



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년06월25일
(11) 등록번호 10-2678497
(24) 등록일자 2024년06월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/08 (2009.01) G01S 5/02 (2010.01)
H04B 17/30 (2015.01) H04W 4/38 (2018.01)
H04W 72/04 (2009.01) H04W 84/12 (2009.01)
- (52) CPC특허분류
H04W 24/08 (2013.01)
G01S 5/0284 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7038499
(22) 출원일자(국제) 2022년05월11일
심사청구일자 2023년12월18일
(85) 번역문제출일자 2023년11월08일
(65) 공개번호 10-2023-0175228
(43) 공개일자 2023년12월29일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2022/054407
(87) 국제공개번호 WO 2022/238940
국제공개일자 2022년11월17일
- (30) 우선권주장
63/187,673 2021년05월12일 미국(US)
63/216,871 2021년06월30일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020180069812 A
- (73) 특허권자
코그니티브 시스템스 코퍼레이션
캐나다 온타리오 엔2엘 0에이9 워털루 웨스트마운트 로드 노쓰 560
- (72) 발명자
베그, 크리스
캐나다 온타리오 엔2엘 0에이9 워털루 웨스트마운트 로드 노쓰 560
오머, 모하메드
캐나다 온타리오 엔2엘 0에이9 워털루 웨스트마운트 로드 노쓰 560
- (74) 대리인
이훈, 이두희

전체 청구항 수 : 총 20 항

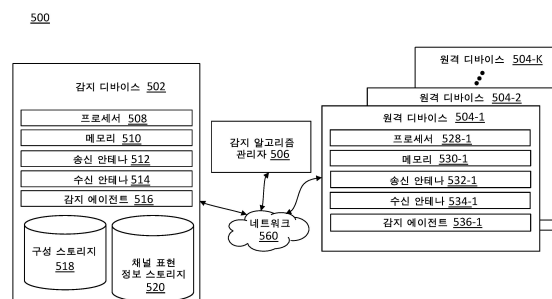
심사관 : 이정구

(54) 발명의 명칭 W I - F I 감지를 위한 시간 도메인 채널 표현 정보를 위한 시스템들 및 방법들

(57) 요약

Wi-Fi 감지를 위한 시간 도메인 채널 표현 정보를 위한 시스템들 및 방법들. Wi-Fi 감지 시스템들은 무선 주파수 신호들을 통해 통신하도록 구성된 감지 디바이스들 및 원격 디바이스들을 포함한다. 처음에, 감지 디바이스는 시간 도메인에서 채널 상태 정보를 나타내는 채널 표현 정보 구성을 수신한다. 그런 다음, 감지 디바이스는 감지 송신을 수신하고, 감지 송신에 기반하여 감지 측정을 생성한다. 그런 다음, 감지 디바이스는 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성하고, 채널 표현 정보 구성에 기반하여 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 선택한다. 감지 디바이스는 모션 또는 움직임을 결정하는 데 사용하기 위한 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 감지 알고리즘 관리자에 통신한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04B 17/30 (2015.01)

H04W 4/38 (2020.05)

H04W 72/0453 (2023.01)

H04W 84/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

송신 안테나, 수신 안테나, 및 명령을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 감지 수신기에 의해 수행되는 모션 감지를 위한 방법에 있어서,

감지 개시자로부터 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 적어도 비트맵 길이를 포함하는 감지 구성을 수신하는 단계;

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 상기 감지 개시자로부터 감지 송신을 수신하는 단계;

상기 감지 송신으로부터 시간 도메인 채널 표현 정보를 결정하는 단계;

상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 선택된 시간 도메인 펄스로서 결정하는 단계;

상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 상기 선택된 시간 도메인 펄스와 상기 비트맵 길이에 따라 비트맵을 생성하는 단계;

적어도 상기 비트맵과 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 포함하는 감지 측정 보고를 생성하는 단계; 및

