



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월20일
(11) 등록번호 10-2603802
(24) 등록일자 2023년11월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) H04L 5/00 (2006.01)
 - (52) CPC특허분류
H04L 27/2657 (2013.01)
H04L 27/2678 (2013.01)
 - (21) 출원번호 10-2023-7008916(분할)
 - (22) 출원일자(국제) 2015년11월30일
심사청구일자 2023년04월07일
 - (85) 번역문제출일자 2023년03월14일
 - (65) 공개번호 10-2023-0039777
 - (43) 공개일자 2023년03월21일
 - (62) 원출원 특허 10-2017-7024471
원출원일자(국제) 2015년11월30일
심사청구일자 2020년10월07일
 - (86) 국제출원번호 PCT/KR2015/012940
 - (87) 국제공개번호 WO 2016/125998
국제공개일자 2016년08월11일
 - (30) 우선권주장
62/111,675 2015년02월04일 미국(US)
(뒷면에 계속)
 - (56) 선행기술조사문헌
US20110142020 A1
(뒷면에 계속)
- 전체 청구항 수 : 총 21 항

- (73) 특허권자
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
- (72) 발명자
박은성
서울특별시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터
이옥봉
서울특별시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터
조한규
서울특별시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터
- (74) 대리인
특허법인로얄

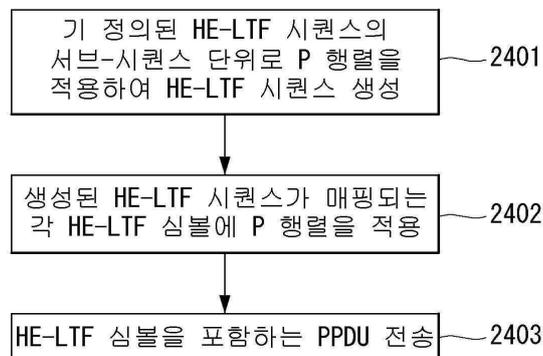
심사관 : 김성태

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 송수신을 위한 방법 및 이를 위한 장치

(57) 요약

본 발명에서는 무선 통신 시스템에서 다중 사용자 송수신을 위한 방법 및 이를 위한 장치가 개시된다. 구체적으로, 무선 통신 시스템에서 STA(Station) 장치가 다중 사용자(MU: Multi User) 전송을 수행하는 방법에 있어서, MU 전송 대역폭에 따른 주파수 영역(frequency domain)에서 HE-LTF(High Efficiency-Long Training Field) 시퀀스를 생성하는 단계 및 상기 HE-LTF 시퀀스가 매핑되는 하나 이상의 심볼을 포함하는 물리 프로토콜 데이터 유닛(PPDU: Physical Protocol Data Unit)을 전송하는 단계를 포함하고, 상기 HE-LTF 시퀀스는 미리 정의된 시퀀스에 P 행렬의 하나의 행(row)의 길이 단위로 상기 P 행렬의 하나의 행이 곱해져 생성될 수 있다.

대표도 - 도24



(52) CPC특허분류

H04L 27/2695 (2021.01)

H04L 5/0037 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

Yanxiang Jiang et al., "Frequency Offset Estimation and Training Sequence Design for MIMO OFDM", IEEE Transactions on wireless communications, vol.7, no.4 (2008.04.)

KR1020110082685 A

KR1020140009569 A

KR1020140088130 A

(30) 우선권주장

62/143,798 2015년04월06일 미국(US)

62/147,563 2015년04월14일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 STA(Station) 장치가 다중 사용자(MU: Multi User) 전송을 수행하는 방법에 있어서, 프리앰블(preamble) 필드들과 데이터 필드가 포함된 물리 프로토콜 데이터 유닛(PPDU: Physical Protocol Data Unit)을 생성하는 단계; 및 상기 물리 프로토콜 데이터 유닛을 전송하는 단계; 를 포함하고, 상기 프리앰블 필드들은 하나 이상의 LTF(Long Training Field) 필드들을 포함하며, 상기 LTF 필드들은 LTF 시퀀스에 기초하여 생성되고, 상기 LTF 시퀀스는 (i) 공통 시퀀스(common sequence) 및 (ii) 각 행 간에 직교성(orthogonality)을 갖는 M 행 및 M 열의 매트릭스인 미리 정의된 행렬에 기초하여 생성되며, 상기 M은 자연수이고, 상기 공통 시퀀스의 길이를 상기 M으로 나눈 나머지가 0이 아님에 기초하여: 상기 M의 배수의 길이를 갖는 상기 공통 시퀀스의 제 1 파트에 포함된 요소(element)들에는 상기 미리 정의된 행렬의 특정 행에 포함된 요소들이 길이 M 단위로 곱하여지고, (i) 상기 공통 시퀀스의 전체 길이에서 상기 공통 시퀀스의 제 1 파트의 길이를 뺀만큼의 길이를 가지고, (ii) 길이가 M보다 짧은 상기 공통 시퀀스의 제 2 파트에는 (i) 상기 미리 정의된 행렬의 특정 행에 포함된 요소들의 일부가 곱해지고, (ii) 상기 미리 정의된 행렬의 특정 행에 포함된 요소들의 일부의 길이는 상기 공통 시퀀스의 제 2 파트의 길이와 동일하고, 상기 LTF 시퀀스는 (i) 상기 곱하여진 공통 시퀀스의 제 1 파트 및 (ii) 상기 곱하여진 공통 시퀀스의 제 2 파트를 포함하는 다중 사용자 전송방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 LTF 시퀀스는 MU 전송 대역폭에 따른 주파수 영역(frequency domain)에서 생성되고, 상기 M의 값은 상기 다중 사용자 전송의 사용자 수에 따라 다르게 설정되는, 다중 사용자 전송 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 LTF 필드들은 적어도 하나의 동기화(synchronization) 또는 채널 추정(estimation)과 관련된 것인, 다중 사용자 전송 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 전송된 상기 LTF 시퀀스는 상기 LTF 시퀀스의 0의 아닌 엘리먼트들(elements)로 구성되는, 다중 사용자 전송 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 M은 상기 다중 사용자 전송을 위해, 할당된 할당된 시간-공간(time-spatial) 스트림들(streams)의 수에 관계없이 8로 고정되는, 다중 사용자 전송 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 M은 2, 4 및 8 중 하나 이상의 조합을 갖는, 다중 사용자 전송 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 방법은

캐리어 주파수 오프셋(Carrier Frequency Offset) 및 채널 추정에 이용되는 다중 사용자 전송 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 방법은

상기 특정 행이 곱해진 톤의 단위에 상관없이, 특정 톤 간격들을 갖는 톤들의 단위 별로 캐리어 주파수 오프셋 및 채널 추정에 이용되는, 다중 사용자 전송 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 LTF 시퀀스의 매핑을 위한 톤은 MU 전송 대역폭 내에서 그룹 별로 구분되어 할당되는, 다중 사용자 전송 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 LTF 시퀀스의 매핑을 위한 톤은 하나 이상의 LTF 심볼들 중에서 상기 그룹 내의 STA들의 수에 해당하는 심볼 이후로 상이하게 할당되는, 다중 사용자 전송 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

미리 정의된 상기 LTF 시퀀스는 각 시간-공간 스트림 별로 상기 미리 정의된 행렬의 서로 다른 행이 곱해지는, 다중 사용자 전송 방법.

다중 사용자 전송 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 미리 정의된 행렬은 아래 수학식에 의해 정의되는 다중 사용자 전송 방법.

[수학식]

$$P_{8 \times 8} = \begin{bmatrix} P_{4 \times 4} & P_{4 \times 4} \\ P_{4 \times 4} & -P_{4 \times 4} \end{bmatrix}, \text{ 여기서 } P_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

청구항 13

무선 통신 시스템에서 다중 사용자(MU: Multi User) 전송을 수행하는 STA(Station) 장치에 있어서,
 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및
 상기 RF 유닛을 제어하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는

프리앰블(preamble) 필드들과 데이터 필드가 포함된 물리 프로토콜 데이터 유닛(PPDU: Physical Protocol Data Unit)을 생성하고,

상기 물리 프로토콜 데이터 유닛을 전송하며,

상기 프리앰블 필드들은 하나 이상의 LTF(Long Training Field) 필드들을 포함하고,

상기 LTF 필드들은 LTF 시퀀스에 기초하여 생성되고,

상기 LTF 시퀀스는 (i) 공통 시퀀스(common sequence) 및 (ii) 각 행 간에 직교성(orthogonality)을 갖는 M 행 및 M 열의 매트릭스인 미리 정의된 행렬에 기초하여 생성되며, 상기 M은 자연수이고,

상기 공통 시퀀스의 길이를 상기 M으로 나눈 나머지가 0이 아님에 기초하여:

상기 M의 배수의 길이를 갖는 상기 공통 시퀀스의 제 1 파트에 포함된 요소(element)들에는 상기 미리 정의된 행렬의 특정 행에 포함된 요소들이 길이 M 단위로 곱하여지고,

(i) 상기 공통 시퀀스의 전체 길이에서 상기 공통 시퀀스의 제 1 파트의 길이를 뺀만큼의 길이를 가지고, (ii) 길이가 M보다 짧은 상기 공통 시퀀스의 제 2 파트에는 (i) 상기 미리 정의된 행렬의 특정 행에 포함된 요소들의 일부가 곱해지고, (ii) 상기 미리 정의된 행렬의 특정 행에 포함된 요소들의 일부의 길이는 상기 공통 시퀀스의 제 2 파트의 길이와 동일하고,

상기 LTF 시퀀스는 (i) 상기 곱하여진 공통 시퀀스의 제 1 파트 및 (ii) 상기 곱하여진 공통 시퀀스의 제 2 파트를 포함하는 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 LTF 시퀀스는 MU 전송 대역폭에 따른 주파수 영역(frequency domain)에서 생성되고,

상기 M의 값은 상기 다중 사용자 전송의 사용자 수에 따라 다르게 설정되는, 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 LTF 필드들은 적어도 하나의 동기화(synchronization) 또는 채널 추정(estimation)과 관련된 것인, 장치.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 M은 상기 다중 사용자 전송을 위해, 할당된 할당된 시간-공간(time-spatial) 스트림들(streams)의 수에 관계없이 8로 고정되는, 장치.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 M은 2, 4 및 8 중 하나 이상의 조합을 갖는, 장치.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 장치는 캐리어 주파수 오프셋(Carrier Frequency Offset) 및 채널 추정에 이용되는, 장치.

청구항 19

제13항에 있어서,

미리 정의된 상기 LTF 시퀀스는 각 시간-공간 스트림 별로 상기 미리 정의된 행렬의 서로 다른 행이 곱해지는, 장치.

청구항 20

제13항에 있어서,

상기 미리 정의된 행렬은 아래 수학식에 의해 정의되는, 장치.

[수학식]

$$P_{8 \times 8} = \begin{bmatrix} P_{4 \times 4} & P_{4 \times 4} \\ P_{4 \times 4} & -P_{4 \times 4} \end{bmatrix}, \text{ 여기서 } P_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

청구항 21

무선 통신 시스템에서 AP(Access point) 장치가 다중 사용자(MU: Multi User) 전송을 수행하는 방법에 있어서, 프리앰블(preamble) 필드들과 데이터 필드가 포함된 물리 프로토콜 데이터 유닛(PPDU: Physical Protocol Data Unit)을 수신하는 단계;를 포함하고,

상기 프리앰블 필드들은 하나 이상의 LTF(Long Training Field) 필드들을 포함하며,

상기 LTF 필드들은 LTF 시퀀스에 기초하여 생성되고,

상기 LTF 시퀀스는 (i) 공통 시퀀스(common sequence) 및 (ii) 각 행 간에 직교성(orthogonality)을 갖는 M 행 및 M 열의 매트릭스인 미리 정의된 행렬에 기초하여 생성되며, 상기 M은 자연수이고,

상기 공통 시퀀스의 길이를 상기 M으로 나눈 나머지가 0이 아님에 기초하여:

상기 M의 배수의 길이를 갖는 상기 공통 시퀀스의 제 1 파트에 포함된 요소(element)들에는 상기 미리 정의된 행렬의 특정 행에 포함된 요소들이 길이 M 단위로 곱하여지고,

(i) 상기 공통 시퀀스의 전체 길이에서 상기 공통 시퀀스의 제 1 파트의 길이를 뺀만큼의 길이를 가지고, (ii) 길이가 M보다 짧은 상기 공통 시퀀스의 제 2 파트에는 (i) 상기 미리 정의된 행렬의 특정 행에 포함된 요소들의 일부가 곱해지고, (ii) 상기 미리 정의된 행렬의 특정 행에 포함된 요소들의 일부의 길이는 상기 공통 시퀀스의 제 2 파트의 길이와 동일하고,

상기 LTF 시퀀스는 (i) 상기 곱하여진 공통 시퀀스의 제 1 파트 및 (ii) 상기 곱하여진 공통 시퀀스의 제 2 파트를 포함하는 다중 사용자 전송방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 상향링크 또는 하향링크 다중 사용자 송수신을 위한 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 와이파이(Wi-Fi)는 2.4GHz, 5GHz 또는 60 GHz 주파수 대역에서 기기가 인터넷에 접속 가능하게 하는 WLAN(Wireless Local Area Network) 기술이다.

- [0003] WLAN은 IEEE(institute of electrical and electronic engineers) 802.11 표준에 기반한다. IEEE 802.11의 WNG SC(Wireless Next Generation Standing Committee)는 차세대 WLAN(wireless local area network)을 중장기적으로 고민하는 애드혹 위원회(committee)이다.
- [0004] IEEE 802.11n은 네트워크의 속도와 신뢰성을 증가시키고, 무선 네트워크의 운영 거리를 확장하는데 목적을 두고 있다. 보다 구체적으로, IEEE 802.11n에서는 최대 600Mbps 데이터 처리 속도(data rate)를 제공하는 고처리율(HT: High Throughput)을 지원하며, 또한 전송 에러를 최소화하고 데이터 속도를 최적화하기 위해 송신부와 수신부 양단 모두에 다중 안테나를 사용하는 MIMO(Multiple Inputs and Multiple Outputs) 기술에 기반을 두고 있다.
- [0005] WLAN의 보급이 활성화되고 또한 이를 이용한 어플리케이션이 다양화됨에 따라, 초고처리율(VHT: Very High Throughput)를 지원하는 차세대 WLAN 시스템은 IEEE 802.11n WLAN 시스템의 다음 버전으로서, IEEE 802.11ac가 새롭게 제정되었다. IEEE 802.11ac는 80MHz 대역폭 전송 및/또는 더 높은 대역폭 전송(예를 들어, 160MHz)을 통해 1Gbps 이상의 데이터 처리 속도를 지원하고, 주로 5 GHz 대역에서 동작한다.
- [0006] 최근에는 IEEE 802.11ac이 지원하는 데이터 처리 속도보다 더 높은 처리율을 지원하기 위한 새로운 WLAN 시스템에 대한 필요성이 대두되고 있다.
- [0007] 일명 IEEE 802.11ax 또는 고효율(HEW: High Efficiency) WLAN라고 불리는 차세대 WLAN 태스크 그룹에서 주로 논의되는 IEEE 802.11ax의 범위(scope)는 1) 2.4GHz 및 5GHz 등의 대역에서 802.11 PHY(physical) 계층과 MAC(media access control) 계층의 향상, 2) 스펙트럼 효율성(spectrum efficiency)과 영역 쓰루풋(area throughput) 향상, 3) 간섭 소스가 존재하는 환경, 밀집한 이종 네트워크(heterogeneous network) 환경 및 높은 사용자 부하가 존재하는 환경과 같은 실제 실내 환경 및 실외 환경에서 성능을 향상 등을 포함한다.
- [0008] IEEE 802.11ax에서 주로 고려되는 시나리오는 AP(access point)와 STA(station)이 많은 밀집 환경이며, IEEE 802.11ax는 이러한 상황에서 스펙트럼 효율(spectrum efficiency)과 공간 전송률(area throughput) 개선에 대해 논의한다. 특히, 실내 환경뿐만 아니라, 기존 WLAN에서 많이 고려되지 않던 실외 환경에서의 실질적 성능 개선에 관심을 가진다.
- [0009] IEEE 802.11ax에서는 무선 오피스(wireless office), 스마트 홈(smart home), 스타디움(Stadium), 핫스팟(Hotspot), 빌딩/아파트(building/apartment)와 같은 시나리오에 관심이 크며, 해당 시나리오 기반으로 AP와 STA가 많은 밀집 환경에서의 시스템 성능 향상에 대한 논의가 수행되고 있다.
- [0010] 앞으로 IEEE 802.11ax에서는 하나의 BSS(basic service set)에서의 단일 링크 성능 향상보다는, OBSS(overlapping basic service set) 환경에서의 시스템 성능 향상 및 실외 환경 성능 개선, 그리고 셀룰러 오프로딩(cellular offloading) 등에 대한 논의가 활발할 것으로 예상된다. 이러한 IEEE 802.11ax의 방향성은 차세대 WLAN이 점점 이동 통신과 유사한 기술 범위를 갖게 됨을 의미한다. 최근 스몰 셀(small cell) 및 D2D(Direct-to-Direct) 통신 영역에서 이동 통신과 WLAN 기술이 함께 논의되고 있는 상황을 고려해 볼 때, IEEE 802.11ax를 기반한 차세대 WLAN과 이동 통신의 기술적 및 사업적 융합은 더욱 활발해질 것으로 예측된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 차세대 WLAN 시스템에서는 상향링크 다중 사용자(multi user) MIMO(multiple input multiple output) 전송의 지원을 고려하고 있다. 다만, 이 경우 LTF에서 채널 추정과 동시에 기존의 파일럿(pilot) 방식을 그대로 적용하여 각 사용자마다 각기 다른 캐리어 주파수 오프셋(CFO: Carrier Frequency Offset)을 측정하기에 한계가 있다.
- [0012] 이에 따라 본 발명의 목적은 다중 사용자 전송을 위한 HE-LTF(High efficiency-Long Training Field)를 구성하는 방법을 제안한다.
- [0013] 또한, 본 발명의 목적은 다중 사용자 전송에 있어서 채널 추정(channel estimation) 뿐만 아니라 CFO까지 측정하는 방법을 제안한다.
- [0014] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명의 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 STA(Station) 장치가 다중 사용자(MU: Multi User) 전송을 수행하는 방법에 있어서, MU 전송 대역폭에 따른 주파수 영역(frequency domain)에서 HE-LTF(High Efficiency-Long Training Field) 시퀀스를 생성하는 단계 및 상기 HE-LTF 시퀀스가 매핑되는 하나 이상의 심볼을 포함하는 물리 프로토콜 데이터 유닛(PPDU: Physical Protocol Data Unit)을 전송하는 단계를 포함하고, 상기 HE-LTF 시퀀스는 미리 정의된 시퀀스에 P 행렬의 하나의 행(row)의 길이 단위로 상기 P 행렬의 하나의 행이 곱해져 생성될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 다중 사용자(MU: Multi User) 전송을 수행하는 STA(Station) 장치에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 상기 RF 유닛을 제어하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 MU 전송 대역폭에 따른 주파수 영역(frequency domain)에서 HE-LTF(High Efficiency-Long Training Field) 시퀀스를 생성하고, 상기 HE-LTF 시퀀스가 매핑되는 하나 이상의 심볼을 포함하는 물리 프로토콜 데이터 유닛(PPDU: Physical Protocol Data Unit)을 전송하도록 구성되고, 상기 HE-LTF 시퀀스는 미리 정의된 시퀀스에 P 행렬의 하나의 행(row)의 길이 단위로 상기 P 행렬의 하나의 행이 곱해져 생성될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 STA(Station) 장치가 다중 사용자(MU: Multi User) 전송을 수신하는 방법에 있어서, 수신한 신호로부터 HE-LTF(High Efficiency-Long Training Field) 시퀀스 및 상기 HE-LTF 시퀀스에 적용된 P 행렬의 하나의 행(row)을 언스크램블링(unsrambling)하는 단계, 상기 신호가 전송된 심볼들 간의 위상 차이를 기반으로 캐리어 주파수 오프셋(CFO: Carrier Frequency Offset)을 추정하는 단계 및 상기 추정된 CFO 값을 이용하여 상기 신호가 전송된 심볼 별로 채널을 추정하는 단계를 포함하고, 상기 CFO는 상기 P 행렬의 하나의 행(row) 길이의 서브캐리어 별로 동일한 채널을 가정하여 추정될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 일 양상은, 무선 통신 시스템에서 다중 사용자(MU: Multi User) 전송을 수신하는 장치에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛을 포함하고, 상기 RF 유닛을 제어하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 수신한 신호로부터 HE-LTF(High Efficiency-Long Training Field) 시퀀스 및 상기 HE-LTF 시퀀스에 적용된 P 행렬의 하나의 행(row)을 언스크램블링(unsrambling)하고, 상기 신호가 전송된 심볼들 간의 위상 차이를 기반으로 캐리어 주파수 오프셋(CFO: Carrier Frequency Offset)을 추정하고, 상기 추정된 CFO 값을 이용하여 상기 신호가 전송된 심볼 별로 채널을 추정하도록 구성되고, 상기 CFO는 상기 P 행렬의 하나의 행(row) 길이의 서브캐리어 별로 동일한 채널을 가정하여 추정될 수 있다.
- [0019] 바람직하게, 상기 미리 정의된 시퀀스를 상기 P 행렬의 하나의 행의 길이로 나눈 나머지 시퀀스가 존재하는 경우, 상기 나머지 시퀀스에 상기 P 행렬의 하나의 행의 행렬 요소가 순환 시프트(cyclic shift)되어 곱해질 수 있다.
- [0020] 바람직하게, 상기 하나 이상의 HE-LTF 심볼에 상기 P 행렬의 하나의 행을 적용하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 바람직하게, 상기 P 행렬의 길이는 상기 MU 전송을 위해 할당된 시공간 스트림(time-spatial stream)을 개수와 무관하게 8로 고정될 수 있다.
- [0022] 바람직하게, 상기 P 행렬의 길이는 2, 4 및 8 중 하나 이상으로 조합될 수 있다.
- [0024] *바람직하게, 상기 P 행렬의 하나의 행이 곱해진 톤 단위 별로 캐리어 주파수 오프셋(Carrier Frequency Offset) 및 채널 추정에 이용될 수 있다.
- [0025] 바람직하게, 상기 P 행렬의 하나의 행이 곱해진 톤 단위와 무관하게, 소정의 톤 간격으로 구성되는 톤 단위 별로 캐리어 주파수 오프셋(Carrier Frequency Offset) 및 채널 추정에 이용될 수 있다.
- [0026] 바람직하게, 상기 미리 정의된 시퀀스를 상기 P 행렬의 하나의 행의 길이로 나눈 나머지 시퀀스가 존재하는 경우, 상기 나머지 시퀀스에 상기 P 행렬의 하나의 행을 곱해지지 않을 수 있다.
- [0027] 바람직하게, 상기 미리 정의된 시퀀스를 상기 P 행렬의 하나의 행의 길이로 나눈 나머지 시퀀스가 존재하는 경우, 상기 나머지 시퀀스의 길이에 맞는 P 행렬의 하나의 행이 곱해질 수 있다.
- [0028] 바람직하게, 상기 MU 전송 대역폭 내에서 그룹 별로 상기 HE-LTF 시퀀스 매핑을 위한 톤이 구분되어 할당될 수 있다.

[0029] 바람직하게, 상기 HE-LTF 심볼 중 상기 그룹 내 STA 수에 해당하는 개수의 심볼 이후 상기 HE-LTF 시퀀스 매핑을 위한 톤이 상이하게 할당될 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명의 실시예에 따르면, 무선 통신 시스템에서 상향링크/하향링크 다중 사용자 전송을 원활하게 수행할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 HE-LTF 기반으로 채널 추정(channel estimation) 뿐만 아니라 CFO까지 측정할 수 있다.

[0032] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0033] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.

- 도 1 은 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 계층 아키텍처(layer architecture)의 구조를 예시하는 도면이다.
- 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 non-HT 포맷 PPDU 및 HT 포맷 PPDU를 예시한다.
- 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 VHT 포맷 PPDU 포맷을 예시한다.
- 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 PPDU의 포맷을 구분하기 위한 성상(constellation)을 예시하는 도면이다.
- 도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 MAC 프레임 포맷을 예시한다.
- 도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 HT Control 필드의 HT 포맷을 예시한다.
- 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 HT Control 필드의 VHT 포맷을 예시한다.
- 도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반적인 링크 셋업(link setup) 절차를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 임의 백오프 주기와 프레임 전송 절차를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 VHT-LTF를 예시하는 도면이다.
- 도 12 내지 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 HE(High Efficiency) 포맷 PPDU를 예시하는 도면이다.
- 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 시퀀스를 생성하는 방법을 예시한다.
- 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 필드를 구성하는 방법을 예시한다.
- 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 CFO 추정 방법을 예시하는 도면이다.
- 도 19 내지 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 시퀀스 생성 방법을 예시하는 도면이다.
- 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 CFO 및 채널 추정 방법을 예시하는 도면이다.
- 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 시퀀스를 생성하는 방법을 예시하는 도면이다.
- 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링크 다중 사용자 전송을 위한 방법을 예시하는 도면이다.
- 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 장치를 예시하는 블록도이다.
- 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 25의 프로세서를 보다 구체적으로 예시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적인 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.
- [0035] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.
- [0036] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0037] 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), NOMA(non-orthogonal multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 이용될 수 있다. CDMA는 UTRA(universal terrestrial radio access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(global system for mobile communications)/GPRS(general packet radio service)/EDGE(enhanced data rates for GSM evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE(institute of electrical and electronics engineers) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(universal mobile telecommunications system)의 일부이다. 3GPP(3rd generation partnership project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.
- [0038] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802, 3GPP 및 3GPP2 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [0039] 설명을 명확하게 하기 위해, IEEE 802.11 시스템을 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0040] **시스템 일반**
- [0041] 도 1 은 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 일례를 나타내는 도면이다.
- [0042] IEEE 802.11 구조는 복수개의 구성요소들로 구성될 수 있고, 이들의 상호작용에 의해 상위계층에 대해 트랜스페런트(transparent)한 스테이션(STA: Station) 이동성을 지원하는 무선 통신 시스템이 제공될 수 있다. 기본 서비스 세트(BSS: Basic Service Set)는 IEEE 802.11 시스템에서의 기본적인 구성 블록에 해당할 수 있다.
- [0043] 도 1 에서는 3개의 BSS(BSS 1 내지 BSS 3)가 존재하고 각각의 BSS의 멤버로서 2개의 STA이 포함되는 것(STA 1 및 STA 2 는 BSS 1에 포함되고, STA 3 및 STA 4는 BSS 2에 포함되며, STA 5 및 STA 6은 BSS 3에 포함됨)을 예시적으로 도시한다.
- [0044] 도 1 에서 BSS를 나타내는 타원은 해당 BSS에 포함된 STA들이 통신을 유지하는 커버리지 영역을 나타내는 것으로도 이해될 수 있다. 이 영역을 기본 서비스 영역(BSA: Basic Service Area)이라고 칭할 수 있다. STA가 BSA 밖으로 이동하게 되면 해당 BSA 내의 다른 STA들과 직접적으로 통신할 수 없게 된다.
- [0045] IEEE 802.11 시스템에서 가장 기본적인 타입의 BSS는 독립적인 BSS(IBSS: Independent BSS)이다. 예를 들어, IBSS는 2 개의 STA만으로 구성된 최소의 형태를 가질 수 있다. 또한, 가장 단순한 형태이고 다른 구성요소들이 생략되어 있는 도 1 의 BSS 3이 IBSS의 대표적인 예시에 해당할 수 있다. 이러한 구성은 STA들이 직접 통신할 수 있는 경우에 가능하다. 또한, 이러한 형태의 LAN은 미리 계획되어서 구성되는 것이 아니라 LAN이 필요한 경우에 구성될 수 있으며, 이를 애드-혹(ad-hoc) 네트워크라고 칭할 수도 있다.
- [0046] STA의 켜지거나 꺼짐, STA가 BSS 영역에 들어오거나 나갈 등에 의해서, BSS에서의 STA의 멤버십이 동적으로 변경될 수 있다. BSS의 멤버가 되기 위해서는, STA는 동기화 과정을 이용하여 BSS에 조인할 수 있다. BSS 기반 구

조의 모든 서비스에 액세스하기 위해서는, STA는 BSS에 연계(associated)되어야 한다. 이러한 연계(association)는 동적으로 설정될 수 있고, 분배 시스템 서비스(DSS: Distribution System Service)의 이용을 포함할 수 있다.

