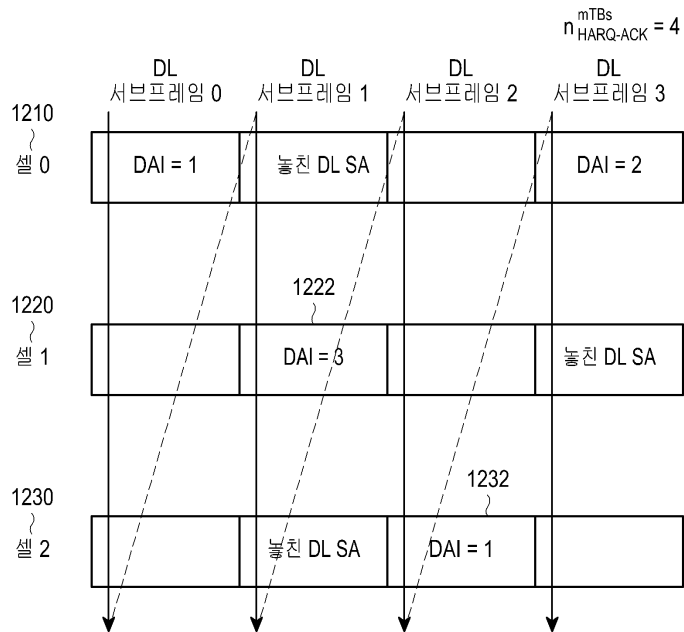
도면10



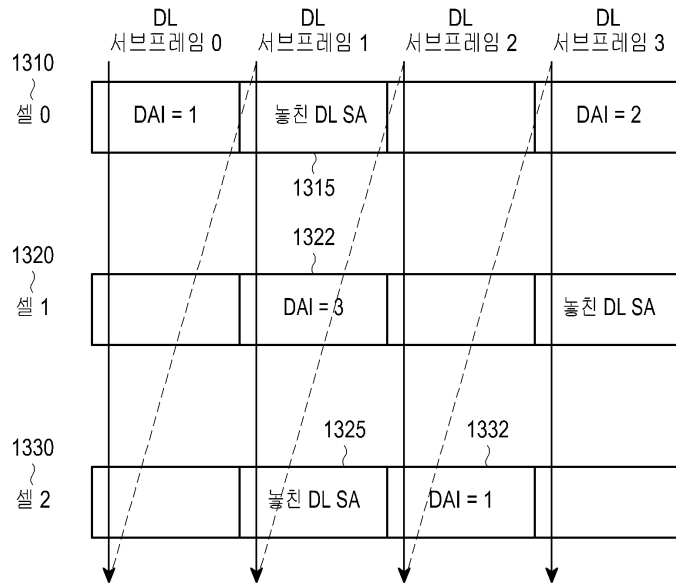
도면11



도면12



도면13



도면14