- [0047] 802.11 시스템에서 직접적인 STA-대-STA의 거리는 물리 계층(PHY: physical) 성능에 의해서 제한될 수 있다. 어떠한 경우에는 이러한 거리의 한계가 충분할 수도 있지만, 경우에 따라서는 보다 먼 거리의 STA 간의 통신이 필요할 수도 있다. 확장된 커버리지를 지원하기 위해서 분배 시스템(DS: Distribution System)이 구성될 수 있다.
- [0048] DS는 BSS들이 상호 연결되는 구조를 의미한다. 구체적으로, 도 1 과 같이 BSS가 독립적으로 존재하는 대신에, 복수개의 BSS들로 구성된 네트워크의 확장된 형태의 구성요소로서 BSS가 존재할 수도 있다.
- [0049] DS는 논리적인 개념이며 분배 시스템 매체(DSM: Distribution System Medium)의 특성에 의해서 특정될 수 있다. 이와 관련하여, IEEE 802.11 표준에서는 무선 매체(WM: Wireless Medium)와 분배 시스템 매체(DSM: Distribution System Medium)을 논리적으로 구분하고 있다. 각각의 논리적 매체는 상이한 목적을 위해서 사용되며, 상이한 구성요소에 의해서 사용된다. IEEE 802.11 표준의 정의에서는 이러한 매체들이 동일한 것으로 제한하지도 않고 상이한 것으로 제한하지도 않는다. 이와 같이 복수개의 매체들이 논리적으로 상이하다는 점에서, IEEE 802.11 시스템의 구조(DS 구조 또는 다른 네트워크 구조)의 유연성이 설명될 수 있다. 즉, IEEE 802.11 시스템 구조는 다양하게 구현될 수 있으며, 각각의 구현예의 물리적인 특성에 의해서 독립적으로 해당 시스템 구조가 특정될 수 있다.
- [0050] DS는 복수개의 BSS들의 끊김 없는(seamless) 통합을 제공하고 목적지로의 어드레스를 다루는 데에 필요한 논리적 서비스들을 제공함으로써 이동 장치를 지원할 수 있다.
- [0051] AP는, 연계된 STA들에 대해서 WM을 통해서 DS로의 액세스를 가능하게 하고 STA 기능성을 가지는 개체를 의미한다. AP를 통해서 BSS 및 DS 간의 데이터 이동이 수행될 수 있다. 예를 들어, 도 1에서 도시하는 STA 2 및 STA 3 은 STA의 기능성을 가지면서, 연계된 STA들(STA 1 및 STA 4)가 DS로 액세스하도록 하는 기능을 제공한다. 또한, 모든 AP는 기본적으로 STA에 해당하므로, 모든 AP는 어드레스 가능한 개체이다. WM 상에서의 통신을 위해 AP에 의해서 사용되는 어드레스와 DSM 상에서의 통신을 위해 AP에 의해서 사용되는 어드레스는 반드시 동일할 필요는 없다.
- [0052] AP에 연계된 STA들 중의 하나로부터 그 AP의 STA 어드레스로 전송되는 데이터는, 항상 비제어 포트(uncontrolled port)에서 수신되고 IEEE 802.1X 포트 액세스 개체에 의해서 처리될 수 있다. 또한, 제어 포트(controlled port)가 인증되면 전송 데이터(또는 프레임)는 DS로 전달될 수 있다.
- [0053] 임의의(arbitrary) 크기 및 복잡도를 가지는 무선 네트워크가 DS 및 BSS들로 구성될 수 있다. IEEE 802.11 시스템에서는 이러한 방식의 네트워크를 확장된 서비스 세트(ESS: Extended Service Set) 네트워크라고 칭한다. ESS는 하나의 DS에 연결된 BSS들의 집합에 해당할 수 있다. 그러나, ESS는 DS를 포함하지는 않는다. ESS 네트워크는 논리 링크 제어(LLC: Logical Link Control) 계층에서 IBSS 네트워크로 보이는 점이 특징이다. ESS에 포함되는 STA들은 서로 통신할 수 있고, 이동 STA들은 LLC에 트랜스패런트(transparent)하게 하나의 BSS에서 다른 BSS로(동일한 ESS 내에서) 이동할 수 있다.
- [0054] IEEE 802.11 시스템에서는 도 1 에서의 BSS들의 상대적인 물리적 위치에 대해서 아무것도 가정하지 않으며, 다음과 같은 형태가 모두 가능하다.
- [0055] 구체적으로, BSS들은 부분적으로 중첩될 수 있고, 이는 연속적인 커버리지를 제공하기 위해서 일반적으로 이용되는 형태이다. 또한, BSS들은 물리적으로 연결되어 있지 않을 수 있고, 논리적으로는 BSS들 간의 거리에 제한은 없다. 또한, BSS들은 물리적으로 동일한 위치에 위치할 수 있고, 이는 리던던시(redundancy)를 제공하기 위해서 이용될 수 있다. 또한, 하나 (또는 하나 이상의) IBSS 또는 ESS 네트워크들이 하나 또는 그 이상의 ESS 네트워크로서 동일한 공간에 물리적으로 존재할 수 있다. 이는 ESS 네트워크가 존재하는 위치에 ad-hoc 네트워크가 동작하는 경우나, 상이한 기관(organizations)에 의해서 물리적으로 중첩되는 IEEE 802.11 네트워크들이 구성되는 경우나, 동일한 위치에서 2 이상의 상이한 액세스 및 보안 정책이 필요한 경우 등에서의 ESS 네트워크 형태에 해당할 수 있다.
- [0056] WLAN 시스템에서 STA는 IEEE 802.11의 매체 접속 제어(MAC: Medium Access Control)/PHY 규정에 따라 동작하는 장치이다. STA의 기능이 AP와 개별적으로 구분되지 않는 한, STA는 AP STA과 비-AP STA(non-AP STA)를 포함할 수 있다. 다만, STA과 AP 간에 통신이 수행된다고 할 때, STA는 non-AP STA으로 이해될 수 있다. 도 1의 예시에

서 STA 1, STA 4, STA 5 및 STA 6은 non-AP STA에 해당하고, STA 2 및 STA 3은 AP STA에 해당한다.

- [0057] Non-AP STA는 랩탑 컴퓨터, 이동 전화기와 같이 일반적으로 사용자가 직접 다루는 장치에 해당한다. 이하의 설명에서 non-AP STA는 무선 장치(wireless device), 단말(terminal), 사용자 장치(UE: User Equipment), 이동국(MS: Mobile Station), 이동 단말(Mobile Terminal), 무선 단말(wireless terminal), 무선 송수신 유닛(WTRU: Wireless Transmit/Receive Unit), 네트워크 인터페이스 장치(network interface device), MTC(Machine-Type Communication) 장치, M2M(Machine-to-Machine) 장치 등으로 칭할 수도 있다.
- [0058] 또한, AP는 다른 무선 통신 분야에서의 기지국(BS: Base Station), 노드-B(Node-B), 발전된 노드-B(eNB: evolved Node-B), 기저 송수신 시스템(BTS: Base Transceiver System), 펌토 기지국(Femto BS) 등에 대응하는 개념이다.
- [0059] 이하, 본 명세서에서 하향링크(DL: downlink)는 AP에서 non-AP STA로의 통신을 의미하며, 상향링크(UL: uplink)는 non-AP STA에서 AP로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 AP의 일부이고, 수신기는 non-AP STA의 일부일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 non-AP STA의 일부이고, 수신기는 AP의 일부일 수 있다.
- [0060] 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 계층 아키텍처(layer architecture)의 구조를 예시하는 도면이다.
- [0061] 도 2를 참조하면, IEEE 802.11 시스템의 계층 아키텍처는 MAC 서브계층(MAC(Medium Access Control) sublayer/layer)과 PHY 서브계층/계층(Physical sublayer/layer)을 포함할 수 있다.
- [0062] PHY는 PLCP(Physical Layer Convergence Procedure) 개체(entity)와 PMD(Physical Medium Dependent) 개체로 구분될 수도 있다. 이 경우, PLCP 개체는 MAC과 데이터 프레임을 연결하는 역할을 수행하고, PMD 개체는 2개 또는 그 이상의 STA과 데이터를 무선으로 송수신하는 역할을 수행한다.
- [0063] MAC과 PHY 모두 관리 개체(Management Entity)를 포함할 수 있으며, 각각 MAC 서브계층 관리 개체(MLME: MAC Sublayer Management Entity)과 PHY 서브계층 관리 개체(PLME: Physical Sublayer Management Entity)로 지칭할 수 있다. 이들 관리 개체는 계층 관리 함수의 동작을 통해 계층 관리 서비스 인터페이스를 제공한다. MLME는 PLME와 연결되어 MAC의 관리 동작(management operation)을 수행할 수 있고, 마찬가지로 PLME도 MLME와 연결되어 PHY의 관리 동작(management operation)을 수행할 수 있다.
- [0064] 정확한 MAC 동작을 제공하기 위하여, SME(Station Management Entity)가 각 STA 내에 존재할 수 있다. SME는 각 계층과 독립적인 관리 개체로서, MLME와 PLME로부터 계층 기반 상태 정보를 수집하거나 각 계층의 특정 파라미터들의 값을 설정한다. SME는 일반 시스템 관리 개체들을 대신하여 이러한 기능을 수행할 수 있으며, 표준 관리 프로토콜을 구현할 수 있다.
- [0065] MLME, PLME 및 SME는 프리미티브(primitive)를 기반의 다양한 방법으로 상호 작용(interact)할 수 있다. 구체적으로, XX-GET.request 프리미티브는 관리 정보 베이스 속성(MIB attribute: Management Information Base attribute)의 값을 요청하기 위해 사용되고, XX-GET.confirm 프리미티브는 상태가 'SUCCESS'라면, 해당 MIB 속성 값을 리턴(return)하고, 그 외의 경우에는 상태 필드에 오류 표시를 하여 리턴한다. XX-SET.request 프리미티브는 지정된 MIB 속성을 주어진 값으로 설정하도록 요청하기 위해 사용된다. MIB 속성이 특정 동작으로 의미하고 있다면, 이 요청은 그 특정 동작의 실행을 요청한다. 그리고, XX-SET.confirm 프리미티브는 상태가 'SUCCESS'라면, 이는 지정된 MIB 속성이 요청된 값으로 설정되었음을 의미한다. 그 외의 경우에는, 상태 필드는 오류 상황을 나타낸다. 이 MIB 속성이 특정 동작을 의미한다면, 이 프리미티브는 해당 동작의 수행된 것을 확인해 줄 수 있다.
- [0066] PHY는 MAC에 TXVECTOR, RXVECTOR 및 PHYCONFIG_VECTOR를 통해 인터페이스(interface)를 제공한다. TXVECTOR는 PHY에게 PDU 별 전송 파라미터를 지원한다. RXVECTOR를 이용하여, PHY는 MAC에게 수신한 PDU 파라미터를 알려준다. TXVECTOR는 MAC에서 PHY에게 PHY-TXSTART.request 프리미티브를 통해 전달되고, RXVECTOR는 PHY에서 MAC에게 PHY-RXSTART.indication 프리미티브를 통해 전달된다.
- [0067] PHYCONFIG_VECTOR를 이용하여 MAC는 프레임 전송 또는 수신과 무관하게 PHY의 동작을 설정한다.
- [0068] 각 서브계층(또는 계층)에서의 동작을 간략하게 설명하면 다음과 같다.
- [0069] MAC은 상위 계층(예를 들어, LLC)으로부터 전달 받은 MAC 서비스 데이터 유닛(MSDU: MAC Service Data Unit) 또는 MSDU의 조각(fragment)에 MAC 헤더(header)와 프레임 체크 시퀀스(FCS: Frame Check Sequence)을 부착하

여 하나 이상의 MAC 프로토콜 데이터 유닛(MPDU: MAC Protocol Data Unit)을 생성한다. 생성된 MPDU는 PHY로 전달된다.

[0070] A-MSDU(aggreated MSDU) 기법(scheme)이 사용되는 경우, 복수 개의 MSDU는 단일의 A-MSDU(aggreated MSDU)로 병합될 수 있다. MSDU 병합 동작은 MAC 상위 계층에서 수행될 수 있다. A-MSDU는 단일의 MPDU(조각화(fragment)되지 않는 경우)로 PHY에게 전달된다.

[0071] PHY는 MAC으로부터 전달 받은 물리 서비스 데이터 유닛(PSDU: Physical Service Data Unit)에 물리 계층 송수신기에 의해 필요한 정보를 포함하는 부가필드를 덧붙여 물리 프로토콜 데이터 유닛(PPDU: Physical Protocol Data Unit)을 생성한다. PPDU는 무선 매체를 통해 전송된다.

[0072] PSDU는 PHY가 MAC으로부터 수신한 것이고, MPDU는 MAC이 PHY에게 전송한 것이므로, PSDU는 실질적으로 MPDU와 동일하다.

[0073] A-MPDU(aggreated MPDU) 기법(scheme)이 사용되는 경우, 복수의 MPDU(이때, 각 MPDU는 A-MSDU를 나눌 수 있다.)는 단일의 A-MPDU로 병합될 수 있다. MPDU 병합 동작은 MAC 하위 계층에서 수행될 수 있다. A-MPDU는 다양한 타입의 MPDU(예를 들어, QoS 데이터, ACK(Acknowledge), 블록 ACK(BlockAck) 등)이 병합될 수 있다. PHY는 MAC으로 단일의 PSDU로써 A-MPDU를 수신한다. 즉, PSDU는 복수의 MPDU로 구성된다. 따라서, A-MPDU는 단일의 PPDU 내에서 무선 매체를 통해 전송된다.

[0074] **PPDU(Physical Protocol Data Unit) 포맷**

[0075] PPDU(Physical Protocol Data Unit)는 물리 계층에서 발생하는 데이터 블록을 의미한다. 이하, 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 WLAN 시스템을 기초로 PPDU 포맷을 설명한다.

[0076] 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 non-HT 포맷 PPDU 및 HT 포맷 PPDU를 예시한다.

[0077] 도 3의 (a)는 IEEE 802.11a/g 시스템을 지원하기 위한 non-HT 포맷 PPDU를 예시한다. non-HT PPDU은 레거시(legacy) PPDU으로도 불릴 수 있다.

[0078] 도 3의 (a)를 참조하면, non-HT 포맷 PPDU은 L-STF(Legacy(또는, Non-HT) Short Training field), L-LTF(Legacy(또는, Non-HT) Long Training field) 및 L-SIG(Legacy(또는 Non-HT) SIGNAL) 필드로 구성되는 레가시 포맷 프리앰블과 데이터 필드를 포함하여 구성된다.

[0080] *L-STF는 짧은 트레이닝 OFDM 심볼(short training orthogonal frequency division multiplexing symbol)을 포함할 수 있다. L-STF는 프레임 타이밍 획득(frame timing acquisition), 자동 이득 제어(AGC: Automatic Gain Control), 다이버시티 검출(diversity detection), 대략적인 주파수/시간 동기화(coarse frequency/time synchronization)을 위해 사용될 수 있다.

[0081] L-LTF는 긴 트레이닝 OFDM 심볼(long training orthogonal frequency division multiplexing symbol)을 포함할 수 있다. L-LTF는 정밀한 주파수/시간 동기화(fine frequency/time synchronization) 및 채널 추정(channel estimation)을 위해 사용될 수 있다.

[0082] L-SIG 필드는 데이터 필드의 복조 및 디코딩을 위한 제어 정보를 전송하기 위하여 사용될 수 있다. L-SIG 필드는 데이터율(data rate), 데이터 길이(data length)에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0083] 도 3의 (b)는 IEEE 802.11n 시스템 및 IEEE 802.11a/g 시스템을 모두 지원하기 위한 HT 혼합 포맷 PPDU(HT-mixed format PPDU)을 예시한다.

[0084] 도 3의 (b)를 참조하면, HT 혼합 포맷 PPDU은 L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드로 구성되는 레가시 포맷 프리앰블과 HT-SIG(HT-Signal) 필드, HT-STF(HT Short Training field), HT-LTF(HT Long Training field)로 구성되는 HT 포맷 프리앰블 및 데이터 필드를 포함하여 구성된다.

[0085] L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드는 하위 호환성(backward compatibility)를 위한 레가시 필드를 의미하므로, L-STF부터 L-SIG 필드까지 non-HT 포맷과 동일하다. L-STA은 HT 혼합 PPDU를 수신하여도 L-LTF, L-LTF 및 L-SIG 필드를 통해 데이터 필드를 해석할 수 있다. 다만 L-LTF는 HT-STA이 HT 혼합 PPDU를 수신하고 L-SIG 필드 및 HT-SIG 필드를 복조하기 위하여 수행할 채널 추정을 위한 정보를 더 포함할 수 있다.

[0086] HT-STA는 레가시 필드 뒤에 오는 HT-SIG 필드 이용하여 HT-혼합 포맷 PPDU임을 알 수 있으며, 이를 기반으로 데이터 필드를 디코딩할 수 있다.

- [0087] HT-LTF 필드는 데이터 필드의 복조를 위한 채널 추정에 사용될 수 있다. IEEE 802.11n은 SU-MIMO(Single-User Multi-Input and Multi-Output)를 지원하므로 복수의 공간 스트림으로 전송되는 데이터 필드 각각에 대하여 채널 추정을 위해 HT-LTF 필드는 복수로 구성될 수 있다.
- [0088] HT-LTF 필드는 공간 스트림에 대한 채널 추정을 위하여 사용되는 데이터 HT-LTF(data HT-LTF)와 풀 채널 사운딩(full channel sounding)을 위해 추가적으로 사용되는 확장 HT-LTF(extension HT-LTF)로 구성될 수 있다. 따라서, 복수의 HT-LTF는 전송되는 공간 스트림의 개수보다 같거나 많을 수 있다.
- [0089] HT-혼합 포맷 PPDU은 L-STA도 수신하여 데이터를 획득할 수 있도록 하기 위해 L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드가 가장 먼저 전송된다. 이후 HT-STA을 위하여 전송되는 데이터의 복조 및 디코딩을 위해 HT-SIG 필드가 전송된다.
- [0090] HT-SIG 필드까지는 빔포밍을 수행하지 않고 전송하여 L-STA 및 HT-STA이 해당 PPDU를 수신하여 데이터를 획득할 수 있도록 하고, 이후 전송되는 HT-STF, HT-LTF 및 데이터 필드는 프리코딩을 통한 무선 신호 전송이 수행된다. 여기서 프리코딩을 하여 수신하는 STA에서 프리코딩에 의한 전력이 가변 되는 부분을 감안할 수 있도록 HT-STF 필드를 전송하고 그 이후에 복수의 HT-LTF 및 데이터 필드를 전송한다.
- [0091] 도 3의 (c)는 IEEE 802.11n 시스템만을 지원하기 위한 HT-GF 포맷 PPDU(HT-greenfield format PPDU)을 예시한다.
- [0092] 도 3의 (c)를 참조하면, HT-GF 포맷 PPDU은 HT-GF-STF, HT-LTF1, HT-SIG 필드, 복수의 HT-LTF2 및 데이터 필드를 포함한다.
- [0093] HT-GF-STF는 프레임 타이밍 획득 및 AGC를 위해 사용된다.
- [0094] HT-LTF1는 채널 추정을 위해 사용된다.
- [0095] HT-SIG 필드는 데이터 필드의 복조 및 디코딩을 위해 사용된다.
- [0096] HT-LTF2는 데이터 필드의 복조를 위한 채널 추정에 사용된다. 마찬가지로 HT-STA은 SU-MIMO를 사용하므로 복수의 공간 스트림으로 전송되는 데이터 필드 각각에 대하여 채널 추정을 요하므로 HT-LTF2는 복수로 구성될 수 있다.
- [0097] 복수의 HT-LTF2는 HT 혼합 PPDU의 HT-LTF 필드와 유사하게 복수의 Data HT-LTF와 복수의 확장 HT-LTF로 구성될 수 있다.
- [0098] 도 3의 (a) 내지 (c)에서 데이터 필드는 페이로드(payload)로서, 서비스 필드(SERVICE field), 스크램블링된 PSDU(scrambled PSDU) 필드, 테일 비트(Tail bits), 패딩 비트(padding bits)를 포함할 수 있다. 데이터 필드의 모든 비트는 스크램블된다.
- [0099] 도 3의 (d)는 데이터 필드에 포함되는 서비스 필드를 나타낸다. 서비스 필드는 16 비트를 가진다. 각 비트는 0번부터 15번까지 부여되며, 0번 비트부터 순차적으로 전송된다. 0번부터 6번 비트는 0으로 설정되고, 수신단 내 디스크램블러(descrambler)를 동기화하기 위하여 사용된다.
- [0100] IEEE 802.11ac WLAN 시스템은 무선채널을 효율적으로 이용하기 위하여 복수의 STA들이 동시에 채널에 액세스하는 하향링크 MU-MIMO(Multi User Multiple Input Multiple Output) 방식의 전송을 지원한다. MU-MIMO 전송 방식에 따르면, AP가 MIMO 페어링(pairing)된 하나 이상의 STA에게 동시에 패킷을 전송할 수 있다.
- [0101] DL MU 전송(downlink multi-user transmission)은 하나 이상의 안테나를 통해 AP가 동일한 시간 자원을 통해 PPDU를 복수의 non-AP STA에게 전송하는 기술을 의미한다.
- [0102] 이하, MU PPDU는 MU-MIMO 기술 또는 OFDMA 기술을 이용하여 하나 이상의 STA을 위한 하나 이상의 PSDU를 전달하는 PPDU를 의미한다. 그리고, SU PPDU는 하나의 PSDU만을 전달할 수 있거나 PSDU가 존재하지 않는 포맷을 가진 PPDU를 의미한다.
- [0103] MU-MIMO 전송을 위하여 802.11n 제어 정보의 크기에 비하여 STA에 전송되는 제어 정보의 크기가 상대적으로 클 수 있다. MU-MIMO 지원을 위해 추가적으로 요구되는 제어 정보의 일례로, 각 STA에 의해 수신되는 공간적 스트림(spatial stream)의 수를 지시하는 정보, 각 STA에 전송되는 데이터의 변조 및 코딩 관련 정보 등이 이에 해당될 수 있다.
- [0104] 따라서, 복수의 STA에 동시에 데이터 서비스를 제공하기 위하여 MU-MIMO 전송이 수행될 때, 전송되는 제어 정보

의 크기는 수신하는 STA의 수에 따라 증가될 수 있다.

- [0105] 이와 같이 증가되는 제어 정보의 크기를 효율적으로 전송하기 위하여, MU-MIMO 전송을 위해 요구되는 복수의 제어 정보는 모든 STA에 공통으로 요구되는 공통 제어 정보(common control information)와 특정 STA에 개별적으로 요구되는 전용 제어 정보(dedicated control information)의 두 가지 타입의 정보로 구분하여 전송될 수 있다.
- [0106] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 VHT 포맷 PPDU 포맷을 예시한다.
- [0107] 도 4는 IEEE 802.11ac 시스템을 지원하기 위한 VHT 포맷 PPDU(VHT format PPDU)을 예시한다.
- [0108] 도 4를 참조하면, VHT 포맷 PPDU은 L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드로 구성되는 레가시 포맷 프리앰블과 VHT-SIG-A(VHT-Signal-A) 필드, VHT-STF(VHT Short Training field), VHT-LTF(VHT Long Training field), VHT-SIG-B(VHT-Signal-B) 필드로 구성되는 VHT 포맷 프리앰블 및 데이터 필드를 포함하여 구성된다.
- [0109] L-STF, L-LTF 및 L-SIG는 하위 호환성(backward compatibility)를 위한 레가시 필드를 의미하므로, L-STF부터 L-SIG 필드까지 non-HT 포맷과 동일하다. 다만, L-LTF는 L-SIG 필드 및 VHT-SIG-A 필드를 복조하기 위하여 수행할 채널 추정을 위한 정보를 더 포함할 수 있다.
- [0110] L-STF, L-LTF, L-SIG 필드 및 VHT-SIG-A 필드는 20MHz 채널 단위로 반복되어 전송될 수 있다. 예를 들어, PPDU가 4개의 20MHz 채널(즉, 80 MHz 대역폭)을 통해 전송될 때, L-STF, L-LTF, L-SIG 필드 및 VHT-SIG-A 필드는 매 20MHz 채널에서 반복되어 전송될 수 있다.
- [0111] VHT-STA는 레가시 필드 뒤에 오는 VHT-SIG-A 필드 이용하여 VHT 포맷 PPDU임을 알 수 있으며, 이를 기반으로 데이터 필드를 디코딩할 수 있다.
- [0112] VHT 포맷 PPDU은 L-STA도 수신하여 데이터를 획득할 수 있도록 하기 위해 L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드가 가장 먼저 전송된다. 이후, VHT-STA를 위하여 전송되는 데이터의 복조 및 디코딩을 위해 VHT-SIG-A 필드가 전송된다.
- [0113] VHT-SIG-A 필드는 AP와 MIMO 페어링된(paired) VHT STA들에게 공통되는 제어 정보 전송을 위한 필드로서, 이는 수신된 VHT 포맷 PPDU를 해석하기 위한 제어 정보를 포함하고 있다.
- [0114] VHT-SIG-A 필드는 VHT-SIG-A1 필드와 VHT-SIG-A2 필드를 포함할 수 있다.
- [0115] VHT-SIG-A1 필드는 사용하는 채널 대역폭(BW: bandwidth) 정보, 시공간 블록 코딩(STBC: Space Time Block Coding)의 적용 여부, MU-MIMO에서 그룹핑된 STA들의 그룹의 지시하기 위한 그룹 식별 정보(Group ID: Group Identifier), 사용되는 스트림의 개수(NSTS: Number of space-time stream)/부분 AID(Partial AID(association Identifier))에 대한 정보 및 전송 파워 세이브 금지(Transmit power save forbidden) 정보를 포함할 수 있다. 여기서, Group ID는 MU-MIMO 전송을 지원하기 위해 전송 대상 STA 그룹에 대하여 할당되는 식별자를 의미하며, 현재 사용된 MIMO 전송 방법이 MU-MIMO인지 또는 SU-MIMO 인지 여부를 나타낼 수 있다.
- [0116] 표 1은 VHT-SIG-A1 필드를 예시하는 표이다.

표 1

필드	비트	설명 (description)
BW	2	20MHz 경우, '0', 40MHz 경우, '1', 80MHz 경우, '2', 160MHz 또는 80+80 MHz 경우, '3'으로 설정됨
Reserved	1	
STBC	1	VHT SU PPDU 경우: STBC가 사용된 경우, '1', 그렇지 않은 경우, '0'으로 설정됨 VHT MU PPDU 경우: '0'으로 설정됨
Group ID	6	Group ID를 지시함 '0' 또는 '63'은 VHT SU PPDU를 지시하나, 그렇지 않은 경우 VHT MU PPDU를 지시함
NSTS/Partial AID	12	VHT MU PPDU이 경우, 각각 3 비트씩 4 사용자 위치 (user position, 'p')로 구분됨 시공간 스트림이 0인 경우, '0', 시공간 스트림이 1인 경우, '1', 시공간 스트림이 2인 경우, '2', 시공간 스트림이 3인 경우, '3', 시공간 스트림이 4인 경우, '4', VHT SU PPDU이 경우, 상위 3 비트는 다음과 같이 설정됨 시공간 스트림이 1인 경우, '0', 시공간 스트림이 2인 경우, '1', 시공간 스트림이 3인 경우, '2', 시공간 스트림이 4인 경우, '3', 시공간 스트림이 5인 경우, '4', 시공간 스트림이 6인 경우, '5', 시공간 스트림이 7인 경우, '6', 시공간 스트림이 8인 경우, '7', 하위 9비트는 부분 AID(Partial AID)를 지시함
TXOP_PS_NOT_ALLOWED	1	VHT AP가 non-AP VHT STA이 TXOP(transmission opportunity) 동안 파워 세이브 모드로 천이하는 것을 허가하는 경우, '0'으로 설정됨 그렇지 않은 경우, '1'로 설정됨 non-AP VHT STA에 의해 전송되는 VHT PPDU의 경우 '1'로 설정됨
Reserved	1	

[0117]

[0118] VHT-SIG-A2 필드는 짧은 보호구간(GI: Guard Interval) 사용 여부에 대한 정보, 포워드 에러 정정(FEC: Forward Error Correction) 정보, 단일 사용자에게 대한 MCS(Modulation and Coding Scheme)에 관한 정보, 복수 사용자에게 대한 채널 코딩의 종류에 관한 정보, 빔포밍 관련 정보, CRC(Cyclic Redundancy Checking)를 위한 여분 비트(redundancy bits)와 컨벌루션 디코딩(convolutional decoder)의 테일 비트(tail bit) 등을 포함할 수 있다.

[0119] 표 2는 VHT-SIG-A2 필드를 예시하는 표이다.

표 2

필드	비트	설명 (description)
Short GI	1	데이터 필드에 짧은 GI가 사용되지 않는 경우, '0', 데이터 필드에 짧은 GI가 사용되는 경우, '1'로 설정됨
Short GI 명확화 (disambiguation)	1	짧은 GI가 사용되고, PPDU의 페이로드를 위해 추가 심볼이 필요한 경우, '1', 추가 심볼이 필요하지 않은 경우, '0'으로 설정됨
SU/MU Coding	1	VHT SU PPDU 경우: BCC(binary convolutional code) 경우, '0', LDPC(low-density parity check) 경우, '1'로 설정됨 VHT MU PPDU 경우: 사용자 위치(user position)가 '0'인 사용자의 NSTS 필드가 '0'이 아닌 경우, 사용되는 코딩을 지시함 BCC 경우, '0', LDPC 경우, '1'로 설정됨 사용자 위치(user position)가 '0'인 사용자의 NSTS 필드가 '0'인 경우, 예비필드로써 '1'로 설정됨
LDPC Extra OFDM Symbol	1	LDPC PPDU 인코딩 절차(SU PPDU 경우) 또는 적어도 하나의 LDPC 사용자의 PPDU 인코딩 절차(VHT MU PPDU 경우)로 인하여 추가 OFDM 심볼(extra OFDM symbol)이 필요한 경우, '1'로 설정됨 그렇지 않은 경우, '0'으로 설정됨
SU VHT MCS/MU Coding	4	VHT SU PPDU 경우: VHT-MCS 인덱스를 나타냄 VHT MU PPDU 경우: 상위 비트부터 순서대로 사용자 위치(user position) '1' 내지 '3'에 대한 코딩을 지시함 각 사용자의 NSTS 필드가 '1'이 아닌 경우, 사용되는 코딩을 지시함 BCC 경우, '0', LDPC 경우, '1'로 설정됨 각 사용자의 NSTS 필드가 '0'인 경우, 예비필드로써 '1'로 설정됨
Beamformed	1	VHT SU PPDU 경우: 빔포밍 스티어링 행렬(Beamforming steering matrix)이 SU 전송에 적용되는 경우 '1'로 설정됨 그렇지 않은 경우 '0'으로 설정됨 VHT MU PPDU 경우: 예비필드로써 '1'로 설정됨
Reserved	1	
CRC	8	수신자에서 PPDU의 에러를 검출하기 위한 CRC를 포함함
Tail	6	컨볼루션 디코딩(convolutional decoder)의 트렐리스(trellis) 종료를 위해 사용함 '0'으로 설정됨

[0120]

[0121] VHT-STF는 MIMO 전송에 있어서 AGC 추정의 성능을 개선하기 위해 사용된다. VHT-STF 필드 구간(duration)은 4 μ s이다.

[0122] VHT-LTF는 VHT-STA이 MIMO 채널을 추정하는데 사용된다. VHT WLAN 시스템은 MU-MIMO를 지원하기 때문에, VHT-LTF는 PPDU가 전송되는 공간 스트림의 개수만큼 설정될 수 있다. 추가적으로, 풀 채널 사운딩(full channel sounding)이 지원되는 경우, VHT-LTF의 수는 더 많아질 수 있다.

[0123] VHT-SIG-B 필드는 MU-MIMO 페어링된 복수의 VHT-STA이 PPDU를 수신하여 데이터를 획득하는데 필요한 전용 제어 정보를 포함한다. 따라서, VHT-SIG-A 필드에 포함된 공용 제어 정보가 현재 수신된 PPDU가 MU-MIMO 전송을 지시한 경우에만, VHT-STA은 VHT-SIG-B 필드를 디코딩(decoding)하도록 설계될 수 있다. 반면, 공용 제어 정보가 현재 수신된 PPDU가 단일 VHT-STA을 위한 것(SU-MIMO를 포함)임을 지시한 경우 STA은 VHT-SIG-B 필드를 디코딩하지 않도록 설계될 수 있다.

[0124] VHT-SIG-B 필드는 각 VHT-STA들의 변조(modulation), 인코딩(encoding) 및 레이트 매칭(rate-matching)에 대한 정보를 포함한다. VHT-SIG-B 필드의 크기는 MIMO 전송의 유형(MU-MIMO 또는 SU-MIMO) 및 PPDU 전송을 위해 사

용하는 채널 대역폭에 따라 다를 수 있다.

- [0125] MU-MIMO를 지원하는 시스템에서 동일한 크기의 PPDU를 AP에 페어링된 STA들에게 전송하기 위하여, PPDU를 구성하는 데이터 필드의 비트 크기를 지시하는 정보 및/또는 특정 필드를 구성하는 비트 스트림 크기를 지시하는 정보가 VHT-SIG-A 필드에 포함될 수 있다.
- [0126] 다만, 효과적으로 PPDU 포맷을 사용하기 위하여 L-SIG 필드가 사용될 수도 있다. 동일한 크기의 PPDU가 모든 STA에게 전송되기 위하여 L-SIG 필드 내 포함되어 전송되는 길이 필드(length field) 및 레이트 필드(rate field)가 필요한 정보를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 이 경우, MPDU(MAC Protocol Data Unit) 및/또는 A-MPDU(Aggregate MAC Protocol Data Unit)가 MAC 계층의 바이트(또는 옥텟(oct: octet)) 기반으로 설정되므로 물리 계층에서 추가적인 패딩(padding)이 요구될 수 있다.
- [0127] 도 4에서 데이터 필드는 페이로드(payload)로서, 서비스 필드(SERVICE field), 스크램블링된 PSDU(scrambled PSDU), 테일 비트(tail bits), 패딩 비트(padding bits)를 포함할 수 있다.
- [0128] 위와 같이 여러 가지의 PPDU의 포맷이 혼합되어 사용되기 때문에, STA는 수신한 PPDU의 포맷을 구분할 수 있어야 한다.
- [0129] 여기서, PPDU를 구분한다는 의미(또는, PPDU 포맷을 구분한다는 의미)는 다양한 의미를 가질 수 있다. 예를 들어, PPDU를 구분한다는 의미는 수신한 PPDU가 STA에 의해 디코딩(또는, 해석)이 가능한 PPDU인지 여부에 대하여 판단한다는 의미를 포함할 수 있다. 또한, PPDU를 구분한다는 의미는 수신한 PPDU가 STA에 의해 지원 가능한 PPDU인지 여부에 대하여 판단한다는 의미일 수도 있다. 또한, PPDU를 구분한다는 의미는 수신한 PPDU를 통해 전송된 정보가 어떠한 정보인지를 구분한다는 의미로도 해석될 수 있다.
- [0130] 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0131] 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 PPDU의 포맷을 구분하기 위한 성상(constellation)을 예시하는 도면이다.
- [0132] 도 5의 (a)는 non-HT 포맷 PPDU에 포함되는 L-SIG 필드의 성상(constellation)을 예시하고, 도 5의 (b)는 HT 혼합 포맷 PPDU 검출을 위한 위상 회전(phase rotation)을 예시하며, 도 5의 (c)는 VHT 포맷 PPDU 검출을 위한 위상 회전(phase rotation)을 예시한다.
- [0133] STA이 non-HT 포맷 PPDU, HT-GF 포맷 PPDU, HT 혼합 포맷 PPDU 및 VHT 포맷 PPDU를 구분(classification)하기 위하여, L-SIG 필드 및 L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 성상(constellation)의 위상(phase)이 사용된다. 즉, STA은 수신한 PPDU의 L-SIG 필드 및/또는 L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 성상의 위상을 기반으로 PPDU 포맷을 구분할 수 있다.
- [0134] 도 5의 (a)를 참조하면, L-SIG 필드를 구성하는 OFDM 심볼은 BPSK(Binary Phase Shift Keying)가 이용된다.
- [0135] 먼저, HT-GF 포맷 PPDU를 구분하기 위하여, STA은 수신한 PPDU에서 최초의 SIG 필드가 감지되면, L-SIG 필드인지 여부를 판단한다. 즉, STA은 도 5의 (a)의 예시와 같은 성상을 기반으로 디코딩을 시도한다. STA이 디코딩에 실패하면 해당 PPDU가 HT-GF 포맷 PPDU라고 판단할 수 있다.
- [0136] 다음으로, non-HT 포맷 PPDU, HT 혼합 포맷 PPDU 및 VHT 포맷 PPDU를 구분(classification)하기 위하여, L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 성상의 위상이 사용될 수 있다. 즉, L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 변조 방법이 서로 다를 수 있으며, STA은 수신한 PPDU의 L-SIG 필드 이후의 필드에 대한 변조 방법을 기반으로 PPDU 포맷을 구분할 수 있다.
- [0137] 도 5의 (b)를 참조하면, HT 혼합 포맷 PPDU를 구분하기 위하여, HT 혼합 포맷 PPDU에서 L-SIG 필드 이후에 전송되는 2개의 OFDM 심볼의 위상이 사용될 수 있다.
- [0138] 보다 구체적으로, HT 혼합 포맷 PPDU에서 L-SIG 필드 이후에 전송되는 HT-SIG 필드에 대응되는 OFDM 심볼 #1 및 OFDM 심볼 #2의 위상은 모두 반시계 방향으로 90도만큼 회전된다. 즉, OFDM 심볼 #1 및 OFDM 심볼 #2에 대한 변조 방법은 QPSK(Quadrature Binary Phase Shift Keying)가 이용된다. QPSK 성상은 BPSK 성상을 기준으로 반시계 방향으로 90도만큼 위상이 회전한 성상일 수 있다.
- [0139] STA은 수신한 PPDU의 L-SIG 필드 다음에 전송되는 HT-SIG 필드에 대응되는 제1 OFDM 심볼 및 제2 OFDM 심볼을 도 5의 (b)의 예시와 같은 성상을 기반으로 디코딩을 시도한다. STA이 디코딩에 성공하면 해당 PPDU가 HT 포맷

PPDU라고 판단한다.

- [0140] 다음으로, non-HT 포맷 PPDU 및 VHT 포맷 PPDU를 구분하기 위하여, L-SIG 필드 이후에 전송되는 OFDM 심볼의 성상의 위상이 사용될 수 있다.
- [0141] 도 5의 (c)를 참조하면, VHT 포맷 PPDU를 구분(classification)하기 위하여, VHT 포맷 PPDU에서 L-SIG 필드 이후에 전송되는 2개의 OFDM 심볼의 위상이 사용될 수 있다.
- [0142] 보다 구체적으로, VHT 포맷 PPDU에서 L-SIG 필드 이후의 VHT-SIG-A 필드에 대응되는 OFDM 심볼 #1의 위상은 회전되지 않으나, OFDM 심볼 #2의 위상은 반시계 방향으로 90도만큼 회전된다. 즉, OFDM 심볼 #1에 대한 변조 방법은 BPSK가 이용되고, OFDM 심볼 #2에 대한 변조 방법은 QPSK가 이용된다.
- [0143] STA은 수신한 PPDU의 L-SIG 필드 다음에 전송되는 VHT-SIG 필드에 대응되는 제1 OFDM 심볼 및 제2 OFDM 심볼을 도 5의 (c)의 예시와 같은 성상을 기반으로 디코딩을 시도한다. STA이 디코딩에 성공하면 해당 PPDU가 VHT 포맷 PPDU이라고 판단할 수 있다.
- [0144] 반면, 디코딩에 실패하면, STA은 해당 PPDU가 non-HT 포맷 PPDU이라고 판단할 수 있다.
- [0145] **MAC 프레임 포맷**
- [0146] 도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.11 시스템의 MAC 프레임 포맷을 예시한다.
- [0147] 도 6을 참조하면, MAC 프레임(즉, MPDU)은 MAC 헤더(MAC Header), 프레임 몸체(Frame Body) 및 프레임 체크 시퀀스(FCS: frame check sequence)로 구성된다.
- [0148] MAC Header는 프레임 제어(Frame Control) 필드, 지속 시간/식별자(Duration/ID) 필드, 주소 1(Address 1) 필드, 주소 2(Address 2) 필드, 주소 3(Address 3) 필드, 시퀀스 제어(Sequence Control) 필드, 주소 4(Address 4) 필드, QoS 제어(QoS Control) 필드 및 HT 제어(HT Control) 필드를 포함하는 영역으로 정의된다.
- [0149] Frame Control 필드는 해당 MAC 프레임 특성에 대한 정보를 포함한다. Frame Control 필드에 대한 보다 상세한 설명은 후술한다.
- [0150] Duration/ID 필드는 해당 MAC 프레임의 타입 및 서브타입에 따른 다른 값을 가지도록 구현될 수 있다.
- [0151] 만약, 해당 MAC 프레임의 타입 및 서브타입이 파워 세이브(PS: power save) 운영을 위한 PS-폴(PS-Po11) 프레임의 경우, Duration/ID 필드는 프레임을 전송한 STA의 AID(association identifier)를 포함하도록 설정될 수 있다. 그 이외의 경우, Duration/ID 필드는 해당 MAC 프레임의 타입 및 서브타입에 따라 특정 지속시간 값을 가지도록 설정될 수 있다. 또한, 프레임이 A-MPDU(aggregate-MPDU) 포맷에 포함된 MPDU인 경우, MAC 헤더에 포함된 Duration/ID 필드는 모두 동일한 값을 가지도록 설정될 수도 있다.
- [0152] Address 1 필드 내지 Address 4 필드는 BSSID, 소스 주소(SA: source address), 목적 주소(DA: destination address), 전송 STA 주소를 나타내는 전송 주소 (TA: Transmitting Address), 수신 STA 주소를 나타내는 수신 주소(RA: Receiving Address)를 지시하기 위하여 사용된다.
- [0153] 한편, TA 필드로 구현된 주소 필드는 대역폭 시그널링 TA(bandwidth signaling TA) 값으로 설정될 수 있으며, 이 경우 TA 필드는 해당 MAC 프레임이 스크램블링 시퀀스에 추가적인 정보를 담고 있음을 지시할 수 있다. 대역폭 시그널링 TA는 해당 MAC 프레임을 전송하는 STA의 MAC 주소로 표현될 수 있으나, MAC 주소에 포함된 개별/그룹 비트(Individual/Group bit)가 특정 값(예를 들어, '1')으로 설정될 수 있다.
- [0154] Sequence Control 필드는 시퀀스 넘버(sequence number) 및 조각 넘버(fragment number)를 포함하도록 설정된다. 시퀀스 넘버를 해당 MAC 프레임에 할당된 시퀀스 넘버를 지시할 수 있다. 조각 넘버는 해당 MAC 프레임의 각 조각의 넘버를 지시할 수 있다.
- [0155] QoS Control 필드는 QoS와 관련된 정보를 포함한다. QoS Control 필드는 서브타입(Subtype) 서브필드에서 QoS 데이터 프레임을 지시하는 경우 포함될 수 있다.
- [0156] HT Control 필드는 HT 및/또는 VHT 송수신 기법과 관련된 제어 정보를 포함한다. HT Control 필드는 제어 래퍼(Control Wrapper) 프레임에 포함된다. 또한, 오더(Order) 서브필드 값이 1인 QoS 데이터(QoS Data) 프레임, 관리(Management) 프레임에 존재한다.
- [0157] Frame Body는 MAC 페이로드(payload)로 정의되고, 상위 계층에서 전송하고자 하는 데이터가 위치하게 되며, 가

변적인 크기를 가진다. 예를 들어, 최대 MPDU의 크기는 11454 옥텟(octets)이고, 최대 PPDU 크기는 5.484 ms일 수 있다.

- [0158] FCS는 MAC 풋터/footer로 정의되고, MAC 프레임의 에러 탐색을 위하여 사용된다.
- [0159] 처음 세 필드(Frame Control 필드, Duration/ID 필드 및 Address 1 필드)와 제일 마지막 필드(FCS 필드)는 최소 프레임 포맷을 구성하며, 모든 프레임에 존재한다. 그 외의 필드는 특정 프레임 타입에서만 존재할 수 있다.
- [0160] 도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 HT Control 필드의 HT 포맷을 예시한다.
- [0161] 도 7을 참조하면, HT Control 필드는 VHT 서브필드, HT 제어 미들(HT Control Middle) 서브필드, AC 제한(AC Constraint) 서브필드 및 역방향 승인(RDG: Reverse Direction Grant)/추가 PPDU(More PPDU) 서브필드로 구성될 수 있다.
- [0162] VHT 서브필드는 HT Control 필드가 VHT를 위한 HT Control 필드의 포맷을 가지는지(VHT=1) 또는 HT를 위한 HT Control 필드의 포맷을 가지는지(VHT=0) 여부를 지시한다. 도 7에서는 HT를 위한 HT Control 필드(즉, VHT=0)를 가정하여 설명한다.
- [0163] HT Control Middle 서브필드는 VHT 서브필드의 지시에 따라 다른 포맷을 가지도록 구현될 수 있다. HT Control Middle 서브필드에 대한 보다 상세한 설명은 후술한다.
- [0164] AC Constraint 서브필드는 역방향(RD: reverse direction) 데이터 프레임의 맵핑된 AC(Access Category)가 단일 AC에 한정된 것인지 여부를 지시한다.
- [0165] RDG/More PPDU 서브필드는 해당 필드가 RD 개시자(initiator) 또는 RD 응답자(responder)에 의하여 전송되는지 여부에 따라 다르게 해석될 수 있다.
- [0166] RD 개시자에 의하여 전송된 경우, RDG가 존재하는 경우 RDG/More PPDU 필드가 '1'로 설정되고, RDG가 존재하지 않는 경우 '0'으로 설정된다. RD 응답자에 의하여 전송된 경우, 해당 서브필드를 포함하는 PPDU가 RD 응답자에 의해 전송된 마지막 프레임이면 '1'로 설정되고, 또 다른 PPDU가 전송되면 '0'으로 설정된다.
- [0167] HT를 위한 HT Control 필드의 HT Control Middle 서브필드는 링크 적응(Link Adaptation) 서브필드, 캘리브레이션 포지션(Calibration Position) 서브필드, 캘리브레이션 시퀀스(Calibration Sequence) 서브필드, 예비(Reserved) 서브필드, 채널 상태 정보/조정(CSI/Steering: Channel State Information/Steering) 서브필드, HT NDP 공지(HT NDP Announcement: HT Null Data Packet Announcement) 서브필드, 예비(Reserved) 서브필드를 포함할 수 있다.
- [0168] Link Adaptation 서브필드는 트레이닝 요청(TRQ: Training request) 서브필드, MCS 요청 또는 안테나 선택 지시(MAI: MCS(Modulation and Coding Scheme) Request or ASEL(Antenna Selection) Indication) 서브필드, MCS 피드백 시퀀스 지시(MFSI: MCS Feedback Sequence Identifier) 서브필드, MCS 피드백 및 안테나 선택 명령/데이터(MFB/ASELC: MCS Feedback and Antenna Selection Command/data) 서브필드를 포함할 수 있다.
- [0169] TRQ 서브필드는 응답자(responder)에게 사운딩 PPDU(sounding PPDU) 전송을 요청하는 경우 1로 설정되고, 응답자에게 사운딩 PPDU 전송을 요청하지 않는 경우 0으로 설정된다.
- [0170] MAI 서브필드가 14로 설정되면 안테나 선택 지시(ASEL indication)를 나타내며, MFB/ASELC 서브필드는 안테나 선택 명령/데이터로 해석된다. 그렇지 않은 경우, MAI 서브필드는 MCS 요청을 나타내며, MFB/ASELC 서브필드는 MCS 피드백으로 해석된다.
- [0171] MAI 서브필드가 MCS 요청(MRQ: MCS Request)을 나타내는 경우, MAI 서브필드는 MRQ(MCS request) 및 MSI(MRQ sequence identifier)로 구성된다고 해석된다. MRQ 서브필드는 MCS 피드백이 요청되면 '1'로 설정되고, MCS 피드백이 요청되지 않으면 '0'으로 설정된다. MRQ 서브필드가 '1'일 때, MSI 서브필드는 MCS 피드백 요청을 특정하기 위한 시퀀스 번호를 포함한다. MRQ 서브필드가 '0'일 때, MSI 서브필드는 예비(reserved) 비트로 설정된다.
- [0172] 앞서 설명한 각 서브 필드들은 HT 제어 필드에 포함될 수 있는 서브필드들의 예시에 해당하며, 다른 서브필드로 대체되거나, 추가적인 서브필드가 더 포함될 수 있다.
- [0173] 도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 HT Control 필드의 VHT 포맷을 예시한다.
- [0174] 도 8을 참조하면, HT Control 필드는 VHT 서브필드, HT 제어 미들(HT Control Middle) 서브필드, AC 제한(AC

Constraint) 서브필드 및 역방향 승인(RDG: Reverse Direction Grant)/추가 PDU(More PDU) 서브필드로 구성될 수 있다.

- [0175] 도 8에서는 VHT를 위한 HT Control 필드(즉, VHT=1)를 가정하여 설명한다. VHT를 위한 HT Control 필드를 VHT Control 필드로 지칭할 수 있다.
- [0176] AC Constraint 서브필드 및 RDG/More PDU 서브필드에 대한 설명은 앞서 도 7에서의 설명과 동일하므로 설명을 생략한다.
- [0177] 상술한 바와 같이, HT Control Middle 서브필드는 VHT 서브필드의 지시에 따라 다른 포맷을 가지도록 구현될 수 있다.
- [0178] VHT를 위한 HT Control 필드의 HT Control Middle 서브필드는 예비 비트(Reserved bit), MCS 피드백 요청(MRQ: MCS(Modulation and Coding Scheme) feedback request) 서브필드, MRQ 시퀀스 식별자(MSI: MRQ Sequence Identifier)/시공간 블록 코딩(STBC: space-time block coding) 서브필드, MCS 피드백 시퀀스 식별자(MFSI: MCS feedback sequence identifier)/그룹 ID 최하위 비트(GID-L: LSB(Least Significant Bit) of Group ID) 서브필드, MCS 피드백(MFB: MCS Feedback) 서브필드, 그룹 ID 최상위 비트(GID-H: MSB(Most Significant Bit) of Group ID) 서브필드, 코딩 타입(Coding Type) 서브필드, 피드백 전송 타입(FB Tx Type: Feedback Transmission type) 서브필드 및 자발적 MFB(Unsolicited MFB) 서브필드로 구성될 수 있다.
- [0179] 표 3은 VHT 포맷의 HT Control Middle 서브필드에 포함된 각 서브필드에 대한 설명을 나타낸다.

표 3

서브필드	의미	정의
MRQ	MCS request	MCS 피드백(비자발적(solicited) MFB)을 요청하는 경우 '1'로 설정됨 그렇지 않은 경우, '0'으로 설정됨
MSI	MRQ sequence identifier	Unsolicited MFB 서브필드가 '0'이고, MRQ 서브필드가 '1'로 설정되면, MSI 서브필드는 특정 요청을 식별하는 0 내지 6 범위 내 시퀀스 번호를 포함함 Unsolicited MFB 서브필드가 '1'이면, 압축된 MSI(Compressed MSI) 서브필드(2비트), STBC 지시(STBC indication) 서브필드(1비트)를 포함함
MFSI/GID-L	MFB sequence identifier/LSB of Group ID	Unsolicited MFB 서브필드가 '0'으로 설정되면, MFSI/GID-L 서브필드는 MFB 정보와 관련된 프레임 내 포함된 MSI의 수신 값을 포함함 Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되고, MFB가 MU PPDU로부터 추정된 것이면, MFSI/GID-L 서브필드는 MFB가 추정된 PPDU의 그룹 ID의 최하위 3비트를 포함함
MFB	VHT N _{STS} , MCS, BW, SNR feedback	MFB 서브필드는 추천되는 MFB를 포함함. VHT-MCS=15, NUM _{STS} =7은 피드백이 존재하지 않는 것을 지시함
GID-H	MSB of Group ID	Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되고, MFB가 VHT MU PPDU로부터 추정된 것이면, GID-H 서브필드는 자발적 MFB가 추정된 PPDU의 그룹 ID의 최상위 3비트를 포함함 MFB가 SU PPDU로부터 추정된 것이며, GID-H 서브필드는 모두 1로 설정됨
Coding Type	Coding type of MFB response	Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되면, 코딩 타입 서브필드는 자발적 MFB가 추정된 프레임의 코딩 타입(BCC(binary convolutional code)은 0, LDPC(low-density parity check)은 1)를 포함함
FB Tx Type	Transmission type of MFB response	Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되고 MFB가 빔포밍되지 않은(unbeamformed) VHT PPDU로부터 추정된 것이면, FB Tx Type 서브필드는 '0'으로 설정됨 Unsolicited MFB 서브필드가 '1'로 설정되고 MFB가 빔포밍된(beamformed) VHT PPDU로부터 추정된 것이면 FB Tx Type 서브필드는 '1'로 설정됨
Unsolicited MFB	Unsolicited MCS feedback indicator	MFB가 MRQ에 대한 응답이면 '1'로 설정됨 MFB가 MRQ에 대한 응답이 아니면 '0'으로 설정됨

[0180]

[0181]

그리고, MFB 서브필드는 VHT 공간-시간 스트림 개수(NUM_{STS}: Number of space time streams) 서브필드, VHT-MCS 서브필드, 대역폭(BW: Bandwidth) 서브필드, 신호 대 잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio) 서브필드를 포함할 수 있다.

[0182]

NUM_{STS} 서브필드는 추천하는 공간 스트림의 개수를 지시한다. VHT-MCS 서브필드는 추천하는 MCS를 지시한다. BW 서브필드는 추천하는 MCS와 관련된 대역폭 정보를 지시한다. SNR 서브필드는 데이터 서브캐리어 및 공간 스트림 상의 평균 SNR 값을 지시한다.

[0183]

앞서 설명한 각 필드들에 포함되는 정보들은 IEEE 802.11 시스템의 정의를 따를 수 있다. 또한, 앞서 설명한 각 필드들은 MAC 프레임에 포함될 수 있는 필드들의 예시에 해당하며, 이에 한정되지 않는다. 즉, 앞서 설명한 각 필드가 다른 필드로 대체되거나 추가적인 필드가 더 포함될 수 있으며, 모든 필드가 필수적으로 포함되지 않을 수도 있다.

[0184]

링크 셋업 절차(Link Setup Procedure)

[0185]

도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반적인 링크 셋업(link setup) 절차를 설명하기 위한

도면이다.

- [0186] STA이 네트워크에 대해서 링크를 셋업하고 데이터를 송수신하기 위해서는, 먼저 네트워크를 발견(discovery)하기 위한 스캐닝(Scanning) 절차, 인증(authentication) 절차, 연계(association) 절차 등을 거쳐야 한다. 링크 셋업 절차를 세션 개시 절차, 세션 셋업 절차라고도 칭할 수 있다. 또한, 링크 셋업 절차의 스캐닝, 인증, 연계 절차를 통칭하여 연계 절차라고 칭할 수도 있다.
- [0187] WLAN에서 스캐닝 절차는 수동적 스캐닝(passive scanning) 절차와 능동적 스캐닝(active scanning) 절차가 있다.
- [0188] 도 9(a)는 수동적 스캐닝(passive scanning)에 따른 링크 셋업(link setup) 절차를 예시하고, 도 9(b)는 능동적 스캐닝(active scanning)에 따른 링크 셋업(link setup) 절차를 예시한다.
- [0189] 도 9(a)와 같이 수동적 스캐닝 절차는 AP가 주기적으로 브로드캐스트하는 비콘 프레임(beacon frame)을 통하여 수행된다. 비콘 프레임은 IEEE 802.11에서 관리 프레임(management frame) 중 하나로서, 무선 네트워크의 존재를 알리고, 스캐닝을 수행하는 non-AP STA으로 하여금 무선 네트워크를 찾아서, 무선 네트워크에 참여할 수 있도록 주기적으로(예를 들어, 100msec 간격) 브로드캐스트된다. 비콘 프레임에는 현재의 네트워크에 대한 정보(예를 들어, BSS에 대한 정보)가 실려 있다.
- [0190] 네트워크에 대한 정보를 얻기 위하여 non-AP STA은 수동적으로 채널들을 훑기면서 비콘 프레임의 수신을 기다린다. 비콘 프레임을 수신한 non-AP STA은, 수신한 비콘 프레임에 포함된 네트워크에 대한 정보를 저장하고 다음 채널로 이동하여 동일한 방법으로 다음 채널에서 스캐닝을 수행할 수 있다. non-AP STA이 비콘 프레임을 수신하여 네트워크에 대한 정보를 획득함으로써 해당 채널에서의 스캐닝 절차가 완료된다.
- [0191] 이와 같이, 수동적 스캐닝 절차는 non-AP STA이 다른 프레임을 전송할 필요 없이 비콘 프레임을 수신하기만 하면 절차가 완료되므로 전체적인 오버헤드가 적다는 장점이 있다. 다만, 비콘 프레임의 전송 주기에 비례하여 non-AP STA의 스캐닝 수행 시간이 늘어난다는 단점이 있다.
- [0192] 반면, 도 9(b)와 같은 능동적 스캐닝 절차는 non-AP STA이 주변에 어떤 AP가 존재하는지 탐색하기 위하여 능동적으로 채널들을 훑기면서 프로브 요청 프레임(probe request frame)을 브로드캐스트함으로써, 이를 수신한 모든 AP로부터 네트워크 정보를 요구한다.
- [0193] 프로브 요청 프레임을 수신한 응답자(responder)는 프레임 충돌을 방지하기 위해 랜덤(random) 시간 동안 기다린 후 프로브 응답 프레임(probe response frame)에 네트워크 정보를 실어 해당 non-AP STA에게 전송한다. 프로브 응답 프레임을 수신한 STA은, 수신한 프로브 응답 프레임에 포함된 네트워크 관련 정보를 저장하고 다음 채널로 이동하여 동일한 방법으로 스캐닝을 수행할 수 있다. non-AP STA이 프로브 응답 프레임을 수신하여 네트워크 정보를 획득함으로써 스캐닝 절차가 완료된다.
- [0194] 능동적 스캐닝 절차는 수동적 스캐닝 절차에 비하여 상대적으로 빠른 시간 동안 스캐닝을 마칠 수 있다는 장점이 있다. 그러나 추가적인 프레임 시퀀스(frame sequence)가 필요하므로 전체적인 네트워크 오버헤드는 증가하게 된다.
- [0195] 스캐닝 절차를 완료한 non-AP STA은 자신만의 기준에 따라 네트워크를 선택한 후 해당 AP와 인증(authentication) 절차를 수행한다.
- [0196] 인증 절차는 non-AP STA이 인증 요청 프레임(authentication request frame)을 AP에게 전송하는 과정과 이에 응답하여 AP가 인증 응답 프레임(authentication response frame)을 non-AP STA에게 전송하는 과정, 즉 2-way 핸드셰이킹(handshaking)으로 수행된다.
- [0197] 인증 요청/응답에 사용되는 인증 프레임(authentication frame)은 관리 프레임에 해당한다.
- [0198] 인증 프레임은 인증 알고리즘 번호(authentication algorithm number), 인증 트랜잭션 시퀀스 번호(authentication transaction sequence number), 상태 코드(status code), 검문 텍스트(challenge text), RSN(Robust Security Network), 유한 순환 그룹(Finite Cyclic Group) 등에 대한 정보를 포함할 수 있다. 이는 인증 요청/응답 프레임에 포함될 수 있는 정보들의 일부 예시에 해당하며, 다른 정보로 대체되거나, 추가적인 정보가 더 포함될 수 있다.
- [0199] non-AP STA은 인증 요청 프레임을 AP에게 전송할 수 있다. AP는 수신된 인증 요청 프레임에 포함된 정보에 기초하여, 해당 non-AP STA에 대한 인증을 허용할지 여부를 결정할 수 있다. AP는 인증 처리의 결과를 인증 응답 프

레이를 통하여 non-AP STA에게 제공할 수 있다.

- [0200] 인증 절차를 통해 non-AP STA와 AP는 서로에 대한 인증을 거친 후 연계(association)을 확립(establish)한다.
- [0201] 연계 과정은 non-AP STA이 연계 요청 프레임(association request frame)을 AP에게 전송하는 과정과 이에 응답하여 AP가 연계 응답 프레임(association response frame)을 non-AP STA에게 전송하는 과정, 즉 2-way 핸드셰이킹(handshaking)으로 수행된다.
- [0202] 연계 요청 프레임은 non-AP STA의 다양한 능력(capability)에 관련된 정보, 비콘 청취 간격(listen interval), SSID(service set identifier), 지원 레이트(supported rates), 지원 채널(supported channels), RSN, 이동성 도메인, 지원 오퍼레이팅 클래스(supported operating classes), TIM 방송 요청(Traffic Indication Map Broadcast request), 상호동작(interworking) 서비스 능력 등에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0203] 이를 기반으로 AP는 해당 non-AP STA에 대해 지원 가능 여부를 판단한다. 결정 후 AP는 연계 응답 프레임에 연계 요청에 대한 수락 여부와 그 이유, 자신이 지원 가능한 성능(Capability Information)에 대한 정보를 담아서 non-AP STA에게 전송한다.
- [0204] 연계 응답 프레임은 다양한 능력에 관련된 정보, 상태 코드, AID(Association ID), 지원 레이트, EDCA(Enhanced Distributed Channel Access) 파라미터 세트, RCPI(Received Channel Power Indicator), RSNI(Received Signal to Noise Indicator), 이동성 도메인, 타임아웃 간격(연계 컴백 시간(association comeback time)), 중첩(overlapping) BSS 스캔 파라미터, TIM 방송 응답, QoS(Quality of Service) 맵 등의 정보를 포함할 수 있다.
- [0205] 앞서 기술한 연계 요청/응답 프레임에 포함될 수 있는 정보들은 예시에 해당하며, 다른 정보로 대체되거나, 추가적인 정보가 더 포함될 수 있다.
- [0206] non-AP STA이 AP와 성공적으로 연계를 확립한 경우, 정상적인 송/수신이 이루어지게 된다. 반면, AP와 성공적으로 연계를 확립하지 못한 경우, 그 이유를 바탕으로 non-AP STA는 다시 연계 절차를 시도하거나 다른 AP로 연계를 시도할 수 있다.
- [0207] **매체 액세스 메커니즘**
- [0208] IEEE 802.11에서 통신은 공유된 무선 매체(shared wireless medium)에서 이루어지기 때문에 유선 채널(wired channel) 환경과는 근본적으로 다른 특징을 가진다.
- [0209] 유선 채널 환경에서는 CSMA/CD(carrier sense multiple access/collision detection) 기반으로 통신이 가능하다. 예를 들어 송신단에서 한번 시그널이 전송되면 채널 환경이 큰 변화가 없기 때문에 수신단까지 큰 신호 감쇄를 겪지 않고 전송이 된다. 이때 두 개 이상의 시그널이 충돌되면 감지(detection)이 가능했다. 이는 수신단에서 감지된 전력(power)이 순간적으로 송신단에서 전송한 전력보다 커지기 때문이다. 하지만, 무선 채널 환경은 다양한 요소들 (예를 들어, 거리에 따라 시그널의 감쇄가 크거나 순간적으로 깊은 페이딩(deep fading)을 겪을 수 있음)이 채널에 영향을 주기 때문에 실제로 수신단에서 신호가 제대로 전송이 되었는지 혹은 충돌이 발생되었는지 송신단에서 정확히 캐리어 센싱(carrier sensing)을 할 수가 없다.
- [0210] 이에 따라, IEEE 802.11에 따른 WLAN 시스템에서, MAC의 기본 액세스 메커니즘으로서 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 메커니즘을 도입하였다. CAMA/CA 메커니즘은 IEEE 802.11 MAC의 분배 조정 기능(DCF: Distributed Coordination Function)이라고도 불리는데, 기본적으로 "listen before talk" 액세스 메커니즘을 채용하고 있다. 이러한 유형의 액세스 메커니즘에 따르면, AP 및/또는 STA은 전송을 시작하기에 앞서, 소정의 시간 구간(예를 들어, DIFS(DCF Inter-Frame Space)) 동안 무선 채널 또는 매체 (medium)를 센싱(sensing)하는 CCA(Clear Channel Assessment)를 수행한다. 센싱 결과, 만일 매체가 유휴 상태(idle status)인 것으로 판단되면, 해당 매체를 통하여 프레임 전송을 시작한다. 반면, 매체가 점유 상태(occupied status)인 것으로 감지되면, 해당 AP 및/또는 STA은 자기 자신의 전송을 시작하지 않고, 이미 여러 STA들이 해당 매체를 사용하기 위해 대기하고 있다는 가정하에 DIFS에 추가적으로 매체 액세스를 위한 지연 시간(예를 들어, 임의 백오프 주기(random backoff period)) 동안 더 기다린 후에 프레임 전송을 시도할 수 있다.
- [0211] 임의 백오프 주기를 적용함으로써, 프레임을 전송하기 위한 여러 STA들이 존재한다고 가정할 때 여러 STA들은 확률적으로 다른 백오프 주기 값을 가지게 되어 서로 다른 시간 동안 대기한 후에 프레임 전송을 시도할 것이 기대되므로, 충돌(collision)을 최소화시킬 수 있다.

- [0212] 또한, IEEE 802.11 MAC 프로토콜은 HCF(Hybrid Coordination Function)를 제공한다. HCF는 상기 DCF와 지점 조정 기능(PCF: Point Coordination Function)를 기반으로 한다. PCF는 폴링(polling) 기반의 동기식 액세스 방식으로 모든 수신 AP 및/또는 STA이 데이터 프레임을 수신할 수 있도록 주기적으로 폴링하는 방식을 일컫는다. 또한, HCF는 EDCA(Enhanced Distributed Channel Access)와 HCCA(HCF Controlled Channel Access)를 가진다. EDCA는 제공자가 다수의 사용자에게 데이터 프레임을 제공하기 위한 액세스 방식을 경쟁 기반으로 수행하는 것이고, HCCA는 폴링(polling) 메커니즘을 이용한 비경쟁 기반의 채널 액세스 방식을 사용하는 것이다. 또한, HCF는 WLAN의 QoS(Quality of Service)를 향상시키기 위한 매체 액세스 메커니즘을 포함하며, 경쟁 주기(CP: Contention Period)와 비경쟁 주기(CFP: Contention Free Period) 모두에서 QoS 데이터를 전송할 수 있다.
- [0213] 도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 임의 백오프 주기와 프레임 전송 절차를 설명하기 위한 도면이다.
- [0214] 특정 매체가 점유(occupy 또는 busy) 상태에서 유힬(idle) 상태로 변경되면, 여러 STA들은 데이터(또는 프레임) 전송을 시도할 수 있다. 이때, 충돌을 최소화하기 위한 방안으로서, STA들은 각각 임의 백오프 카운트(random backoff count)를 선택하고 그에 해당하는 슬롯 시간(slot time)만큼 대기한 후에 전송을 시도할 수 있다. 임의 백오프 카운트는 의사-임의 정수(pseudo-random integer) 값을 가지며, 0 내지 경쟁 윈도우(CW: Contention Window) 범위에서 균일 분포(uniform distribution)한 값 중 하나로 결정될 수 있다. 여기서, CW는 경쟁 윈도우 파라미터 값이다. CW 파라미터는 초기 값으로 CW_min이 주어지지만, 전송이 실패된 경우(예를 들어, 전송된 프레임에 대한 ACK을 수신하지 못한 경우)에 2배의 값을 취할 수 있다. CW 파라미터 값이 CW_max가 되면 데이터 전송이 성공할 때까지 CW_max 값을 유지하면서 데이터 전송을 시도할 수 있고, 데이터 전송이 성공하는 경우에는 CW_min 값으로 리셋된다. CW, CW_min 및 CW_max 값은 $(2^n)-1$ ($n=0, 1, 2, \dots$)로 설정되는 것이 바람직하다.
- [0215] 임의 백오프 과정이 시작되면 STA은 결정된 백오프 카운트 값에 따라서 백오프 슬롯을 카운트 다운하고, 카운트 다운하는 동안에 계속하여 매체를 모니터링한다. 매체가 점유 상태로 모니터링되면 카운트 다운을 중단하고 대기하게 되며, 매체가 유힬 상태가 되면 카운트 다운을 재개한다.
- [0216] 도 10의 예시에서 STA 3의 MAC에 전송할 패킷이 도달한 경우에, STA 3은 DIFS 만큼 매체가 유힬 상태인 것을 확인하고 바로 프레임을 전송할 수 있다.
- [0217] 한편, 나머지 STA들은 매체가 점유(busy) 상태인 것을 모니터링하고 대기한다. 그 동안 STA 1, STA 2 및 STA 5의 각각에서도 전송할 데이터가 발생할 수 있고, 각각의 STA은 매체가 유힬 상태로 모니터링되면 DIFS만큼 대기한 후에, 각자가 선택한 임의 백오프 카운트 값에 따라서 백오프 슬롯을 카운트 다운한다.
- [0218] 도 10의 예시에서는 STA 2가 가장 작은 백오프 카운트 값을 선택하고, STA 1이 가장 큰 백오프 카운트 값을 선택한 경우를 나타낸다. 즉, STA 2가 백오프 카운트를 마치고 프레임 전송을 시작하는 시점에서 STA 5의 잔여 백오프 시간은 STA 1의 잔여 백오프 시간보다 짧은 경우를 예시한다.
- [0219] STA 1 및 STA 5는 STA 2가 매체를 점유하는 동안에 카운트 다운을 멈추고 대기한다. STA 2의 매체 점유가 종료되어 매체가 다시 유힬 상태가 되면, STA 1 및 STA 5는 DIFS만큼 대기한 후에, 멈추었던 백오프 카운트를 재개한다. 즉, 잔여 백오프 시간만큼의 나머지 백오프 슬롯을 카운트 다운한 후에서 프레임 전송을 시작할 수 있다. STA 5의 잔여 백오프 시간이 STA 1보다 짧았으므로 STA 5의 프레임 전송을 시작하게 된다.
- [0220] 한편, STA 2가 매체를 점유하는 동안에서 STA 4에서도 전송할 데이터가 발생할 수 있다. 이때, STA 4 입장에서는 매체가 유힬 상태가 되면 DIFS 만큼 대기한 후, 자신이 선택한 임의 백오프 카운트 값에 따른 백오프 슬롯의 카운트 다운을 수행한다.
- [0221] 도 10의 예시에서는 STA 5의 잔여 백오프 시간이 STA 4의 임의 백오프 카운트 값과 우연히 일치하는 경우를 나타내며, 이 경우 STA 4와 STA 5 간에 충돌이 발생할 수 있다. 충돌이 발생하는 경우에는 STA 4와 STA 5 모두 ACK을 수신하지 못하여, 데이터 전송을 실패하게 된다. 이 경우, STA 4와 STA 5는 CW 값을 2배로 늘린 후에 임의 백오프 카운트 값을 선택하고 백오프 슬롯의 카운트 다운을 수행한다.
- [0222] 한편, STA 1은 STA 4와 STA 5의 전송으로 인해 매체가 점유 상태인 동안에 대기하고 있다가, 매체가 유힬 상태가 되면 DIFS 만큼 대기한 후에, 잔여 백오프 시간이 지나면 프레임 전송을 시작할 수 있다.
- [0223] CSMA/CA 메커니즘은 AP 및/또는 STA이 매체를 직접 센싱하는 물리적 캐리어 센싱(physical carrier sensing) 외에 가상 캐리어 센싱(virtual carrier sensing)도 포함한다.

[0224] 가상 캐리어 센싱은 히든 노드 문제(hidden node problem) 등과 같이 매체 접근상 발생할 수 있는 문제를 보완하기 위한 것이다. 가상 캐리어 센싱을 위하여, WLAN 시스템의 MAC은 네트워크 할당 벡터(NAV: Network Allocation Vector)를 이용한다. NAV는 현재 매체를 사용하고 있거나 또는 사용할 권한이 있는 AP 및/또는 STA 이, 매체가 이용 가능한 상태로 되기까지 남아 있는 시간을 다른 AP 및/또는 STA에게 지시하는 값이다. 따라서 NAV로 설정된 값은 해당 프레임을 전송하는 AP 및/또는 STA에 의하여 매체의 사용이 예정되어 있는 기간에 해당하고, NAV 값을 수신하는 STA은 해당 기간 동안 매체 액세스가 금지된다. NAV는, 예를 들어, 프레임의 MAC 헤더(header)의 지속 기간(duration) 필드의 값에 따라 설정될 수 있다.

[0225] AP 및/또는 STA은 매체에 접근하고자 함을 알리기 위해 RTS(request to send) 프레임 및 CTS(clear to send) 프레임을 교환하는 절차를 수행할 수 있다. RTS 프레임 및 CTS 프레임은 실질적인 데이터 프레임 전송 및 수신 확인 응답(ACK)이 지원될 경우 ACK 프레임이 송수신 되는데 필요한 무선 매체가 접근 예약된 시간적인 구간을 지시하는 정보를 포함한다. 프레임을 전송하고자 하는 AP 및/또는 STA으로부터 전송된 RTS 프레임을 수신하거나, 프레임 전송 대상 STA으로부터 전송된 CTS 프레임을 수신한 다른 STA은 RTS/CTS 프레임에 포함되어 있는 정보가 지시하는 시간적인 구간 동안 매체에 접근하지 않도록 설정될 수 있다. 이는 시간 구간 동안 NAV가 설정됨을 통하여 구현될 수 있다.

[0226] **잔여 캐리어 주파수 오프셋(residual carrier frequency offset) 측정 및 채널 추정(channel estimation)**

[0227] 802.11ac 시스템에서는 파일럿(pilot)을 이용하여 잔여(residual) 캐리어 주파수 오프셋(CFO: carrier frequency offset)를 측정한다. 구체적으로 각 심볼마다 동일한 톤(tone)(또는 서브캐리어)에 동일한 파일럿을 할당하고 동일한 계수(coefficient)를 설정하여 심볼 사이 파일럿 값의 위상(phase) 차를 측정하여 잔여 CFO를 측정한다.

[0228] 또한, 채널 추정은 VHT-LTF에서 수행되며 P 행렬(matrix)을 곱해 동일한 서브캐리어의 심볼과 스트림 간에 직교성(orthogonality)를 만들어 이를 이용해 측정할 수 있다. P 행렬은 P 행렬을 구성하는 각 행(row) 별로 직교성(orthogonality)을 가지는 행렬을 의미한다.

[0229] 상술한 바와 같이, VHT-LTF는 PPDU가 전송되는 시공간 스트림(space-time stream)의 개수만큼 설정될 수 있다.

[0230] 표 4는 VHT-LTF 필드의 수를 예시한다.

표 4

시공간 스트림 수	1	2	3	4	5	6	7	8
VHT-LTF의 수	1	2	4	4	6	6	8	8

[0231]

[0232] 아래 수학적 식 1 내지 4는 P 행렬(matrix) 값을 예시한다.

수학적 식 1

$$P_{VHTLTF} = \begin{cases} P_{4 \times 4}, N_{STS, total} \leq 4 \\ P_{6 \times 6}, N_{STS, total} = 5, 6 \\ P_{8 \times 8}, N_{STS, total} = 7, 8 \end{cases}$$

[0233]

[0234] 수학적 식 1을 참조하면, PPDU 내 시공간 스트림의 총 수($N_{STS, total}$)이 4 이하일 때 $P_{4 \times 4}$ 행렬(수학적 식 2)을 이용하고, 5 또는 6일 때 $P_{6 \times 6}$ 행렬(수학적 식 3)을 이용하고, 7 또는 8일 때 $P_{8 \times 8}$ (수학적 식 4)을 이용한다.

수학식 2

$$P_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

[0235]

수학식 3

$$P_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -w^1 & w^2 & w^3 & w^4 & -w^5 \\ 1 & -w^2 & w^4 & w^6 & w^8 & -w^{10} \\ 1 & -w^3 & w^6 & w^9 & w^{12} & -w^{15} \\ 1 & -w^4 & w^8 & w^{12} & w^{16} & -w^{20} \\ 1 & -w^5 & w^{10} & w^{15} & w^{20} & -w^{25} \end{bmatrix} \quad \text{where}$$

$$w = \exp(-j2\pi/6)$$

[0236]

수학식 4

$$P_{8 \times 8} = \begin{bmatrix} P_{4 \times 4} & P_{4 \times 4} \\ P_{4 \times 4} & -P_{4 \times 4} \end{bmatrix}$$

[0237]

[0238] 도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 VHT-LTF을 예시하는 도면이다.

[0239] 도 11에서는 시공간 스트림이 4개인 경우를 예시한다.

[0240] 앞서 수학식 2 내지 4에서 예시한 P 행렬에서 각 행(row)은 각 시공간 스트림에 대응되며, 도 11과 같이 VHT-LTF에 도 11과 같이 행렬 요소(matrix element)가 각각 곱해진다.

[0241] 도 11을 참조하면, 시공간 스트림 1의 4개의 VHT-LTF에는 앞서 수학식 2의 1번째 행(row)에 속한 각각의 행렬 요소가 곱해진다. 1번째 VHT-LTF 시퀀스 요소에는 1이 곱해지고, 2번째 VHT-LTF 시퀀스 요소에는 -1이 곱해지고, 3번째 VHT-LTF 시퀀스 요소에는 1이 곱해지고, 4번째 VHT-LTF 시퀀스 요소에는 1이 곱해진다.

[0242] 다른 시공간 스트림도 위와 같이 P 행렬이 곱해진다.

[0243] **상향링크 다중 사용자 전송을 위한 방법**

[0244] 차세대 WiFi에 대한 다양한 분야의 벤더들의 많은 관심과 802.11ac 이후의 높은 스�루풋(high throughput) 및 QoE(quality of experience) 성능 향상에 대한 요구가 높아지고 있는 상황에서 차세대 WLAN 시스템인 802.11ax 시스템을 위한 새로운 프레임 포맷 및 뉴머롤로지(numerology)에 대한 논의가 활발히 진행 중이다.

[0245] IEEE 802.11ax은 더 높은 데이터 처리율(data rate)을 지원하고 더 높은 사용자 부하(user load)를 처리하기 위한 차세대 WLAN 시스템으로서 최근에 새롭게 제안되고 있는 WLAN 시스템 중 하나로서, 일명 고효율 WLAN(HEW: High Efficiency WLAN)라고 불린다.

[0246] IEEE 802.11ax WLAN 시스템은 기존 WLAN 시스템과 동일하게 2.4 GHz 주파수 대역 및 5 GHz 주파수 대역에서 동작할 수 있다. 또한, 그보다 높은 60 GHz 주파수 대역에서도 동작할 수 있다.

[0247] IEEE 802.11ax 시스템에서는 평균 스�루풋 향상(average throughput enhancement)과 실외 환경에서의 심볼 간 간섭(inter-symbol interference)에 대한 강인한 전송(outdoor robust transmission)을 위해서 기존 IEEE 802.11 OFDM system (IEEE 802.11a, 802.11n, 802.11ac 등)보다 각 대역폭에서 4배 큰 FFT 크기를 사용할 수

있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 설명한다.

- [0248] 이하, 본 발명에 HE 포맷 PPDU에 대한 설명에 있어서, 별도의 언급이 없더라도 앞서 설명한 non-HT 포맷 PPDU, HT-mixed 포맷 PPDU, HT-greenfield 포맷 PPDU 및/또는 VHT 포맷 PPDU에 대한 설명이 HE 포맷 PPDU에 대한 설명에 병합될 수 있다.
- [0249] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 HE(High Efficiency) 포맷 PPDU를 예시하는 도면이다.
- [0250] 도 12를 참조하면, HEW를 위한 HE 포맷 PPDU는 크게 레가시 부분(L-part), HE 부분(HE-part)으로 구성될 수 있다.
- [0251] L-part는 기존의 WLAN 시스템에서 유지하는 형태와 동일하게 L-STF 필드, L-LTF 필드 및 L-SIG 필드로 구성된다. L-STF 필드, L-LTF 필드 및 L-SIG 필드를 레가시 프리앰블(legacy preamble)이라고 지칭할 수 있다.
- [0252] HE-part는 802.11ax 표준을 위하여 새롭게 정의되는 부분으로서, HE-SIG 필드와 HE 프리앰블(HE-preamble) 및 데이터(HE-data) 필드로 구성될 수 있다. 그리고, HE-preamble은 HE-STF 필드 및 HE-LTF 필드를 포함할 수 있다. 또한, HE-STF 필드 및 HE-LTF 필드뿐만 아니라 HE-SIG 필드를 포함하여 HE-preamble로 통칭할 수도 있다.
- [0253] 도 12에서는 HE-SIG 필드, HE-STF 필드 및 HE-LTF 필드의 순서를 예시하고 있으나, 이와 상이한 순서로 구성될 수 있다.
- [0254] L-part, HE-SIG 필드, HE-preamble을 물리 프리앰블(PHY(physical) preamble)로 통칭할 수 있다.
- [0255] HE-SIG 필드는 HE-data 필드를 디코딩하기 위한 정보(예를 들어, OFDMA, UL MU MIMO, 향상된 MCS 등)을 포함할 수 있다.
- [0256] L-part와 HE-part(특히, HE-preamble 및 HE-data)는 서로 다른 FFT(Fast Fourier Transform) 크기를 가질 수 있으며, 서로 다른 CP(Cyclic Prefix)를 사용할 수도 있다. 즉, L-part와 HE-part(특히, HE-preamble 및 HE-data)는 서브캐리어 주파수 간격(subcarrier frequency spacing)이 서로 다르게 정의될 수 있다.
- [0257] 802.11ax 시스템에서는 레가시 WLAN 시스템에 비하여 4배 큰(4x) FFT 크기를 사용할 수 있다. 즉, L-part는 1x 심볼 구조로 구성되고, HE-part(특히, HE-preamble 및 HE-data)는 4x 심볼 구조로 구성될 수 있다. 여기서, 1x, 2x, 4x 크기의 FFT는 레가시 WLAN 시스템(예를 들어, IEEE 802.11a, 802.11n, 802.11ac 등)에 대한 상대적인 크기를 의미한다.
- [0258] 예를 들어, L-part에 이용되는 FFT 크기는 20MHz, 40MHz, 80MHz 및 160MHz에서 각각 64, 128, 256, 512라면, HE-part에 이용되는 FFT 크기는 20MHz, 40MHz, 80MHz 및 160MHz에서 각각 256, 512, 1024, 2048일 수 있다.
- [0259] 이와 같이 레가시 WLAN 시스템 보다 FFT 크기가 커지면, 서브캐리어 주파수 간격(subcarrier frequency spacing)이 작아지므로 단위 주파수 당 서브캐리어의 수가 증가되나, OFDM 심볼 길이가 길어진다.
- [0260] 즉, 보다 큰 FFT 크기가 사용된다는 것은 서브캐리어 간격이 좁아진다는 의미이며, 마찬가지로 IDFT(Inverse Discrete Fourier Transform)/DFT(Discrete Fourier Transform) 주기(period)가 늘어난다는 의미이다. 여기서, IDFT/DFT 주기는 OFDM 심볼에서 보호 구간(GI)을 제외한 심볼 길이를 의미할 수 있다.
- [0261] 따라서, HE-part(특히, HE-preamble 및 HE-data)는 L-part에 비하여 4배 큰 FFT 크기가 사용된다면, HE-part의 서브캐리어 간격은 L-part의 서브캐리어 간격의 1/4 배가 되고, HE-part의 IDFT/DFT 주기는 L-part의 IDFT/DFT 주기의 4배가 된다. 예를 들어, L-part의 서브캐리어 간격이 312.5kHz(=20MHz/64, 40MHz/128, 80MHz/256 및/또는 160MHz/512)라면 HE-part의 서브캐리어 간격은 78.125kHz(=20MHz/256, 40MHz/512, 80MHz/1024 및/또는 160MHz/2048)일 수 있다. 또한, L-part의 IDFT/DFT 주기가 3.2 μ s(=1/312.5kHz)이라면, HE-part의 IDFT/DFT 주기는 12.8 μ s(=1/78.125kHz)일 수 있다.
- [0262] 여기서, GI는 0.8 μ s, 1.6 μ s, 3.2 μ s 중 하나가 사용될 수 있으므로, GI를 포함하는 HE-part의 OFDM 심볼 길이(또는 심볼 간격(symbol interval))은 GI에 따라 13.6 μ s, 14.4 μ s, 16 μ s일 수 있다.
- [0263] 도 12에서는 HE-SIG 필드가 1x 심볼 구조로 구성되는 경우를 예시하고 있으나, HE-SIG 필드도 HE-preamble 및 HE-data와 같이 4x 심볼 구조로 구성될 수도 있다.
- [0264] 도 12의 예시와 달리 HE-SIG는 HE-SIG A 필드와 HE-SIG B 필드로 구분될 수 있다. 이 경우, 단위 주파수 당 FFT 크기는 HE-SIG B 이후부터 더욱 커질 수 있다. 즉, HE-SIG B 이후부터 L-part에 비하여 OFDM 심볼 길이가

길어질 수 있다.

- [0265] 본 발명이 적용될 수 있는 WLAN 시스템을 위한 HE 포맷 PPDU는 적어도 하나의 20MHz 채널을 통해 전송될 수 있다. 예를 들어, HE 포맷 PPDU는 총 4개의 20MHz 채널을 통해 40MHz, 80MHz 또는 160MHz 주파수 대역에서 전송될 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 보다 상세히 설명한다.
- [0266] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE 포맷 PPDU를 예시하는 도면이다.
- [0267] 도 13에서는 하나의 STA에 80MHz가 할당된 경우(또는 80MHz 내 복수의 STA에게 OFDMA 자원 유닛이 할당된 경우) 혹은 복수의 STA에게 각각 80MHz의 서로 다른 스트림이 할당된 경우의 PPDU 포맷을 예시한다.
- [0268] 도 13을 참조하면, L-STF, L-LTF 및 L-SIG은 각 20MHz 채널에서 64 FFT 포인트(또는 64 서브캐리어)에 기반하여 생성된 OFDM 심볼로 전송될 수 있다.
- [0269] HE-SIG A 필드는 PPDU를 수신하는 STA들에게 공통으로 전송되는 공용 제어 정보를 포함할 수 있다. HE-SIG A 필드는 1개 내지 3개의 OFDM 심볼에서 전송될 수 있다. HE-SIG A 필드는 20MHz 단위로 복사되어 동일한 정보를 포함한다. 또한, HE-SIG-A 필드는 시스템의 전체 대역폭 정보를 알려준다.
- [0270] 표 5는 HE-SIG A 필드에 포함되는 정보를 예시하는 표이다.

표 5

필드	비트	설명(description)
대역폭 (bandwidth)	2	PPDU가 전송되는 대역폭을 지시함 예를 들어, 20MHz, 40MHz, 80MHz 또는 160MHz
그룹 식별자 (Group ID)	6	PPDU를 수신할 STA 또는 STA들의 그룹을 지시함
스트림 정보 (Stream information)	12	각 STA을 위한 공간 스트림(spatial stream)의 위치 또는 번호를 지시하거나 STA의 그룹을 위한 공간 스트림의 위치 또는 번호 지시함
상향링크 지시 (UL indication)	1	PPDU가 AP로 향하는지(uplink) 또는 STA으로 향하는지(downlink) 지시함
MU 지시 (MU indication)	1	PPDU가 SU-MIMO PPDU 인지 MU-MIMO PPDU인지 지시함
가드 인터벌 지시 (GI indication)	1	짧은 GI가 사용되는지 긴 GI가 사용되는지 지시함
할당 정보 (Allocation information)	12	PPDU가 전송되는 대역에서 각 STA에 할당된 밴드 또는 채널(서브채널 인덱스 또는 서브밴드 인덱스) 지시함
전송 파워 (Transmission power)	12	각 채널 또는 각 STA을 위한 전송 파워를 지시함

- [0271]
- [0272] 표 5에 예시되는 각 필드들에 포함되는 정보들은 IEEE 802.11 시스템의 정의를 따를 수 있다. 또한, 앞서 설명한 각 필드들은 PPDU에 포함될 수 있는 필드들의 예시에 해당하며, 이에 한정되지 않는다. 즉, 앞서 설명한 각 필드가 다른 필드로 대체되거나 추가적인 필드가 더 포함될 수 있으며, 모든 필드가 필수적으로 포함되지 않을 수도 있다.
- [0273] HE-STF는 MIMO 전송에 있어서 AGC 추정의 성능을 개선하기 위해 사용된다.
- [0274] HE-SIG B 필드는 각 STA이 자신의 데이터(예를 들어, PSDU)를 수신하기 위하여 요구되는 사용자 특정(user-specific) 정보를 포함할 수 있다. HE-SIG B 필드는 하나 또는 두 개의 OFDM 심볼에서 전송될 수 있다. 예를 들어, HE-SIG B 필드는 해당 PSDU의 변조 및 코딩 기법(MCS) 및 해당 PSDU의 길이에 관한 정보를 포함할 수 있다.
- [0275] L-STF, L-LTF, L-SIG 및 HE-SIG A 필드는 20MHz 채널 단위로 반복되어 전송될 수 있다. 예를 들어, PPDU가 4개의 20MHz 채널(즉, 80MHz 대역)을 통해 전송될 때, L-STF, L-LTF, L-SIG 및 HE-SIG A 필드는 매 20MHz 채널에서 반복되어 전송될 수 있다.
- [0276] FFT 크기가 커지면, 기존의 IEEE 802.11a/g/n/ac를 지원하는 레가시 STA은 해당 HE PPDU를 디코딩하지 못할 수

있다. 레가시 STA와 HE STA이 공존(coexistence)하기 위하여, L-STF, L-LTF 및 L-SIG 필드는 레가시 STA이 수신할 수 있도록 20MHz 채널에서 64 FFT를 통해 전송된다. 예를 들어, L-SIG 필드는 하나의 OFDM 심볼을 점유하고, 하나의 OFDM 심볼 시간은 $4\mu s$ 이며, GI는 $0.8\mu s$ 일 수 있다.

- [0277] 각 주파수 단위 별 FFT 크기는 HE-STF부터 더욱 커질 수 있다. 예를 들어, 256 FFT가 20MHz 채널에서 사용되고, 512 FFT가 40MHz 채널에서 사용되며, 1024 FFT가 80MHz 채널에서 사용될 수 있다. FFT 크기가 커지면, OFDM 서브캐리어 간의 간격이 작아지므로 단위 주파수 당 OFDM 서브캐리어의 수가 증가되나, OFDM 심볼 시간은 길어진다. 시스템의 효율을 향상시키기 위하여 HE-STF 이후의 GI의 길이는 HE-SIG A의 GI의 길이와 동일하게 설정될 수 있다.
- [0278] HE-SIG A 필드는 HE STA이 HE PPDU를 디코딩하기 위하여 요구되는 정보를 포함할 수 있다. 그러나, HE-SIG A 필드는 레가시 STA와 HE STA이 모두 수신할 수 있도록 20MHz 채널에서 64 FFT를 통해 전송될 수 있다. 이는 HE STA가 HE 포맷 PPDU 뿐만 아니라 기존의 HT/VHT 포맷 PPDU를 수신할 수 있으며, 레가시 STA 및 HE STA이 HT/VHT 포맷 PPDU와 HE 포맷 PPDU를 구분하여야 하기 때문이다.
- [0279] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 HE 포맷 PPDU를 예시하는 도면이다.
- [0280] 도 14에서는 20MHz 채널들이 각각 서로 다른 STA들(예를 들어, STA 1, STA 2, STA 3 및 STA 4)에 할당되는 경우를 가정한다.
- [0281] 도 14를 참조하면, 단위 주파수 당 FFT 크기는 HE-STF(또는 HE-SIG B)부터 더욱 커질 수 있다. 예를 들어, HE-STF(또는 HE-SIG B)부터 256 FFT가 20MHz 채널에서 사용되고, 512 FFT가 40MHz 채널에서 사용되며, 1024 FFT가 80MHz 채널에서 사용될 수 있다.
- [0282] PPDU에 포함되는 각 필드에서 전송되는 정보는 앞서 도 13의 예시와 동일하므로 이하 설명을 생략한다.
- [0283] HE-SIG B 필드는 각 STA에 특정된 정보를 포함할 수 있으나, 전체 밴드(즉, HE-SIG-A 필드에서 지시)에 걸쳐서 인코딩될 수 있다. 즉, HE-SIG B 필드는 모든 STA에 대한 정보를 포함하며 모든 STA들이 수신하게 된다.
- [0284] HE-SIG B 필드는 각 STA 별로 할당되는 주파수 대역폭 정보 및/또는 해당 주파수 대역에서 스트림 정보를 알려 줄 수 있다. 예를 들어, 도 14에서 HE-SIG-B는 STA 1는 20MHz, STA 2는 그 다음 20MHz, STA 3는 그 다음 20MHz, STA 4는 그 다음 20MHz가 할당될 수 있다. 또한, STA 1과 STA 2는 40MHz를 할당하고, STA 3와 STA 4는 그 다음 40MHz를 할당할 수 있다. 이 경우, STA 1과 STA 2는 서로 다른 스트림을 할당하고, STA 3와 STA 4는 서로 다른 스트림을 할당할 수 있다.
- [0285] 또한, HE-SIG-C 필드를 정의하여, 도 14의 예시에 HE-SIG C 필드가 추가될 수 있다. 이 경우, HE-SIG-B 필드에서는 전대역에 걸쳐서 모든 STA에 대한 정보가 전송되고, 각 STA에 특정한 제어 정보는 HE-SIG-C 필드를 통해 20MHz 단위로 전송될 수도 있다.
- [0286] 또한, 도 13 및 도 14의 예시와 상이하게 HE-SIG-B 필드는 전대역에 걸쳐 전송하지 않고 HE-SIG-A 필드와 동일하게 20MHz 단위로 전송될 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 설명한다.
- [0287] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 HE 포맷 PPDU를 예시하는 도면이다.
- [0288] 도 15에서는 20MHz 채널들이 각각 서로 다른 STA들(예를 들어, STA 1, STA 2, STA 3 및 STA 4)에 할당되는 경우를 가정한다.
- [0289] 도 15를 참조하면, HE-SIG B 필드는 전대역에 걸쳐 전송되지 않고, HE-SIG A 필드와 동일하게 20MHz 단위로 전송된다. 다만, 이때 HE-SIG-B는 HE-SIG A 필드와 상이하게 20MHz 단위로 인코딩되어 전송되나, 20MHz 단위로 복제되어 전송되지는 않을 수 있다.
- [0290] 이 경우, 단위 주파수 당 FFT 크기는 HE-STF(또는 HE-SIG B)부터 더욱 커질 수 있다. 예를 들어, HE-STF(또는 HE-SIG B)부터 256 FFT가 20MHz 채널에서 사용되고, 512 FFT가 40MHz 채널에서 사용되며, 1024 FFT가 80MHz 채널에서 사용될 수 있다.
- [0291] PPDU에 포함되는 각 필드에서 전송되는 정보는 앞서 도 13의 예시와 동일하므로 이하 설명을 생략한다.
- [0292] HE-SIG A 필드는 20MHz 단위로 복사되어(duplicated) 전송된다.
- [0293] HE-SIG B 필드는 각 STA 별로 할당되는 주파수 대역폭 정보 및/또는 해당 주파수 대역에서 스트림 정보를 알려 줄 수 있다. HE-SIG B 필드는 각 STA에 대한 정보를 포함하므로 20MHz 단위의 각 HE-SIG B 필드 별로 각 STA에

대한 정보가 포함될 수 있다. 이때, 도 15의 예시에서는 각 STA 별로 20MHz가 할당되는 경우를 예시하고 있으나, 예를 들어 STA에 40MHz가 할당되는 경우, 20MHz 단위로 HE-SIG-B 필드가 복사되어 전송될 수도 있다.

- [0294] 각 BSS 별로 서로 다른 대역폭을 지원하는 상황에서 인접한 BSS로부터의 간섭 레벨이 적은 일부의 대역폭을 STA에게 할당하는 경우에 위와 같이 HE-SIG-B 필드를 전대역에 걸쳐서 전송하지 않는 것이 보다 바람직할 수 있다.
- [0295] 도 12 내지 도 15에서 데이터 필드는 페이로드(payload)로서, 서비스 필드(SERVICE field), 스크램블링된 PSDU, 테일 비트(tail bits), 패딩 비트(padding bits)를 포함할 수 있다.
- [0296] 한편, 앞서 도 12 내지 도 15와 같은 HE 포맷 PPDU는 L-SIG 필드의 반복 심볼인 RL-SIG(Repeated L-SIG) 필드를 통해서 구분될 수 있다. RL-SIG 필드는 HE SIG-A 필드 앞에 삽입되며, 각 STA은 RL-SIG 필드를 이용하여 수신된 PPDU의 포맷을 HE 포맷 PPDU로서 구분할 수 있다.
- [0297] WLAN 시스템에서 동작하는 AP가 동일한 시간 자원 상에서 복수의 STA으로 데이터를 전송하는 방식을 DL MU 전송(downlink multi-user transmission)이라고 지칭할 수 있다. 반대로, WLAN 시스템에서 동작하는 복수의 STA이 동일한 시간 자원 상에서 AP로 데이터를 전송하는 방식을 UL MU 전송(uplink multi-user transmission)이라고 지칭할 수 있다.
- [0298] 이러한 DL MU 전송 또는 UL MU 전송은 주파수 도메인(frequency domain) 또는 공간 도메인(spatial domain) 상에서 다중화될 수 있다.
- [0299] 주파수 도메인 상에서 다중화되는 경우, OFDMA(orthogonal frequency division multiplexing)를 기반으로 복수의 STA 각각에 대해 서로 다른 주파수 자원(예를 들어, 서브캐리어 또는 톤(tone))이 하향링크 또는 상향링크 자원으로 할당될 수 있다. 이러한 동일한 시간 자원에서 서로 다른 주파수 자원을 통한 전송 방식을 'DL/UL OFDMA 전송'이라고 지칭할 수 있다.
- [0300] 공간 도메인(spatial domain) 상에서 다중화되는 경우, 복수의 STA 각각에 대해 서로 다른 공간 스트림이 하향링크 또는 상향링크 자원으로 할당될 수 있다. 이러한 동일한 시간 자원에서 서로 다른 공간적 스트림을 통한 전송 방식을 'DL/UL MU MIMO' 전송이라고 지칭할 수 있다.
- [0301] IEEE 802.11ax 시스템은 기존 802.11ac 시스템에 비해 4배 이상의 평균 스루풋(average throughput) 증가를 목표로 여러 기술적인 도입을 고려하고 있고 그 중 하나가 4x FFT이다. 이 구조에서는 기존 시스템에 비해 서브캐리어 간격(subcarrier spacing)이 4분의 1로 줄어들어 CFO에 민감해지므로 잔여 CFO(residual CFO)를 적절한 방식으로 보상해주어야 한다.
- [0302] 또한, 802.11ax에서는 UL MU MIMO 및 UL OFDMA의 지원도 고려되고 있는데 이 상황에서는 기존 단일 사용자(single user) 상황이나 하향링크 MU MIMO 상황과 달리 사용자 별로 서로 다른 CFO가 수신단에서 섞이기 때문에 파일럿을 이용한 기존의 CFO 추정(estimation) 방식은 정확한 사용자 별 CFO 측정에 어려움이 있다.
- [0303] 이를 극복하기 위해 본 발명에서는 UL MU MIMO 및/또는 및 UL OFDMA 전송 상황에서 채널 추정(channel estimation) 및 CFO 측정을 동시에 수행할 수 있는 새로운 P 행렬 코딩된 LTF(P matrix coded LTF) 방식을 제안한다.
- [0304] 또한, 기존 P 행렬 활용의 한계와 채널 상관(channel correlation)에 종속적인 한계를 극복하기 위한 추가적인 방식도 제안한다. 하나는 부가적인 P 행렬의 정의 없이 기존 P 행렬을 이용해 11ax에서 고려될 수 있는 모든 뉴머롤로지(numerology)를 지원(cover)할 수 있는 방식이고 또 다른 하나는 채널 상관(channel correlation) 영향을 적게 받으면서 지원할 수 있는 사용자 수는 그대로 유지할 수 있는 방식이다.
- [0305] 이하, 본 발명의 설명에 있어서, 사용자(user)라는 용어는 UL MU MIMO 및/또는 및 UL OFDMA 전송에 참여하는 STA을 의미한다.
- [0306] 1. P 행렬 코딩 LTF(P matrix coded LTF) 방식
- [0307] 1-A) HE-LTF 시퀀스 생성
- [0308] 기존의 P 행렬을 이용하여 사용자 별로 직교(orthogonal)한 LTF 시퀀스를 생성함으로써, 주파수 도메인(frequency domain)에서 채널 상관(channel correlation)이 크다는 가정하에 새로운 CFO 측정 및 채널 추정 기법을 다음과 같이 제안한다.
- [0309] 이하, P 행렬 코딩된 LTF(P matrix coded LTF) 방식에 따라 CFO 및 채널을 추정하는 방법을 설명함에 있어서,

설명의 편의를 위해 UL MU MIMO 및/또는 및 UL OFDMA 전송에 참여하는 사용자 수가 2라고 가정하고, P 행렬은 앞서 수학적 식 2에서 예시된 $P_{4 \times 4}$ 행렬을 재이용하는 경우를 가정하여 설명한다. 또한, 각 사용자가 하나의 스트림을 할당 받은 경우를 가정하여 설명한다.

- [0310] 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 UL MU MIMO 및/또는 및 UL OFDMA 전송에 이와 상이한 수의 사용자가 참여할 수도 있다. 또한, 기존에 정의된 P 행렬이 아닌 각 행(row) 별로 직교(orthogonal)하는 새로운 P 행렬이 정의되어 이용될 수도 있다. 또한, 각 사용자 별로 하나 이상의 스트림을 할당 받는 경우에도 본 발명이 동일하게 적용될 수 있다.
- [0311] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 시퀀스를 생성하는 방법을 예시한다.
- [0312] 도 16에서 L_i (즉, L_1, L_2, L_3, \dots)은 미리 정의된 공통의 HE-LTF 시퀀스를 나타낸다. i 는 HE-LTF가 매핑되는 서브캐리어 인덱스를 나타낸다.
- [0313] $s_i(k)$ (즉, $s_1(k), s_2(k), s_3(k), \dots$)는 스트림 k 에 대한 스크램블된 HE-LTF 시퀀스를 나타낸다. 여기서, k 는 스트림 인덱스를 나타내고, i 는 HE-LTF가 매핑되는 서브캐리어 인덱스를 나타낸다.
- [0314] 미리 정의된 공통된 HE-LTF 시퀀스(L_i)를 각 스트림 별로 P 행렬의 서로 다른 행(row)(즉, P 행렬 코드)을 이용하여 스크램블(scramble)한다.
- [0315] 보다 구체적으로, 각 스트림 별로 미리 정의된 공통의 HE-LTF 시퀀스의 N_f 개(예를 들어, 4 등)의 서브-시퀀스(sub-sequence) 단위로 P 행렬의 서로 다른 행(row)의 행렬 요소(matrix element)를 곱한다. 즉, 서브-시퀀스에 속하는 시퀀스 요소와 P 행렬의 특정 행을 구성하는 행렬 요소가 순서대로 곱해진다.
- [0316] 이와 같이, 스크램블된 HE-LTF 시퀀스(s_i)는 N_f 개(예를 들어, 4 등) 연속적인 엔트리(entry)의 서브-시퀀스(sub-sequence) 단위로 각 스트림 별로 직교(orthogonal)한다. 즉, 각 스트림 별로 스크램블된 HE-LTF 시퀀스는 구분적으로 직교(piecewise orthogonal)한다.
- [0317] 도 16을 참조하면, 스트림 1의 경우 미리 정의된 공통의 HE-LTF 시퀀스에 P 행렬의 1번째 행의 행렬 요소(matrix element)가 곱해져 (스크램블된) HE-LTF 시퀀스(즉, HE-LTF 시퀀스 1)가 생성된다. 스트림 2의 경우 HE-LTF 시퀀스에 P 행렬의 2번째 행의 요소들이 곱해져 (스크램블된) HE-LTF 시퀀스(즉, HE-LTF 시퀀스 2)가 생성된다.
- [0318] 구체적으로 살펴보면, 스트림 1의 경우, 1번째 HE-LTF 시퀀스 요소 L_1 에 P 행렬의 1번째 행(row)의 1번째 행렬 요소(즉, 1)가 곱해지고, 2번째 HE-LTF 시퀀스 요소 L_2 에 P 행렬의 1번째 행(row)의 2번째 행렬 요소(즉, -1)가 곱해지고, 3번째 HE-LTF 시퀀스 요소 L_3 에 P 행렬의 1번째 행(row)의 3번째 행렬 요소(즉, 1)가 곱해지고, 4번째 HE-LTF 시퀀스 L_4 에 P 행렬의 4번째 행(row)의 1번째 행렬 요소(즉, 1)가 곱해진다. 그리고, 나머지 HE-LTF 시퀀스에 대해서도 4개의 시퀀스 단위로(즉, $L_5 \sim L_8, L_9 \sim L_{12}, L_{13} \sim L_{16}, \dots$) 위의 과정을 반복함으로써 (스크램블된) HE-LTF 시퀀스 1($s_i(1)$)가 생성된다.
- [0319] 그리고, 스트림 2의 경우도, P 행렬의 2번째 행(row)를 이용하여 위의 과정을 동일하게 진행함으로써 (스크램블된) HE-LTF 시퀀스 2($s_i(2)$)가 생성된다.
- [0320] 위와 방법에 의해 생성된 HE-LTF 시퀀스는 4 서브-시퀀스 단위로 각 스트림 별로 직교(orthogonal)한다. 즉, HE-LTF 시퀀스 1과 HE-LTF 시퀀스 2는 4 서브-시퀀스 단위로 직교(orthogonal)한다.
- [0321] 따라서, UL MU MIMO 및/또는 및 UL OFDMA 전송의 경우 각 스트림 별로 서로 다른 HE-LTF 시퀀스를 전송하게 된다.
- [0322] 1-B) 시간 영역(time domain)에서 P 행렬 인코딩(encoding)
- [0323] 선택적으로 시간 영역(time domain)에서도 직교성(orthogonal)을 유지하기 위하여 앞서 1-A) 방법에 의해 생성된 HE-LTF 시퀀스에 P 행렬 인코딩(encoding)이 추가로 적용될 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 설명한다.
- [0324] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 필드를 구성하는 방법을 예시한다.
- [0325] 도 17에서 $c_j(k)$ (즉, $c_1(k), c_2(k), c_3(k), \dots$)는 스트림 k 에 대응되는 P 행렬의 행(row)(즉, P 행렬 코드)을 나타낸다. 여기서, k 는 스트림 인덱스를 나타내고, j 는 심볼 인덱스를 나타낸다.
- [0326] 스크램블된 HE-LTF 시퀀스는 하나 이상의 심볼의 서브캐리어에 매핑되어 전송될 수 있으며, 이때 스크램블된

HE-LTF 시퀀스가 전송(혹은 매핑)되는 심볼(이하, 'HE-LTF 심볼'로 지칭)의 수는 UL MU MIMO 전송에 할당된 스트림 수에 의해 결정될 수 있다.

[0327] P 행렬의 하나의 행(row)(예를 들어, 스트림에 k에 대응되는 행(row))에 속하는 각 행렬 요소(matrix element)들이 순서대로 각 심볼에서 전송되는 HE-LTF 시퀀스에 곱해진다. 즉, 각 스트림 별로 HE-LTF 심볼의 데이터 톤(즉, HE-LTF 시퀀스가 매핑되는 톤)에 P 행렬의 서로 다른 행(row)이 곱해진다.

[0328] 즉, 1번째 HE-LTF 심볼에서 전송되는 스크램블된 HE-LTF 시퀀스(s_i(k))에 P 행렬의 특정 행(row)의 1번째 행렬 요소(즉, c₁(k))가 곱해지고, 2번째 HE-LTF 심볼에서 전송되는 스크램블된 HE-LTF 시퀀스(s_i(k))에 P 행렬의 특정 행(row)의 2번째 행렬 요소(즉, c₂(k))가 곱해지며, 3번째 HE-LTF 심볼에서 전송되는 스크램블된 HE-LTF 시퀀스(s_i(k))에 P 행렬의 특정 행(row)의 3번째 행렬 요소(즉, c₃(k))가 곱해지고, 4번째 HE-LTF 심볼에서 전송되는 스크램블된 HE-LTF 시퀀스(s_i(k))에 P 행렬의 특정 행(row)의 4번째 행렬 요소(즉, c₄(k))가 곱해진다.

[0329] 도 17을 참조하면, P 행렬의 3번째 행(row)의 1번째 행렬 요소(즉, 1)는 1번째 HE-LTF 심볼에 매핑되는 스크램블된 HE-LTF 시퀀스에 곱해지고, P 행렬의 3번째 행(row)의 2번째 행렬 요소(즉, 1)는 2번째 HE-LTF 심볼에 매핑되는 스크램블된 HE-LTF 시퀀스에 곱해지고, P 행렬의 3번째 행(row)의 3번째 행렬 요소(즉, 1)는 3번째 HE-LTF 심볼에 매핑되는 스크램블된 HE-LTF 시퀀스에 곱해지고, P 행렬의 3번째 행(row)의 4번째 행렬 요소(즉, -1)는 4번째 HE-LTF 심볼에 매핑되는 스크램블된 HE-LTF 시퀀스에 곱해진다.

[0330] 앞서 도 16의 예시와 같이 각 스트림 별로 P 행렬의 서로 다른 행(row)을 HE-LTF 시퀀스의 서브-시퀀스 단위로 곱함으로써 각 스트림 별 주파수 영역(frequency domain)에서 직교성(orthogonality)을 유지할 수 있다.

[0331] 또한, 위와 같이 스크램블된 HE-LTF 시퀀스가 전송되는 HE-LTF 심볼은 UL MU 전송에 할당된 스트림 수에 의해 결정되는데, 도 17의 예시와 같이 각 스트림 별로 P 행렬의 서로 다른 행(row)을 각 HE-LTF 심볼에 매핑되는 스크램블된 HE-LTF 시퀀스에 곱함으로써 각 스트림 별로 시간 영역(time domain)에서 직교성(orthogonality)을 유지할 수 있다.

[0332] 1-C) CFO 및 채널 추정

[0333] 이하, 수신단(즉, UL MU MIMO 및/또는 및 UL OFDMA 전송의 경우 AP)에서 수신한 HE-LTF를 이용하여 CFO 및 채널을 추정하는 방법을 살펴본다.

[0334] 총 K개의 스트림(즉, 스트림 인덱스 k(1≤k≤K))에 대한 P 행렬 코드를 나타내면 아래 수학적 식 5와 같다.

수학적 식 5

[0335]
$$c(1)=[1 \ 1 \ -1 \ 1], \dots, c(k)=[-1 \ 1 \ 1 \ 1]$$

[0336] 수학적 식 5에서는 상술한 바와 같이 P₄×4 행렬인 경우를 가정하였으므로, 각 P 행렬 코드가 1×4 행렬이나, P 행렬이 K×K 행렬인 경우 각 스트림에 대한 P 행렬 코드는 1×K 행렬로 구성될 수도 있다.

[0337] 앞서 도 17의 예시와 같이 HE-LTF가 전송되는 경우, 수신단에서 N_f 개(예를 들어, 4 등)의 서브캐리어 및 N_p 개 심볼(즉, HE-LTF 심볼)에서 스트림 1에서 수신한 신호(Y(1))는 아래 수학적 식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 6

$$Y(1) = \begin{bmatrix} s_1(1)c_1(1)h_1(1)e^{j\theta(1)} & s_1(1)c_2(1)h_1(1)e^{j2\theta(1)} & \dots & s_1(1)c_{N_p}(1)h_1(1)e^{jN_p\theta(1)} \\ s_2(1)c_1(1)h_2(1)e^{j\theta(1)} & s_2(1)c_2(1)h_2(1)e^{j2\theta(1)} & \dots & s_2(1)c_{N_p}(1)h_2(1)e^{jN_p\theta(1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{N_f}(1)c_1(1)h_{N_f}(1)e^{j\theta(1)} & s_{N_f}(1)c_2(1)h_{N_f}(1)e^{j2\theta(1)} & \dots & s_{N_f}(1)c_{N_p}(1)h_{N_f}(1)e^{jN_p\theta(1)} \end{bmatrix}$$

=diag(h(1)) s(1)c(1) diag([e^{jθ(1)} ... e^{jN_pθ(1)}])

[0338]

- [0339] 수학식 6에서 $h_i(k)$ (즉, $h_1(k), h_2(k), h_3(k), \dots$)은 송신단에서 수신단으로 거치는 채널을 나타낸다.
- [0340] 그리고, $j\theta(k)$ (즉, $\theta(k), 2\theta(k), 3\theta(k), \dots$)은 각 HE-LTF 심볼에서 수신한 신호의 위상을 나타낸다. 여기서, $j\theta(k)$ 는 수학식 6에서 복소수를 표현하는 j 를 제외하고 표현한 것으로, 여기서 j 는 심볼 인덱스를 나타낸다. 즉, 시간 영역에서 2번째 HE-LTF 심볼에서는 1번째 HE-LTF 심볼에서의 CFO가 2배로 증가되고, 3번째 HE-LTF 심볼에서는 1번째 HE-LTF 심볼에서의 CFO가 3배로 증가된다.
- [0341] 즉, 송신단에서 전송한 신호는 채널을 거쳐 수신단으로 전송되며, 심볼 별로 위상 차가 발생되므로, 스트림 1에서 수신한 신호 $Y(1)$ 은 채널 $h(1)$, 스크램블된 HE-LTF 시퀀스 $S(1)$, P 행렬 코드 $C(1)$, 위상 $[e^{j\theta(1)}, e^{j2\theta(1)}, \dots, e^{jN_p\theta(1)}]$ 의 곱으로 표현될 수 있다.
- [0342] 여기서, 채널 대각 행렬($\text{diag}(h(1))$)은 $N_f \times N_f$ 행렬, $s(1)$ 은 $N_f \times 1$ 행렬, $c(1)$ 은 $1 \times N_p$ 행렬, 위상 대각 행렬($[e^{j\theta(1)}, e^{j2\theta(1)}, \dots, e^{jN_p\theta(1)}]$)은 $N_p \times N_p$ 행렬로 표현될 수 있다. 따라서, 수신단에서 스트림 1에서 수신한 신호($Y(1)$)는 $N_f \times N_p$ 행렬로 표현될 수 있다. 즉, 수학식 6에서 행(row)방향은 시간 축을 의미하고, 열(column) 방향은 주파수 축을 나타낸다.
- [0343] 총 K 개의 스트림에서 수신한 신호를 결합(super imposed)하면 아래 수학식 7과 같다.

수학식 7

[0344]
$$Y = \sum_k \text{diag}(h(k))s(k)c(k)\text{diag}([e^{j\theta(k)} \dots e^{jN_p\theta(k)}])$$

- [0345] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 CFO 추정 방법을 예시하는 도면이다.
- [0346] 도 18을 참조하면, 앞서 도 16의 설명과 같이 연속된 N_f 개의 서브캐리어 단위로 HE-LTF 시퀀스에 서로 다른 P 행렬 코드가 곱해져 스크램블되므로, N_f 개의 서브캐리어 단위로 각 스트림의 HE-LTF 시퀀스는 상호간에 직교 시퀀스(orthogonal sequence)로 구성된다.
- [0347] 모든 N_f 개(예를 들어, 4 등)의 연속적인 서브캐리어에서의 채널은 대략적으로 동일(roughly unchanged)(즉, 상관된(correlated))할 수 있다. 따라서, 수신단에서는 위와 같이 모든 N_f 개(예를 들어, 4 등)의 연속적인 서브캐리어에서의 채널 상관(channel correlation)이 높다는 가정하에 HE-LTF가 전송되는 각 HE-LTF 심볼에서 채널을 추정할 수 있다.
- [0348] 반면, CFO로 인하여 시간 영역에서는 채널이 다양하게 변화할 수 있다. 따라서, 수신단에서는 HE-LTF 심볼에서 전송된 신호(즉, HE-LTF 시퀀스)의 위상 차이를 체크하여 CFO를 추정한다.
- [0349] 이에 대하여 보다 구체적으로 살펴보면, 먼저 수신단에서는 각 스트림 별로 HE-LTF 심볼 t 에서 N_f 개의 연속적인 서브캐리어를 통해 수신한 신호에서 스크램블된 HE-LTF 시퀀스 및 P 행렬 코드를 제거한다.
- [0350] 스트림 1에 대하여 살펴보면, 수신단에서는 아래 수학식 8과 같이 HE-LTF 심볼 t 에서 N_f 개의 연속적인 서브캐리어를 통해 수신한 스트림 1의 신호 $Y(1)$ 에서 HE-LTF 시퀀스 및 P 행렬 코드를 제거한다.

수학식 8

[0351]
$$c_t^*(1) s^H(1) Y_{:,t}$$

$$= e^{jt\theta(1)} \sum_{f=1}^{N_f} h_f(1) + c_t^*(1) s^H(1) \sum_{k \neq 1} c_t(k) e^{-jt\theta(k)} \text{diag}(h(k)) s(k)$$
 where $t = 1, \dots, N_p$

- [0352] 수학식 8에서 $c_t^*(k)$ 는 스트림 k 에 대한 P 행렬 코드의 쥘레 전치 행렬(conjugate transpose matrix)(k 는 스트림 인덱스)를 나타내고, $s^H(k)$ 는 스트림 k 에 대한 스크램블된 HE-LTF 시퀀스의 전치 행렬(transpose matrix)(k 는 스트림 인덱스)을 나타낸다.

- [0353] 수학식 8에서 N_f 서브캐리어에 걸쳐, 채널이 높은 상관성을 가진다고 가정하면, 아래 수학식 9와 같이 계산된

다.

수학식 9

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{c}_t^*(1) \mathbf{s}^H(1) Y \\
 & \approx N_f e^{jt\theta(1)} \tilde{\mathbf{h}}(1) + \mathbf{c}_t^*(1) \sum_{k \neq 1} \mathbf{c}_t(k) e^{jt\theta(k)} \tilde{\mathbf{h}}(k) \underbrace{\mathbf{s}^H(1) \mathbf{s}(k)}_{=0} \\
 & = N_f e^{jt\theta(1)} \tilde{\mathbf{h}}(1) \\
 & \text{where } \tilde{\mathbf{h}}(k) = \sum_{f=1}^{N_f} \mathbf{h}_f(k)
 \end{aligned}$$

[0354]

[0355] 수학식 9에서 각 스트림 별로 스크램블된 HE-LTF 시퀀스는 N_f 개의 서브캐리어 단위로 직교(orthogonal)하므로 $\mathbf{s}^H(1) \times \mathbf{s}(k) (k \neq 1)$ 의 결과는 '0'으로, 스트림 1 이외의 다른 모든 스트림에서의 신호 성분이 제거된다.

[0356] 위의 방법을 각 스트림에서 수신한 신호에 대하여 동일하게 수행하면, 특정 HE-LTF 심볼에서 해당 스트림 이외의 다른 모든 스트림에서 전송되는 신호 성분을 제거할 수 있다.

[0357] 그리고, 수신단은 각 HE-LTF 심볼 별로 아래 수학식 10과 같이 특정 HE-LTF 심볼에서 위상 회전(phase rotation)을 도출할 수 있다.

수학식 10

$$\varphi_t(k) = \text{phase}(e^{jt\theta(k)} \tilde{\mathbf{h}}(k))$$

[0358]

[0359] 그리고, CFO는 위의 수학식 10에서 도출된 값을 기반으로 아래 수학식 11과 같이 HE-LTF 심볼들 간의 위상 차이(phase difference)로부터 추정될 수 있다.

수학식 11

$$\hat{\theta}(k) = \frac{E\{\varphi_{N_p}(k) - \varphi_1(k)\}}{N_p - 1}$$

[0360]

[0361] 수학식 11에서 도출된 HE-LTF 심볼들 간의 위상 차이(phase difference)를 기반으로 아래 수학식 12와 같이 CFO 정정항(correction term)이 도출된다.

수학식 12

$$\frac{1}{N_p} \sum_{t=1}^{N_p} e^{jt\hat{\theta}(k)}$$

[0362]

[0363] 즉, 수신단에서는 수학식 12와 같이 각 스트림 별로 CFO 추정 값을 도출한다.

[0364] 또한, 수학식 12에서 도출된 값을 앞서 수학식 9에 적용하면, 수신단은 각 스트림에 대하여 각 HE-LTF 심볼 별로 채널을 추정(즉, 채널 추정 값 $\tilde{\mathbf{h}}(k)$ 도출)할 수 있다.

[0365] 2. 기존 P 행렬을 재사용하면서 모든 뉴머롤로지(numerology)(즉, 사용 가능 톤 수)를 커버(cover)하기 위한 방식

- [0366] 앞서 1-A) 방식의 문제점은 기존 P 행렬을 활용하는 경우, N_f 값이 2, 4, 6 또는 8이어야 한다는 점이다.
- [0367] 다만, 위의 값만으로 추가적인 방식에 관한 고려 없이 802.11ax에서 고려중인 대역폭마다 혹은 OFDMA 뉴머뮬로지마다 서로 다른 사용 가능한 톤 수를 모두 커버할 수가 없다. 예를 들어, 40MHz에서 예상되는 사용 가능한 톤 수는 484개인데 기존 P 행렬을 재사용하는 경우 N_f 가 2 또는 4인 경우에만 가능하며 6이나 8인 경우는 나누어 떨어지지 않는다. 따라서 P 행렬이 적용되지 못하는 나머지 톤에는 어떤 방식을 적용할지에 대한 새로운 기술적 접근이 필요하다.
- [0368] N_f 가 2 또는 4라는 의미는, MU 전송을 위해 지원 가능한 사용자 수(혹은 스트림 수)가 최대 2 또는 4만 가능하다는 의미이며 11ax에서 고려될 수 있는 8 이상의 사용자(혹은 스트림)를 지원하기 위해서는 길이가 8을 초과하는(예를 들어, 11 등)인 새로운 P 행렬의 정의가 필요하다.
- [0369] 하지만, 새로운 P 행렬의 정의는 오버헤드(overhead)로 작용할 수 있고, 예를 들어 길이가 11뿐만이 아닌 11ax에서 고려할 수 있는 모든 뉴머뮬로지를 커버하기 위해 다양한 길이의 P 행렬을 정의해야 하므로 1번 방식은 큰 장점을 갖지를 못한다. 따라서 새로운 P 행렬의 정의 없이 기존의 P 행렬을 이용해 모든 뉴머뮬로지를 커버할 수 있는 방식을 아래와 같이 제안한다.
- [0370] 2-A) 나머지 톤을 제외 후 1-A)번 방식 적용
- [0371] 사용 가능한 톤(또는 서브캐리어)/ N_f 의 나머지를 r 이라고 하면, 수신단에서는 r 개의 톤은 제외하고 앞서 설명한 1-A)번 방식을 적용하여 HE-LTF 시퀀스를 생성할 수 있다. 그리고, 선택적으로 1-B)번 방식을 적용할 수 있으며, 1-C)번 방식을 이용하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행할 수 있다. 여기서, 사용 가능한 톤은 해당 사용자에게 할당된 주파수 영역에서 HE-LTF 시퀀스가 매핑될 수 있는 서브캐리어를 의미한다.
- [0372] 그리고, 여기서 제외된 톤의 채널 계수(channel coefficient)는 주변 톤의 채널 상태를 이용하여 계산(예를 들어, 보간법(interpolation), 보외법(extrapolation) 등 이용)할 수 있다.
- [0373] 이때, 제외할 톤의 위치는 어느 위치에 위치하여도 상관 없다. 다만, 해당 사용자에게 할당된 주파수 영역에서 가장자리에 위치하는 것에 비하여 1-A)번 방식이 적용되는 톤들 사이에 위치하는 것이 제외된 톤의 채널 추정 시 주변 톤의 채널의 활용도를 높일 수 있어 제외된 톤의 채널 추정에 좀 더 신뢰있는(reliable) 결과를 얻을 수 있다.
- [0374] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 시퀀스 생성 방법을 예시하는 도면이다.
- [0375] 도 19에서는 N_f 가 4이고, UL MU 전송에 참여하는 사용자가 2명이며, 사용 가능한 톤(또는 서브캐리어)가 26일 때를 가정한다. 또한, $P_{4 \times 4}$ 가 적용되지 않는 톤이 주파수 영역에서 제일 마지막에 위치하는 경우를 가정한다.
- [0376] 도 19를 참조하면, 앞서 도 16과 같이 각 스트림 별로 HE-LTF 시퀀스에 N_f 개(예를 들어, 4 등)의 서브-시퀀스(sub-sequence) 단위로 P 행렬의 서로 다른 행(row)의 행렬 요소(matrix element)를 곱한다.
- [0377] 그리고, 남은 톤이 P 행렬의 길이(즉, P 행렬의 행(column) 크기)(도 19의 경우, '4') 보다 작은 경우, 남은 HE-LTF 시퀀스(1901)(즉, L_{25} , L_{26})들에는 P 행렬을 곱하지 않는다.
- [0378] 그리고, 각 사용자는 위와 같이 생성된 HE-LTF 시퀀스를 HE-LTF 심볼의 서브캐리어에 매핑한다. 그리고, UL MU 전송 스트림 수에 따라 결정된 개수의 HE-LTF 심볼에서(도 19의 경우 4개의 심볼) HE-LTF 시퀀스를 전송한다.
- [0379] 여기서, 선택적으로 앞서 1-B) 방식과 같이 시간 영역에서의 직교성(orthogonality)를 유지하기 위하여 추가적으로 각 스트림 별로 P 행렬의 서로 다른 행(row)이 각 HE-LTF 심볼의 데이터 톤에 곱해질 수 있다.
- [0380] 수신단에서는 P 행렬 코드가 곱해진 HE-LTF 시퀀스가 매핑된 톤(도 19에서 L_1 내지 L_{24})에서는 앞서 설명한 1-C)번 방식을 적용하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행할 수 있다.
- [0381] 다만, P 행렬 코드가 곱해지지 않은 HE-LTF 시퀀스가 매핑된 톤(1901)(즉, L_{25} , L_{26})에서의 채널 추정은 P 행렬 코드가 곱해진 HE-LTF 시퀀스가 매핑된 톤의 채널 상태를 이용하여 계산할 수 있다.
- [0382] 일례로, 아래 수학적 식 13과 같이 선형 연산(linear operation)을 적용하여 계산할 수 있다.

수학식 13

$$h = \sum_i w_i h_i$$

[0383]

[0384] 수학식 13에서 h는 구하고자 하는 채널 상태(즉, P 행렬 코드가 곱해지지 않은 톤에서의 채널 추정 값)를 나타낸다. i는 톤 인덱스(즉, i는 P 행렬 코드가 곱해진 HE-LTF 시퀀스가 매핑된 톤의 인덱스)를 나타낸다. w_i 및 h_i는 각각 i번째 톤에서의 가중치(weigh) 값과 채널 상태(즉, 채널 추정 값)를 나타낸다.

[0385] 여기서, 가중치는 인접한 톤일수록 상관(correlation)이 크기 때문에 더 큰 값으로 설정해 줄 수 있다.

[0386] 또 다른 예로 아래의 경우에 대해서도 이 방식을 동일하게 적용할 수 있다. 아래에서 각 톤 수는 11ax에서 고려되고 있는 OFDMA 방식에서 사용되어 질 수 있는 톤 수를 예시한다. 또한 아래 예시는 11ax에서 고려되는 기존 11ac 대비 길이가 두 배 혹은 네 배 긴 2x, 4x HE-LTF 중 4x HE-LTF를 사용하는 경우이며, 2x HE-LTF 사용 시에는 달라질 수 있다.

[0387] - 52 톤의 경우 길이가 6, 8인 P 행렬 적용 시

[0388] - 106 톤의 경우 길이가 4, 6, 8인 P 행렬 적용 시

[0389] - 107 톤의 경우 길이가 2, 4, 6, 8인 P 행렬 적용 시

[0390] - 108 톤의 경우 길이가 8인 P 행렬 적용 시

[0391] - 242 톤의 경우 길이가 4, 6, 8인 P 행렬 적용 시

[0392] - 484 톤의 경우 길이가 6, 8인 P 행렬 적용 시

[0393] - 994 톤의 경우 길이가 4, 6, 8인 P 행렬 적용 시

[0394] - 996 톤의 경우 길이가 8인 P 행렬 적용 시

[0395] 2-B) 나머지 tone에 다른 길이의 P matrix 사용 후 1-A)번 방식 적용

[0396] 사용 가능한 톤(또는 서브캐리어)/N_f의 나머지를 r이라고 하면, 수신단에서는 r개의 톤 이외의 톤에서는 1-A)번 방식을 적용하여 HE-LTF 시퀀스를 생성할 수 있다. 그리고, r개의 톤에서는 r만큼의 사이즈에 맞는 P 행렬을 사용하여 1-A)번 방식을 적용하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행한다.

[0397] 그리고, 선택적으로 1-B)번 방식을 적용할 수 있으며, 1-C)번 방식을 이용하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행할 수 있다.

[0398] 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 생성 방법을 예시하는 도면이다.

[0399] 도 20에서는 N_f가 4이고, UL MU 전송에 참여하는 사용자가 2명이며, 사용 가능한 톤(또는 서브캐리어)이 26일 때를 가정한다. 또한, P_4×4가 적용되지 않는 톤이 주파수 영역에서 제일 마지막에 위치하는 경우를 가정한다.

[0400] 도 20을 참조하면, 앞서 도 16과 같이 각 스트림 별로 HE-LTF 시퀀스에 N_f 개(예를 들어, 4 등)의 서브-시퀀스(sub-sequence) 단위로 P 행렬의 서로 다른 행(row)의 행렬 요소(matrix element)를 곱한다.

[0401] 그리고, 남은 톤이 P 행렬의 길이(즉, P 행렬의 행(column) 크기)(도 20의 경우, '4') 보다 작은 경우, 남은 HE-LTF 시퀀스 요소(2001)(즉, L_25, L_26)에는 남은 톤 수와 동일한 길이의 P 행렬을 곱한다. 즉, 도 20의 경우 2개의 톤이 남았으므로, P_2×2의 행(row)을 곱하여 HE-LTF 시퀀스를 생성한다.

[0402] 이때, 나머지 톤(즉, r개의 톤)은 적용되는 P 행렬의 길이만큼 항상 붙어 위치하여야 한다(P 행렬의 길이만큼 붙어있다면 어느 위치여도 무방함). 그리고, UL MU 전송에 참여하는 사용자 수는 HE-LTF 시퀀스 생성을 위해 적용되는 P 행렬의 가장 작은 길이 이하(앞서 도 20의 예시에서 2 이하)만큼 지원될 수 있다.

[0403] 그리고, 각 사용자는 위와 같이 생성된 HE-LTF 시퀀스를 HE-LTF 심볼의 서브캐리어에 매핑한다. 여기서, UL MU 전송 스트림 수에 따라 결정된 개수의 HE-LTF 심볼에서(도 20의 경우 2개의 심볼) HE-LTF 시퀀스를 전송한다.

[0404] 여기서, 선택적으로 앞서 1-B) 방식과 같이 시간 영역에서의 직교성(orthogonality)를 유지하기 위하여 추가적

으로 각 스트림 별로 P 행렬의 서로 다른 행(row)이 각 HE-LTF 심볼의 데이터 톤에 곱해질 수 있다.

- [0405] 수신단에서는 HE-LTF 시퀀스에 곱해진 P 행렬의 길이에 따라 앞서 설명한 1-C)번 방식을 적용하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행할 수 있다. 즉, L₁ 내지 L₂₄에 대해서는 P₄×4가 적용되었으므로, 4개의 톤 단위로 채널 상관(correlation)이 높다고 가정하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행하고, L₂₅ 및 L₂₆에 대해서는 P₂×2가 적용되었으므로, 2개의 톤 단위로 채널 상관(correlation)이 높다고 가정하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행할 수 있다.
- [0406] 일례로 아래의 경우에 대해서 이 방식을 적용할 수 있다. 아래에서 각 톤 수는 11ax에서 고려되고 있는 OFDMA 방식에서 사용되어 질 수 있는 톤 수를 예시한다. 아래의 경우 역시 11ax에서 고려되는 기존 11ac 대비 길이가 두 배 혹은 네 배 긴 2x, 4x HE-LTF 중 4x HE-LTF를 가정한 상황이다.
- [0407] - 26 톤의 경우, 길이가 4, 6, 8인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 2이하여야 한다.
- [0408] - 52 톤의 경우, 길이가 6, 8인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2 또는 4인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 각각의 경우 2 또는 4 이하여야 한다.
- [0409] - 106 톤의 경우, 길이가 4, 8인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 2 이하여야 한다.
- [0410] - 106 톤의 경우, 길이가 6인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2 또는 4인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 각각의 경우 2 또는 4 이하여야 한다.
- [0411] - 108 톤의 경우, 길이가 8인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2 또는 4인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 각각의 경우 2 또는 4 이하여야 한다.
- [0412] - 242 톤의 경우, 길이가 4, 6, 8인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 2 이하여야 한다.
- [0413] - 484 톤의 경우, 길이가 6, 8인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2 또는 4인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 각각의 경우 2 또는 4 이하여야 한다.
- [0414] - 994 톤의 경우, 길이가 4, 8인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 2 이하여야 한다.
- [0415] - 994 톤의 경우, 길이가 6인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2 또는 4인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 각각의 경우 2 또는 4 이하여야 한다.
- [0416] - 996 톤의 경우, 길이가 8인 P 행렬 적용 시 나머지 톤에 길이가 2 또는 4인 P 행렬을 적용할 수 있다. 단, 이때 사용자 수는 각각의 경우 2 또는 4 이하여야 한다.
- [0417] 다만, 이때 남은 r개의 톤에 적용되는 P 행렬의 길이에 따라 UL MU 전송에 대해 지원되는 사용자 수가 제한될 수 밖에 없으므로, 위와 상이하게 사용 가능한 톤(또는 서브캐리어)/N_f의 나머지가 '0'인 P 행렬을 모든 톤에 대하여 이용할 수도 있다. 예를 들어, 26 톤의 경우 모든 톤에 대하여 HE-LTF 시퀀스에 길이가 2인 P 행렬을 적용할 수 있다. 다른 톤의 경우에도 이러한 방식이 적용될 수 있다.
- [0418] 2-C) 다양한 길이의 P matrix 사용 후 1번 방식 적용
- [0419] 단일 길이가 아닌 2, 4, 6 또는 8 길이의 P 행렬을 조합하여 사용하고 1-A)번 방식을 적용하여 적용하여 HE-LTF 시퀀스를 생성할 수 있다. 그리고, 선택적으로 1-B)번 방식을 적용할 수 있으며, 1-C)번 방식을 이용하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행할 수 있다.
- [0420] 이 경우, HE-LTF에 적용되는(즉, HE-LTF 시퀀스에 곱해지는) P 행렬의 최소 길이보다 UL MU 전송에 참여하는 사용자 수가 적어야 한다. 반대로 말하면, UL MU 전송에 참여하는 사용자 수 이상의 길이를 가지는 P 행렬들만을 적용할 수 있다.
- [0421] 예를 들어, 2개의 사용자가 UL MU 전송을 수행하는 상황에서 26 톤을 이용하는 경우(즉, 26 톤에서 2 사용자가 UL MU MIMO 전송하거나 또는 각각 26 톤으로 UL OFDMA 전송하는 경우), 길이가 8인 P 행렬을 1번, 길이가 6인 P 행렬을 1번, 길이가 4인 P 행렬을 2번, 길이가 2인 P 행렬을 2번 사용할 수 있다.

- [0422] 이 외에도 사용 가능한 톤 수에 따라 다양한 조합이 가능하다. 또한, 각각의 P 행렬이 HE-LTF에 곱해지는 위치는 어디인지 무관하다. 즉, 조합된 다양한 길이의 P 행렬이 어떠한 순서로 HE-LTF 시퀀스에 곱해지는지 무관하다.
- [0423] 그리고, 각 사용자는 위와 같이 생성된 HE-LTF 시퀀스를 HE-LTF 심볼의 서브캐리어에 매핑한다. 그리고, UL MU 전송 스트림 수에 따라 결정된 HE-LTF 심볼의 개수에서 HE-LTF 시퀀스를 전송한다.
- [0424] 여기서, 선택적으로 앞서 1-B) 방식과 같이 시간 영역에서의 직교성(orthogonality)을 유지하기 위하여 추가적으로 각 스트림 별로 P 행렬의 서로 다른 행(row)이 각 HE-LTF 심볼의 데이터 톤에 곱해진다.
- [0425] 수신단에서는 HE-LTF 시퀀스에 곱해진 P 행렬의 길이에 따라 앞서 설명한 1-C)번 방식을 적용하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행할 수 있다.
- [0426] 또한, 본 방식이 적용될 수 있는 톤 수에는 제한이 없다. 예를 들어, UL MU 전송에 사용되는 톤 수가 52, 106, 107, 108, 242, 484, 994 또는 996 톤인 경우에도 모두 동일하게 적용될 수 있다.
- [0427] 또한, 2-C) 방식은 앞서 설명한 2-A) 방식과 조합되어 이용될 수 있다. 즉, 단일 길이가 아닌 2, 4, 6 또는 8 길이의 P 행렬을 조합하여 적용할 때 나머지 톤이 존재하는 경우, 2-A) 방식과 같이 나머지 톤에는 P 행렬이 적용되지 않고 전송될 수 있다.
- [0428] 2-D) P 행렬의 순환 직교성(cyclic orthogonality) 이용
- [0429] 또한, 본 발명의 일 실시예로서 P 행렬의 순환 직교성(cyclic orthogonality)을 이용해 P 행렬의 적용이 제외되는 톤 없이 모든 톤을 완전히 활용(fully exploit)함으로써, 보다 더 정확하게 채널 추정(channel estimation) 및 CFO 측정(measure)을 수행하는 방식을 제안한다.
- [0430] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 생성 방법을 예시하는 도면이다.
- [0431] 도 21에서는 N_f 가 4이고, UL MU 전송에 참여하는 사용자가 2명이며, 사용 가능한 톤(또는 서브캐리어)가 26인 경우를 가정한다.
- [0432] 도 21을 참조하면, 앞서 도 16과 같이 각 스트림 별로 HE-LTF 시퀀스에 N_f 개(예를 들어, 4 등)의 서브-시퀀스(sub-sequence) 단위로 P 행렬의 서로 다른 행(row)의 행렬 요소(matrix element)를 곱한다.
- [0433] 그리고, 마지막 남은 톤이 P 행렬의 길이(즉, P 행렬의 행(column) 크기)(도 21의 경우, '4') 보다 작은 경우, 마지막 남은 2개의 톤에 대해서는 순환적으로 P 행렬 값을 할당한다. 즉, 도 21에서, 마지막 남은 HE-LTF 시퀀스 요소(2101)(즉, L_{25} , L_{26})에는 P 행렬의 행(row)의 앞에서부터 순서대로 행렬 요소(matrix element)(즉, L_{21} , L_{22} 에 곱해진 P 행렬의 값)를 곱한다.
- [0434] 그리고, 각 사용자는 위와 같이 생성된 HE-LTF 시퀀스를 HE-LTF 심볼의 서브캐리어에 매핑한다. 그리고, UL MU 전송 스트림 수에 따라 결정된 개수의 HE-LTF 심볼에서(도 21의 경우 4개의 심볼) HE-LTF 시퀀스를 전송한다.
- [0435] 여기서, 선택적으로 앞서 1-B) 방식과 같이 시간 영역에서의 직교성(orthogonality)을 유지하기 위하여 추가적으로 각 스트림 별로 P 행렬의 서로 다른 행(row)이 각 HE-LTF 심볼의 데이터 톤에 곱해질 수 있다.
- [0436] 수신단에서는 P 행렬이 적용된 톤 블록(tone block) 단위로 앞서 설명한 1-C)번 방식을 동일하게 적용하여 CFO 측정 및 채널 추정을 수행할 수 있다. 즉, (L_1 , L_2 , L_3 , L_4), (L_5 , L_6 , L_7 , L_8), ..., (L_{21} , L_{22} , L_{23} , L_{24}) 및 (L_{23} , L_{24} , L_{25} , L_{26})과 같은 톤 블록(tone block) 별로 채널 및 CFO 추정 값을 계산할 수 있다.
- [0437] 위와 같이 P 행렬을 순환(cyclic)하여 적용함으로써, 사용자 1과 사용자 2의 23번째 톤(즉, L_{23})부터 26번째 톤(즉, L_{26})에도 각 사용자 별로 직교성(orthogonality)이 유지되기 때문에 1-C)번 방식의 수식을 적용하여 채널과 CFO의 측정이 가능하다.
- [0438] 이때, P 행렬을 순환(cyclic)하여 적용하는 남은 톤의 위치는 사용 가능한 톤에서 어느 위치에 위치하여도 무관하다.
- [0439] 도 21의 예시와 같이 제일 마지막의 톤 위치에 P 행렬을 순환(cyclic)하여 적용할 수도 있으나, 제일 앞 부분에 P 행렬을 순환(cyclic)하여 적용할 수도 있다. 즉, 제일 앞에 HE-LTF 시퀀스 요소에는 P 행렬의 행(row)의 뒤에서부터 순서대로 행렬 요소(matrix element)를 곱할 수 있다. 예를 들어, L_3 , L_4 , L_5 , L_6 에 P 행렬의 행

(row)을 곱하는 경우, L_1, L_2에는 L_5, L_6에 곱해진 P 행렬의 값을 곱해주면, 1번째 톤(즉, L_1)부터 4번째 톤(즉, L_4)에도 사용자 별로 직교성(orthogonality)이 유지된다.

[0440] 또한, 앞과 뒤에 동시에 남은 톤이 존재하게 P 행렬을 곱하여 HE-LTF 시퀀스를 구성할 수도 있다. 예를 들어, (L_2, L_3, L_4, L_5)부터 (L_22, L_23, L_24, L_25)에 P_4×4 행렬의 행(row)을 곱할 수 있다. 즉, 마지막 남은 HE-LTF 시퀀스 요소에는 P 행렬의 행(row)의 앞에서부터 순서대로 행렬 요소(matrix element)를 곱하고, 제일 앞에 HE-LTF 시퀀스 요소에는 P 행렬의 행(row)의 뒤에서부터 순서대로 행렬 요소(matrix element)를 곱할 수 있다. 즉, 위의 예에서 남은 L_26에는 L_22에 곱해진 P 행렬의 값을 곱하고, 남은 L_1에는 L_5에 곱해진 P 행렬의 값을 곱할 수 있다. 이 경우에도 P 행렬의 순환적 직교성(cyclic orthogonality)을 이용하여 사용자 별로 직교성(orthogonality)을 유지할 수 있다.

[0441] 본 방식이 적용될 수 있는 톤 수에는 제한이 없다. 예를 들어, UL MU 전송에 사용되는 톤 수가 52, 106, 107, 108, 242, 484, 994 또는 996 톤 등에도 모두 동일하게 적용될 수 있다.

[0442] 또한, 위의 2-D) 방식은 앞서 2-C) 방식과 조합하여 이용될 수 있다. 예를 들어, 앞서 2-C) 방식과 같이 다양한 길이의 P 행렬을 조합하여 사용하는 경우에도, 2-D) 방식을 이용하여 남은 톤에 P 행렬을 순환(cyclic)하여 적용할 수 있다.

[0443] 또한, CFO 및 채널 추정을 위한 계산 시 도 21과 같이 서브캐리어를 P 행렬이 적용된 톤 블록(tone block) 별로(즉, L_1~L_4, L_5~L_8, L_9~L_12, ...로 나누어 계산하지 않을 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 설명한다.

[0444] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 CFO 및 채널 추정 방법을 예시하는 도면이다.

[0445] 도 22에서는 N_f가 4이고, , UL MU 전송에 참여하는 사용자가 2명이며, 사용 가능한 톤(또는 서브캐리어)가 26인 경우를 가정한다.

[0446] 도 22를 참조하면, P 행렬의 순환적 직교성(cyclic orthogonality)을 이용하여 L_1~L_4, L_2~L_5, L_3~L_6, ...와 같은 톤 블록(tone block) 별로 나누어 CFO 및 채널을 계산할 수 있다. 이러한 톤 블록을 이용하게 되면 CFO 및 채널 추정을 위한 샘플의 개수가 늘어나기 때문에 CFO 및 채널 추정의 정확성을 높일 수 있는 장점이 있다.

[0447] 또한, 도 22에서는 1개의 톤 간격으로 각각의 톤 블록(tone block)을 구분하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 위와 상이하게 2개 혹은 3개 등의 톤 간격을 가지고 톤 블록(tone block)을 설정할 수도 있다.

[0448] 이러한 방식은 같은 길이 P 행렬이 연속적으로 적용되는 경우에 사용될 수 있으며, 본 방식이 적용될 수 있는 톤 수에는 제한이 없다. 예를 들어, UL MU 전송에 사용되는 톤 수가 52, 106, 107, 108, 242, 484, 994 또는 996 톤 등에도 동일한 방식으로 적용될 수 있다.

[0449] 추가로, 도 22의 예시에서 채널 추정 시 아래 수학적 식 14와 같이 각 톤 블록 별로 도출된 채널 계수(channel coefficient)에 가중치(weight)가 부가된 선형 연산(linear operation)을 통해 최종적인 톤 별 채널 계수(channel coefficient)를 구할 수 있다.

수학적 식 14

$$h = \sum_i w_i h_i$$

[0450]

[0451] 수학적 식 14에서 h는 구하고자 하는 채널 상태(즉, 채널 추정 값)를 나타낸다. i는 톤 블록(tone block) 인덱스를 나타낸다. w_i와 h_i는 i번째 톤 블록(tone block)의 가중치(weigh) 값과 채널 상태(즉, 채널 추정 값)를 나타낸다.

[0452] 여기서, 가중치는 인접한 톤일수록 상관(correlation)이 크기 때문에 더 큰 값으로 설정해 줄 수 있다.

[0453] 또한, 앞서 설명한 순환 직교성(cyclic orthogonality)을 이용하여 HE-LTF 시퀀스를 생성하는 경우, 길이가 8인 P 행렬(즉, P_8×8)을 사용하면 여러 관점에서 다양한 이득을 얻을 수 있기 때문에 P_8×8만을 적용하는 방식을

추가로 제안한다.

- [0454] $P_8 \times 8$ 을 사용하면 우선 8명의 사용자까지 커버할 수 있다. 또한, $P_8 \times 8$ 은 직교한 $P_4 \times 4$ 서브-행렬(sub-matrix)로 구성되므로(즉, $P_4 \times 4$ 의 하다마드(Hadamard)이므로) 4명 이하의 사용자일 때는 N_f 가 4인 경우로 동작이 가능하다. 또한, $P_8 \times 8$ 은 직교한 2×2 서브-행렬(sub-matrix)로 구성되므로 2명 이하의 사용자일 때는 N_f 가 2인 경우로 동작이 가능하다.
- [0455] 단, 사용자가 4명 이하인 경우는 직교성(orthogonality)를 위해 P 행렬의 4개의 행(row)(예를 들어, 1번째 행(row)부터 4번째 행(row) 또는 5번째 행(row)부터 8번째 행(row) 등)만이 적용되어야 한다.
- [0456] 또한, 마찬가지로 사용자가 2명 이하인 경우는 직교성(orthogonality)를 위해 P 행렬의 2개의 행(row)(예를 들어, 1번째 행(row) 및 2번째 행(row)(또는, 3번째 행(row) 및 4번째 행(row), 5번째 행(row) 및 6번째 행(row), 7번째 행(row) 및 8번째 행(row) 등)만이 적용되어야 한다.
- [0457] 즉, 모든 상황에서 (모든 대역폭, 모든 OFDMA의 자원 유닛에서) 길이가 8인 P 행렬을 고정하여 적용하고, UL MU 전송에 참여하는 사용자가 5명부터 8명까지인 경우에는 N_f 가 8인 모드로 동작하고, UL MU 전송에 참여하는 사용자가 4명 이하인 경우에는 N_f 가 4인 모드로, UL MU 전송에 참여하는 사용자가 3명 이하인 경우에는 N_f 가 3인 모드로 동작하는 방법을 제안한다.
- [0458] 3. N_f 는 최대한 줄이고 지원 가능한 사용자(supportable user) 수는 그대로 유지하는 방식
- [0459] 앞서 설명한 1-C) 방식에서는 인접한 N_f 개 톤의 채널 상태가 동일해야 수식적으로 CFO 측정이 가능하다. 따라서, 주파수 영역(frequency domain)에서 인접한 N_f 개 톤의 채널 상관(channel correlation)이 크지 않을 때는 1-C) 방식은 큰 효과를 보지 못할 수 있다.
- [0460] 다만, N_f 값만큼의 UL MU 전송의 사용자를 지원할 수 있는 방식이므로 N_f 값을 한없이 줄일 수도 없다. 본 발명에서는 N_f 를 줄여 채널 추정의 정확도를 높일뿐만 아니라 UL MU 전송에 지원 가능한 사용자 수는 그대로 유지할 수 있는 새로운 방식을 추가적으로 제안한다.
- [0461] 사용자를 여러 그룹으로 나누어 각 그룹 별로 사용자 그룹 특정한 LTF 톤(User group specific LTF tone)을 할당하고, 동일한 그룹 내 속한 사용자들 간에는 앞서 설명한 2번 방식을 적용하여 HE-LTF 시퀀스를 생성하고, CFO 측정 및 채널 추정을 수행한다.
- [0462] 여기서, 각 그룹의 수는 UL MU 전송을 위해 지원되는 총 사용자 수까지 가능하다. 즉, 각 그룹 당 1명의 사용자가 속하여도 무방하다.
- [0463] 또한, 그룹 내 사용자의 수(또는 스트림 수)는 N_f 값의 설정에 따라 달라질 수 있으며, 그룹 내 사용자의 수(또는 스트림 수)는 최대 N_f 까지 지원 가능하다.
- [0464] 또한, 본 방식에서는 전체 HE-LTF 심볼 중, N_f 개 HE-LTF 심볼 이후(또는 그룹 내 사용자의 수)에는 각 그룹 별로 할당되는 톤의 위치를 변경함으로써, 각 사용자가 HE-LTF 심볼 내에서 모든 톤을 커버할 수 있는 구조를 제안한다. 여기서, 전체 HE-LTF 심볼은 전체 그룹에 속한 사용자의 수(또는 전체 그룹에 할당된 스트림의 수)에 따라 결정될 수 있다.
- [0465] 이와 같이, 각 사용자가 모든 톤을 커버해야 하는 이유는 채널 추정을 위한 것이며, 전체 HE-LTF 심볼 중 그룹에 속한 사용자 수에 따른 HE-LTF 심볼 단위로 그룹 별로 할당되는 톤의 위치를 바꿔주는 이유는 CFO 측정을 위한 것이다.
- [0466] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 HE-LTF 시퀀스를 생성하는 방법을 예시하는 도면이다.
- [0467] 도 23에서는 사용자 그룹의 수는 2이고, 각각의 그룹에 속한 사용자의 수는 2이고, N_f 가 2이고, 사용 가능한 톤(또는 서브캐리어)가 26인 경우를 가정한다.
- [0468] 예를 들어, 도 23과 같이 총 4명의 사용자(사용자 1 내지 4)를 지원하는 경우, N_f 를 2로 설정하면 그룹 당 최대 사용자 2명까지 지원 가능하다. 일례로 도 23과 같이 2개의 그룹으로 나눌 때, 사용자 1과 사용자 2를 그룹 1로 셋팅하고, 사용자 3과 사용자 4는 그룹 2로 셋팅할 수 있다.
- [0469] 4명의 사용자가 1개의 스트림 씩 전송하는 경우라면, 총 4개의 HE-LTF 심볼이 존재한다.
- [0470] 그리고, 사용 가능한 톤이 26개인 경우, 1번째와 2번째 HE-LTF 심볼에서 앞의 13번째 톤까지(2301)는 그룹 1(사

용자 1 및 2)에게 나머지 톤(2302)은 그룹 2(사용자 3 및 4)에게 할당할 수 있다.

- [0471] 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 각 그룹 별로 다른 톤을 할당할 수도 있다. 예를 들어, 그룹 1에게는 L_1 내지 L_6 및 L_14 내지 L_20과 같이 13개의 톤을 할당하고, 그룹 2에게는 L_7 내지 L_13 및 L_21 내지 L_26과 같이 13개의 톤을 할당할 수 있다.
- [0472] 여기서, 각 사용자는 자신의 속한 그룹에 할당이 되지 않는 톤에는 LTF 값을 0으로 설정하고, 자신이 속한 그룹에 할당된 톤에는 0으로 설정된 톤에 사용될 파워까지 사용하여 전송할 수 있다.
- [0473] 그리고, 3번째와 4번째 HE-LTF 심볼에는 위와 반대로 할당한다. 즉, 앞의 13번째 톤까지(2304)는 그룹 2(사용자 3 및 4)에게 나머지 톤(2303)은 그룹 1(사용자 1 및 2)에게 할당할 수 있다.
- [0474] 그러면 각 사용자는 모든 톤을 커버할 수 있으며, 위의 2의 방식을 적용하여 모든 톤의 채널 추정이 가능하다. 또한, N_f를 1번 방식이나 2번 방식에 비해 작게 설정할 수 있기 때문에 채널 추정(channel estimation) 성능 향상도 도모할 수 있다.
- [0475] 그리고 위의 예에서 CFO 측정은 1번째와 2번째 HE-LTF symbol 간 그리고 3번째와 4번째 간의 HE-LTF symbol 간 위상(phase) 차이를 통해 획득할 수 있다.
- [0476] 이 방식은 채널 추정을 성능을 높일 수 있는 장점은 있지만 CFO 계산 시 사용되는 샘플의 개수가 그룹의 개수의 역수 배만큼 준다는 단점이 있다. 하지만 샘플 각각에는 앞서 설명한 1번 방식이나 2번 방식에 비해 톤 당 더 큰 파워를 사용하여 전송하므로 CFO 측정의 신뢰있는(reliable) 성능을 보장할 수 있다.
- [0477] 이 방식이 적용될 수 있는 톤 수에는 제한이 없다. 예를 들어, UL MU 전송에 사용되는 톤 수가 52, 106, 107, 108, 242, 484, 994 또는 996 톤 등에도 동일한 방식으로 적용될 수 있다.
- [0478] 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링크 다중 사용자 전송을 위한 방법을 예시하는 도면이다.
- [0479] 도 24를 참조하면, 무선 장치(AP 또는 non-AP STA)은 UL MU 전송 대역폭에 따른 주파수 영역(frequency domain)에서 미리 정의된 시퀀스에 서브-시퀀스 단위(즉, P 행렬의 하나의 행(row)의 길이)로 P 행렬을 적용하여(즉, 곱하여) HE-LTF 시퀀스를 생성한다(S2401).
- [0480] 여기서, 무선 장치는 앞서 1-A), 2-A), 2-B), 2-C), 2-D) 및/또는 3번 방식 중 하나 이상의 방식을 이용하여 HE-LTF 시퀀스를 생성할 수 있다. 특히, 2-D) 방식이 이용되는 경우, 미리 정의된 시퀀스를 P 행렬의 하나의 행의 길이로 나눈 나머지 시퀀스가 존재하는 경우, 나머지 시퀀스에 P 행렬의 하나의 행의 행렬 요소가 순환 시프트(cyclic shift)되어 곱해질 수 있다. 즉, P 행렬의 순환적 직교성(cyclic orthogonality)를 이용하여 HE-LTF 시퀀스를 생성할 수 있다.
- [0481] 무선 장치는 생성된 HE-LTF 시퀀스가 매핑되는 하나 이상의 HE-LTF 심볼에 P 행렬의 하나의 행(row)을 적용한다(S2402). 즉, 무선 장치는 생성된 HE-LTF 시퀀스가 매핑되는 각 HE-LTF 심볼의 데이터 톤에 P 행렬을 적용한다.
- [0482] 여기서, 무선 장치는 앞서 설명한 1-B) 방식을 이용하여 각 HE-LTF 심볼에 P 행렬의 하나의 행(row)을 적용할 수 있다.
- [0483] 무선 장치는 하나 이상의 HE-LTF 심볼을 포함하는 PPDU를 전송한다(S2403).
- [0484] 여기서, PPDU는 앞서 도 12 내지 도 15에서 예시한 포맷으로 구성될 수 있다.
- [0485] 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반
- [0486] 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 장치를 예시하는 블록도이다.
- [0487] 도 25를 참조하면, 본 발명에 따른 장치(2510)는 프로세서(processor, 2511), 메모리(memory, 2512), RF 유닛(radio frequency unit, 2513)를 포함할 수 있다. 장치(2510)는 본 발명에 따른 실시예를 구현하기 위한 AP 또는 non-AP STA일 수 있다.
- [0488] RF 유닛(2513)는 프로세서(2511)와 연결되어 무선 신호를 송신/수신할 수 있다. 예를 들어, IEEE 802.11 시스템에 따른 물리 계층을 구현할 수 있다.
- [0489] 프로세서(2511)는 RF 유닛(2513)와 연결되어 IEEE 802.11 시스템에 따른 물리 계층 및/또는 MAC 계층을 구현할 수 있다. 프로세서(2511)는 앞서 도 1 내지 도 24에 따른 본 발명의 다양한 실시예에 따른 동작을 수행하도록 구성될 수 있다. 또한, 앞서 도 1 내지 도 24에 따른 본 발명의 다양한 실시예에 따른 AP 및/또는 STA의 동작을

구현하는 모듈이 메모리(2512)에 저장되고, 프로세서(2511)에 의하여 실행될 수 있다.

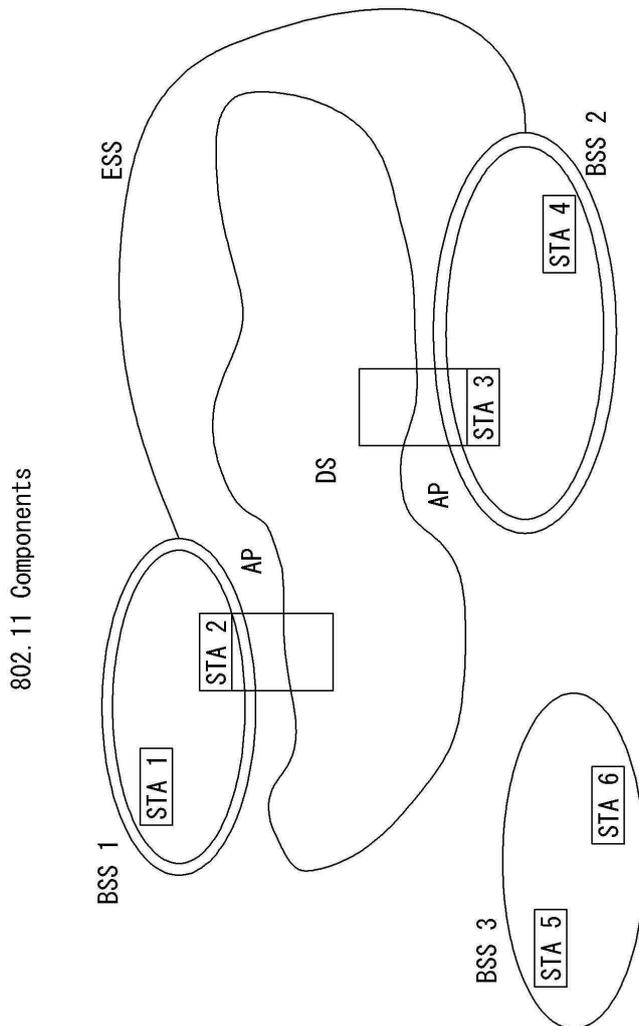
- [0490] 메모리(2512)는 프로세서(2511)와 연결되어, 프로세서(2511)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. 메모리(2512)는 프로세서(2511)의 내부에 포함되거나 또는 프로세서(2511)의 외부에 설치되어 프로세서(2511)와 공지의 수단에 의해 연결될 수 있다.
- [0491] 또한, 장치(2510)는 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.
- [0492] 위와 같은, 장치(2510)의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있다.
- [0493] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 25의 프로세서를 보다 구체적으로 예시하는 도면이다.
- [0494] 도 26에서는 앞서 도 25의 장치(2510)가 수신단으로 동작하는 경우, 제어부를 보다 구체적으로 예시하는 도면이다.
- [0495] 제어부는 LTF 시퀀스 언스크램블 유닛(LTF sequence unscrambling)(2601), CFO 추정 유닛(CFO estimator)(2602), P 행렬 디스프레딩(dispreading)을 이용한 레가시 채널 추정 유닛(2603)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0496] LTF 시퀀스 언스크램블 유닛(LTF sequence unscrambling)(2601)은 하나 이상의 무선 장치로부터 수신한 신호로부터 HE-LTF 시퀀스를 언스크램블(unesramble)한다.
- [0497] 즉, 앞서 1-C) 방식과 같이 LTF 시퀀스 언스크램블 유닛(LTF sequence unscrambling)(2601)은 수학식 8에 의해 수신한 신호로부터 HE-LTF 시퀀스 및 HE-LTF 시퀀스에 적용된 P 행렬 코드(즉, P 행렬의 하나의 행)를 제거(즉, 언스크램블(unesramble))할 수 있다.
- [0498] CFO 추정 유닛(CFO estimator)(2602)은 필요한 경우 CFO를 추정한다.
- [0499] CFO 추정 유닛(CFO estimator)(2602)은 수신한 신호가 전송된 심볼들간의 위상 차이를 기반으로 추정될 수 있으며, 특히 P 행렬 코드(즉, P 행렬의 하나의 행) 길의 서브캐리어 별로 채널이 동일하다고 가정함으로써 추정될 수 있다.
- [0500] 즉, 앞서 1-C) 방식과 같이 CFO 추정 유닛(CFO estimator)(2602)은 N_f 서브캐리어에 걸쳐, 채널이 높은 상관성을 가진다고 가정하고 수학식 9에 의해 각 스트림 별로 신호를 추출할 수 있다. 그리고, 수학식 10에 의해 각 HE-LTF 심볼 별로 위상 회전(phase rotation)을 도출하고, 수학식 11에 의해 도출된 HE-LTF 심볼들 간의 위상 차이(phase difference)를 기반으로 수학식 12에 의해 CFO 추정 값을 도출할 수 있다.
- [0501] P 행렬 디스프레딩(dispreading)을 이용한 레가시 채널 추정 유닛(2603)은 P 행렬 디스프레딩(dispreading)을 이용하여 채널 추정을 수행한다.
- [0502] 즉, 앞서 1-C) 방식과 같이 P 행렬 디스프레딩(dispreading)을 이용한 레가시 채널 추정 유닛(2603)은 앞서 수학식 12에 의해 도출된 CFO 추정 값을 수학식 9에 적용하여 각 스트림에 대하여 각 HE-LTF 심볼 별로 채널 추정 값을 도출할 수 있다.
- [0503] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 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. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.
- [0504] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0505] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하

는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

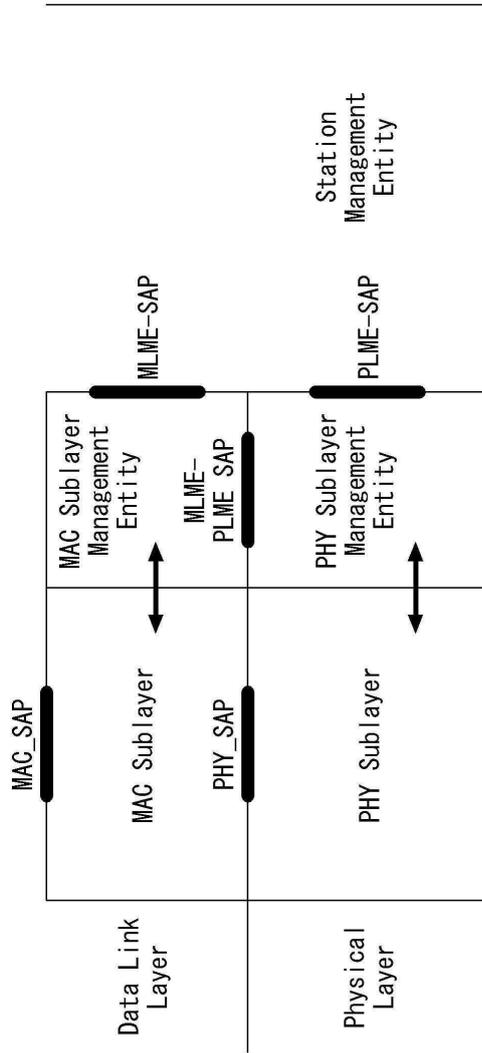
[0506] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상술한 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

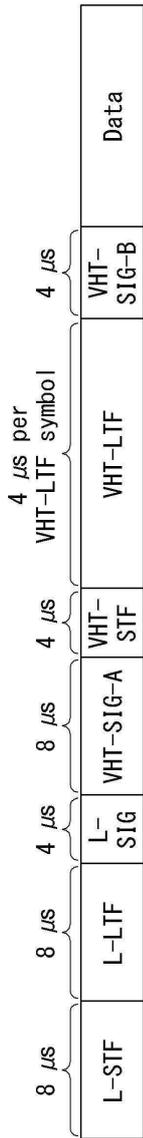
도면1



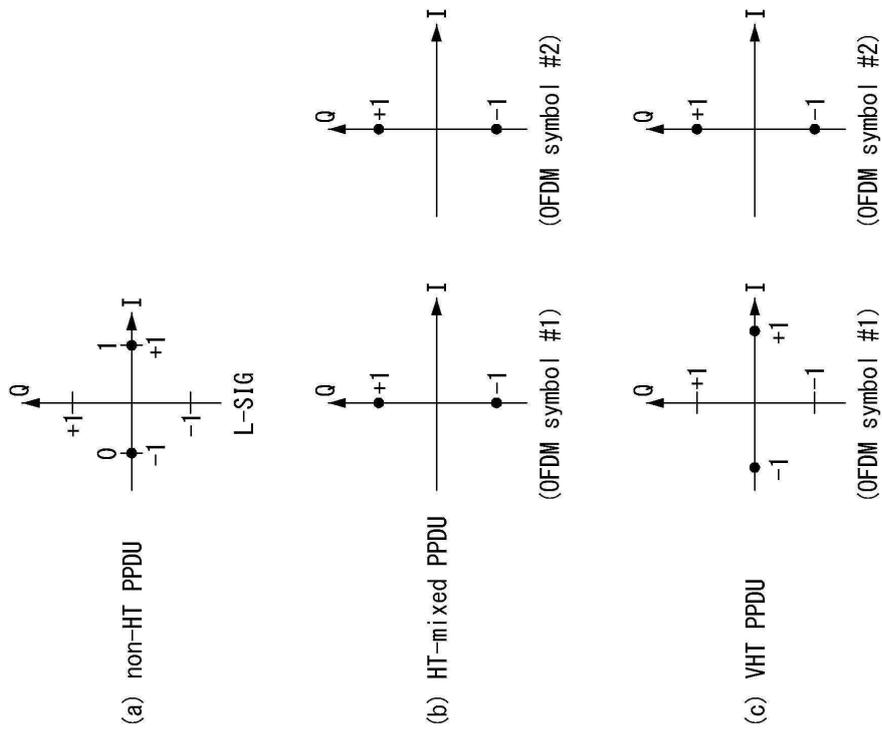
도면2



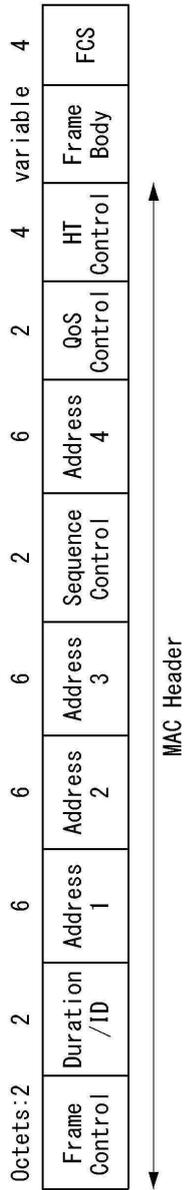
도면4



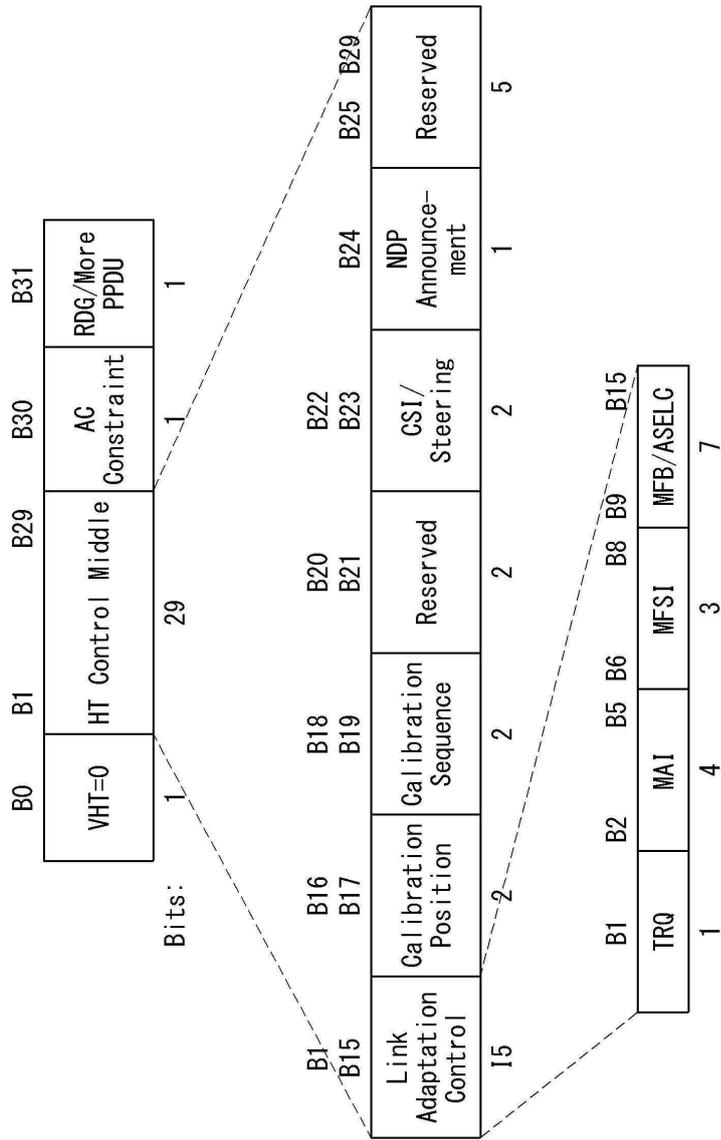
도면5



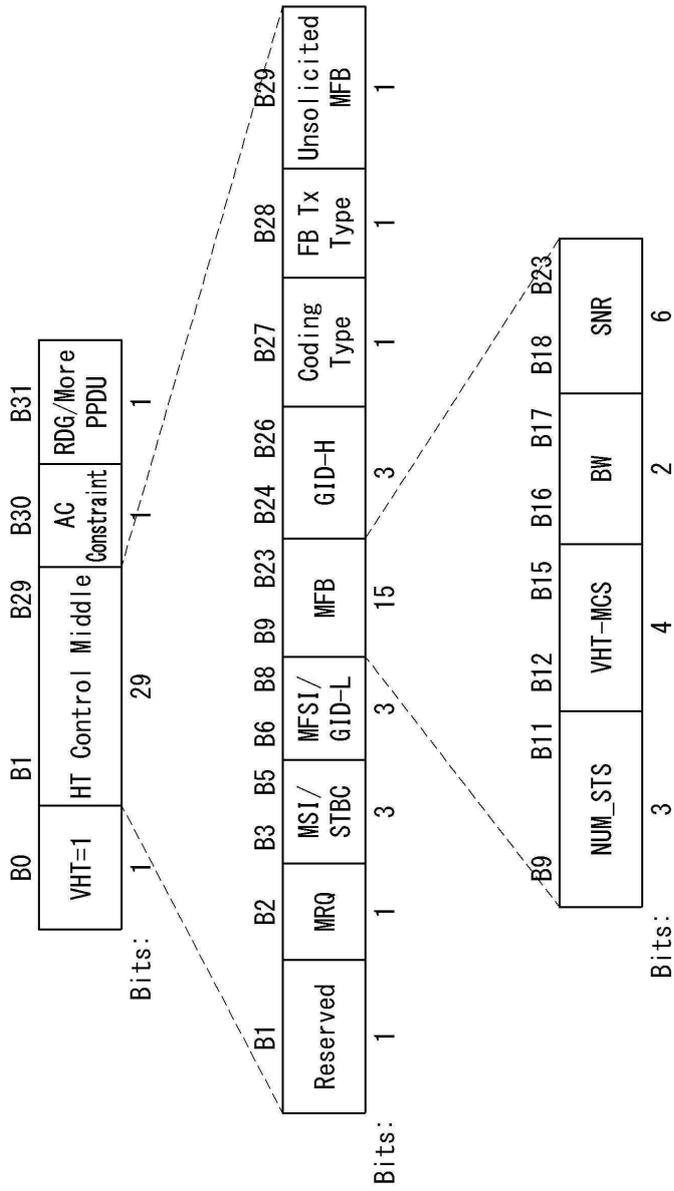
도면6



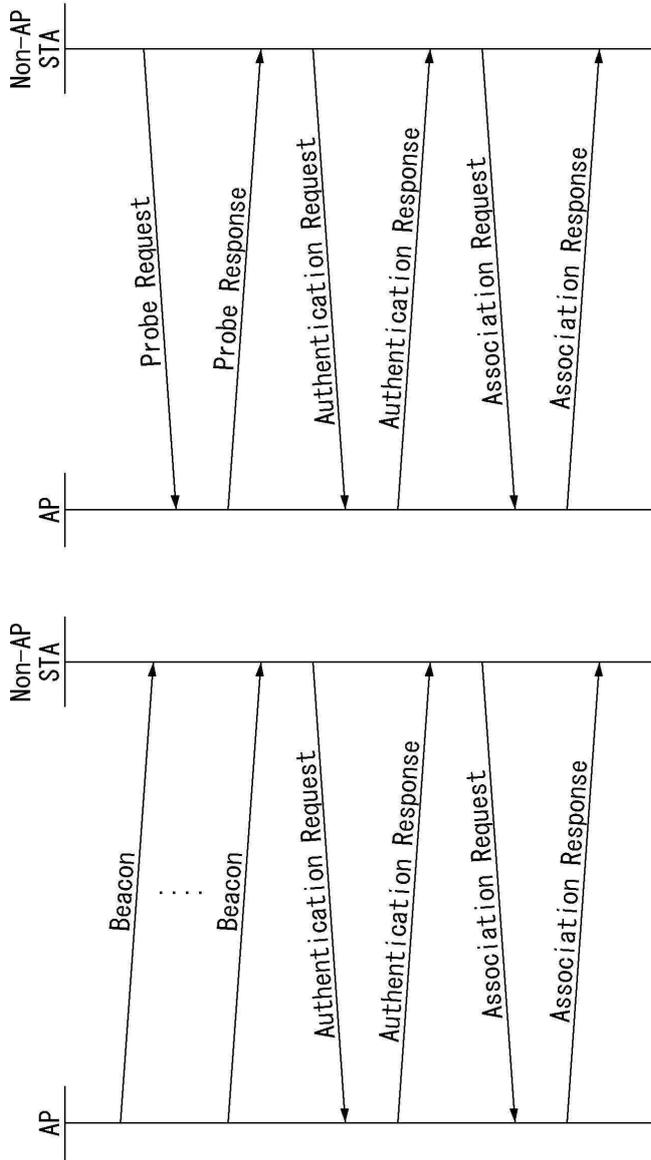
도면7



도면8



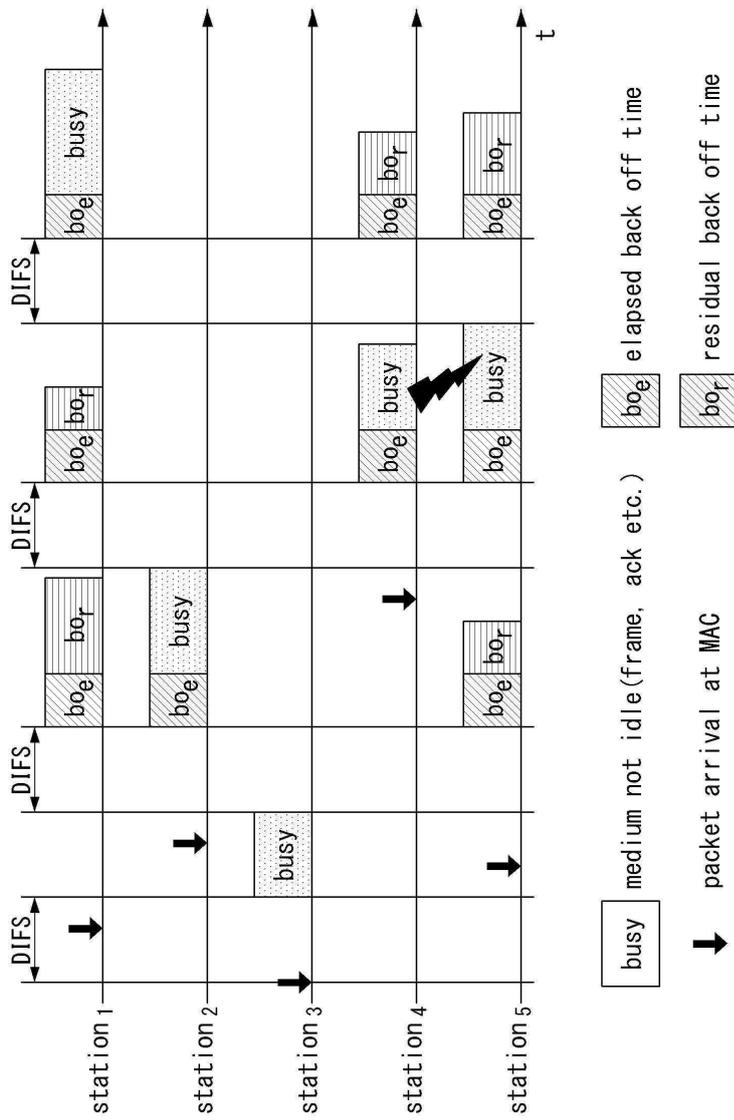
도면9



(a)

(b)

도면10

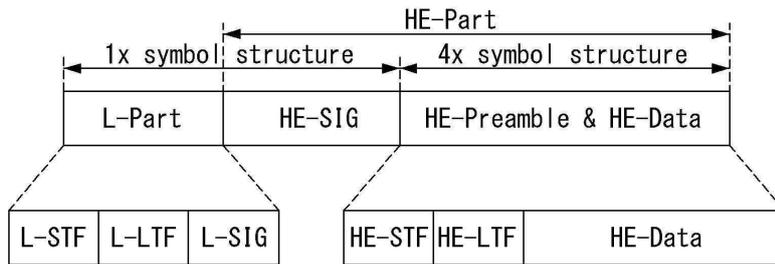


도면11

Stream 1	VHT-LTF	VHT-LTF	VHT-LTF	VHT-LTF
Stream 2	VHT-LTF	VHT-LTF	VHT-LTF	VHT-LTF
Stream 3	VHT-LTF	VHT-LTF	VHT-LTF	VHT-LTF
Stream 4	VHT-LTF	VHT-LTF	VHT-LTF	VHT-LTF

Multiplied by -1
 Multiplied by +1

도면12



도면13

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				

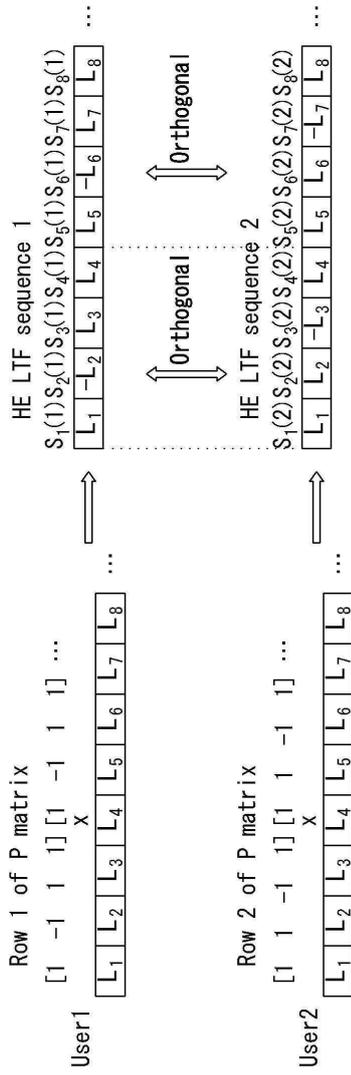
도면14

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA1
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Data for STA2
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Data for STA3
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Data for STA4

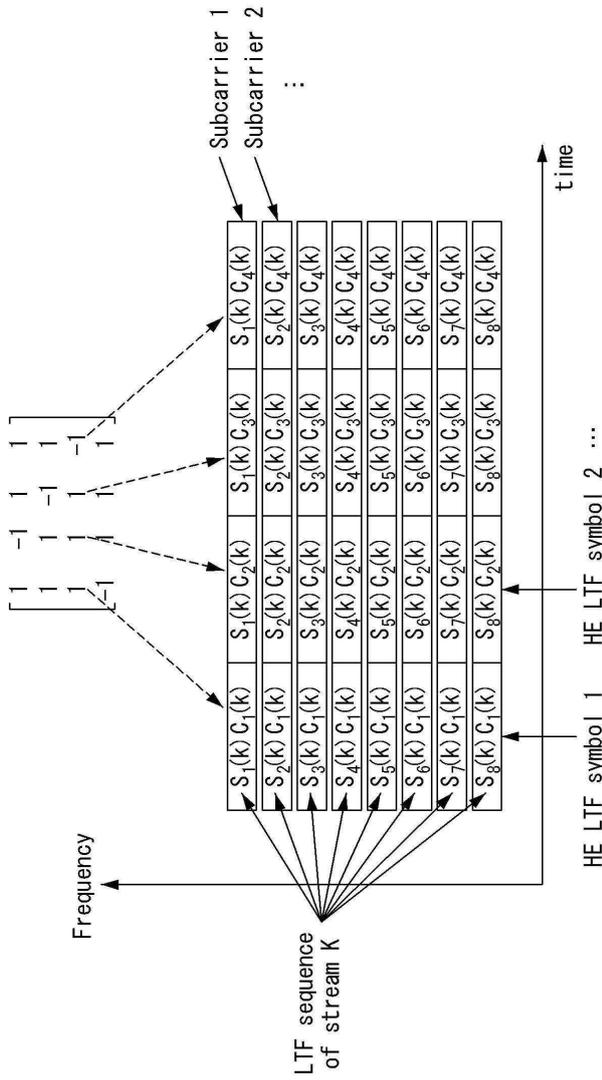
도면15

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA1
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA2
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA3
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA4

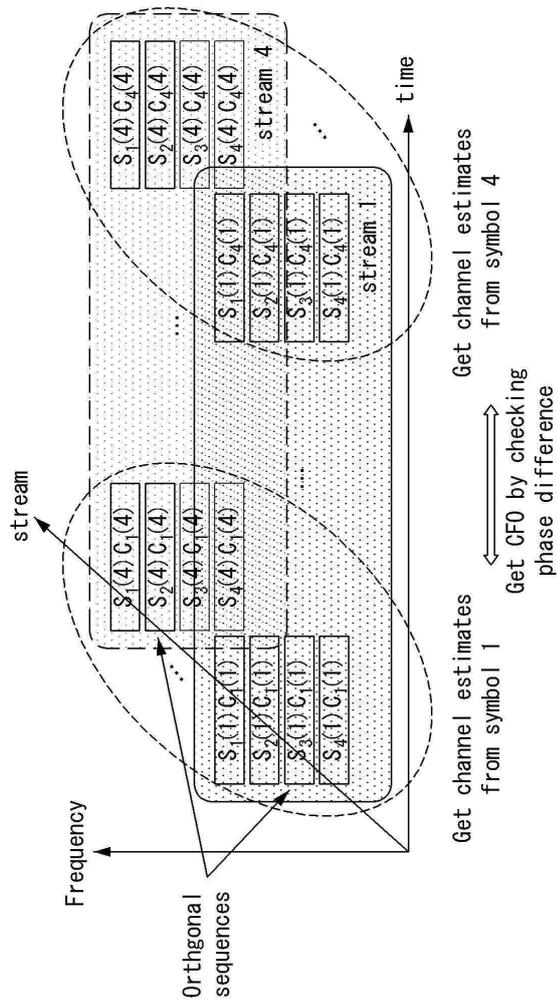
도면16



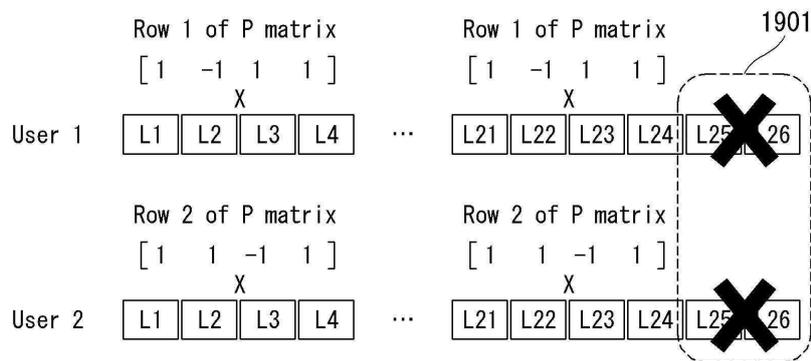
도면17



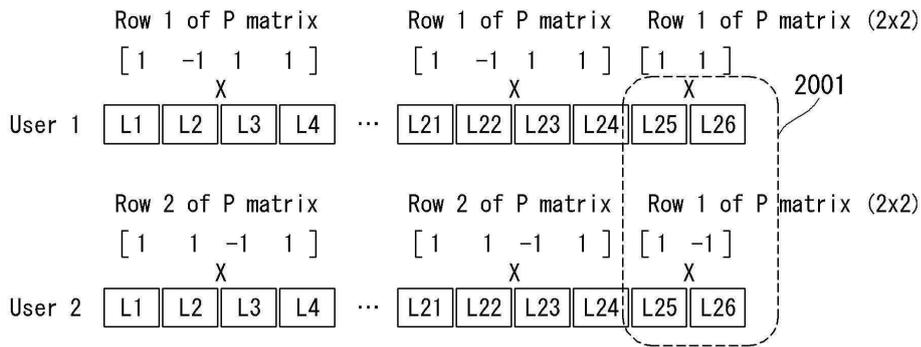
도면18



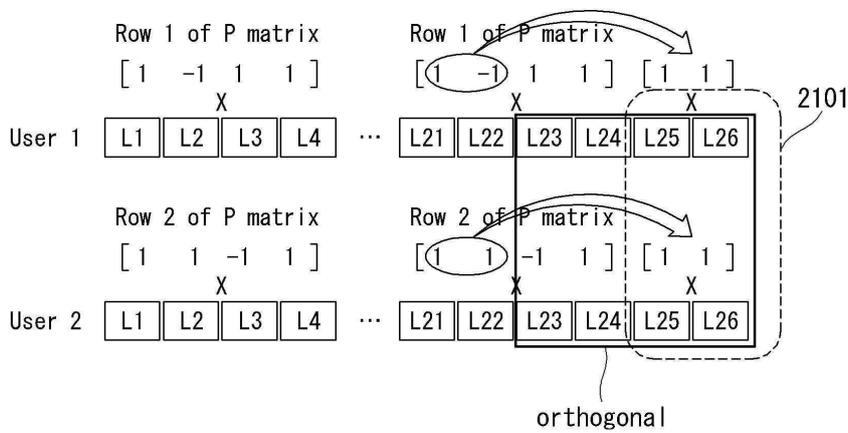
도면19



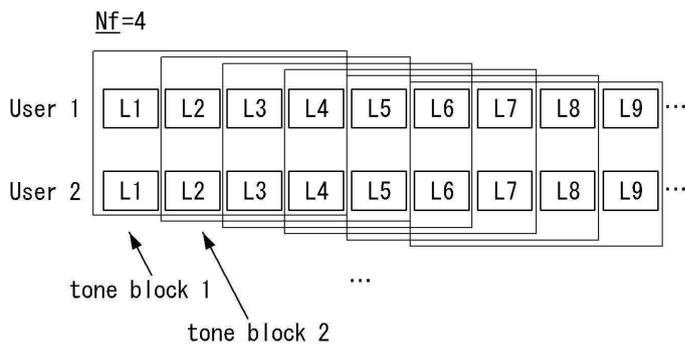
도면20



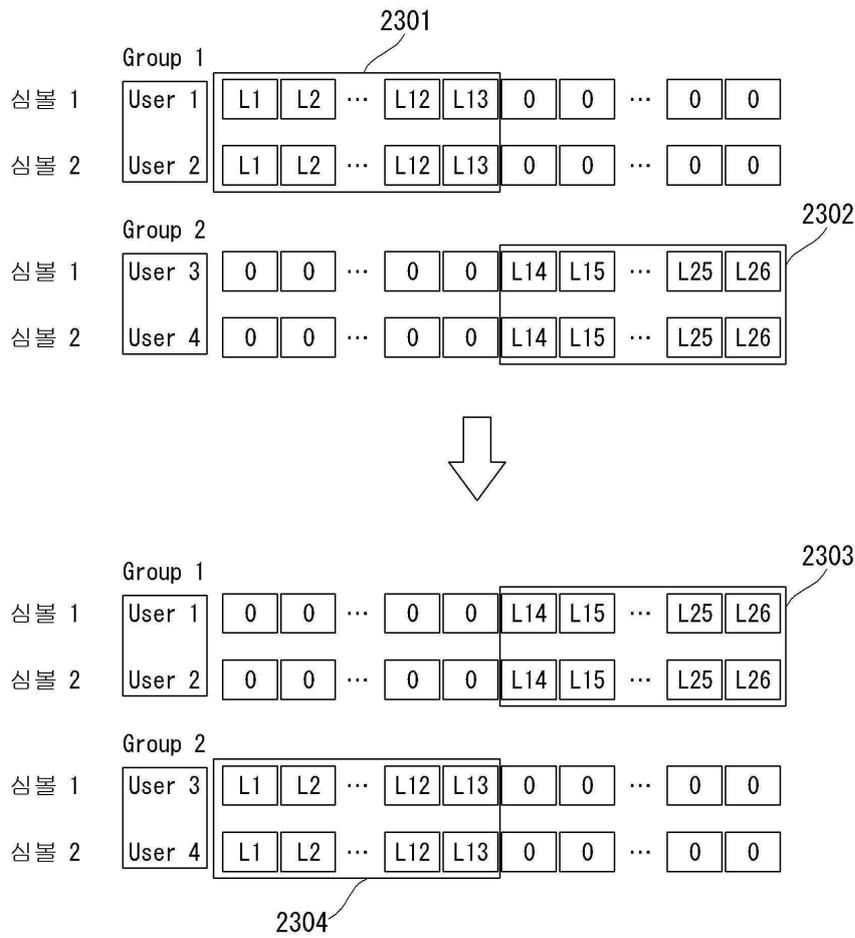
도면21



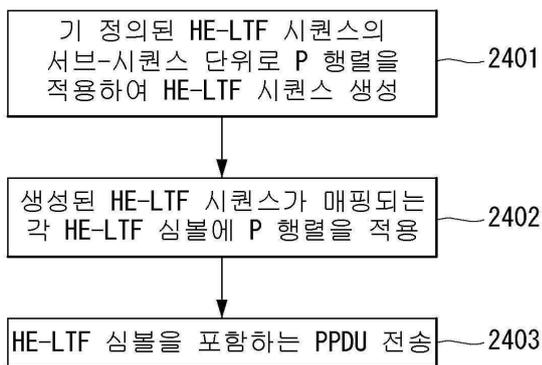
도면22



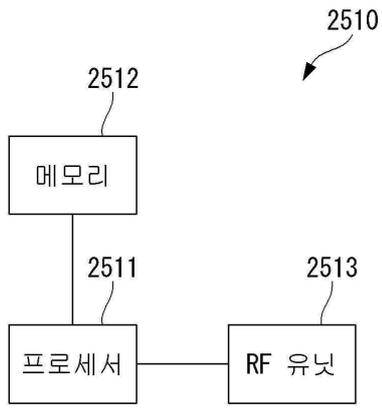
도면23



도면24



도면25



도면26