상기 감지 측정 보고를 상기 감지 개시자에게 보내는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 비트맵의 길이는 상기 비트맵 길이인, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 감지 구성은 감지 측정 셋업 요청에서 수신되는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 감지 송신으로부터 상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 결정하는 단계는 채널 응답의 윈도우에 따라 수행되는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 비트맵 길이는 상기 감지 측정 보고에서 상기 선택된 시간 도메인 펄스의 수를 나타내는, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 비트맵은 상기 감지 측정 보고에 포함된 상기 시간 도메인 채널 표현 정보에서 상기 선택된 시간 도메인 펄스의 위치를 나타내는, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 감지 측정 보고에 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 포함하는 단계는 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 나타

내는 복소수 값을 포함하는, 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 감지 측정 보고는 상기 비트맵 길이를 더 포함하는, 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 감지 측정 보고의 상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 결정하는 단계는 시간 지연 필터에 따라 시간 도메인 펄스를 선택하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 감지 측정 보고의 상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 결정하는 단계는 진폭 마스크에 따라 시간 도메인 펄스를 선택하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 11

모션 감지를 위한 시스템으로서,

송신 안테나, 수신 안테나, 및 명령들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 감지 수신기를 포함하되, 상기 적어도 하나의 프로세서는,

감지 개시자로부터 그리고 상기 수신 안테나에 의해, 적어도 비트맵 길이를 포함하는 감지 구성을 수신하고;

상기 감지 개시자로부터 감지 송신을 수신하고;

상기 감지 송신으로부터 시간 도메인 채널 표현 정보를 결정하고;

상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 선택된 시간 도메인 펄스로서 결정하고;

상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 상기 선택된 시간 도메인 펄스와 상기 비트맵 길이에 따라 비트맵을 생성하고;

적어도 상기 비트맵과 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 포함하는 감지 측정 보고를 생성하고; 및

상기 감지 측정 보고를 상기 감지 개시자에게 보내기 위한 상기 명령들을 실행하도록 구성된, 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 비트맵의 길이는 상기 비트맵 길이인, 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 감지 구성은 감지 측정 셋업 요청에서 수신되는, 시스템.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 채널 응답의 윈도우에 따라 상기 감지 송신으로부터 상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 결정하기 위한 명령을 실행하도록 추가로 구성된, 시스템.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 비트맵 길이는 상기 감지 측정 보고에서 상기 선택된 시간 도메인 펄스의 수를 나타내는, 시스템.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 비트맵은 상기 감지 측정 보고에 포함된 상기 시간 도메인 채널 표현 정보에서 상기 선택된 시간 도메인 펄스의 위치를 나타내는, 시스템.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 나타내는 복소수 값을 포함함으로써 상기 감지 측정 보고에 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 포함시키기 위한 명령을 실행하도록 추가로 구성된, 시스템.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 감지 측정 보고는 상기 비트맵 길이를 더 포함하는, 시스템.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 시간 지연 필터에 따라 시간 도메인 펄스를 선택함으로써 상기 감지 측정 보고의 상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 결정하기 위한 명령을 실행하도록 추가로 구성된, 시스템.

청구항 20

제11항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 진폭 마스크에 따라 시간 도메인 펄스를 선택함으로써 상기 감지 측정 보고의 상기 시간 도메인 채널 표현 정보의 상기 선택된 시간 도메인 펄스를 결정하기 위한 명령을 실행하도록 추가로 구성된, 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 전반적으로 Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 개시는 Wi-Fi 감지를 위한 시간 도메인 채널 표현 정보를 생성하기 위한 Wi-Fi 시스템들 및 방법들을 구성하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모션 검출 시스템들은, 예를 들어, 룸 또는 실외 영역 내의 객체들의 움직임을 검출하기 위해 사용되어 왔다. 일부 예시적인 모션 검출 시스템들에서, 적외선 또는 광학 센서들은 센서의 시야(field of view)에서 객체들의 움직임을 검출하는 데 사용된다. 모션 검출 시스템은 보안 시스템, 자동 제어 시스템, 및 다른 유형의 시스템에서 사용되어 왔다.

[0003] Wi-Fi 감지 시스템은 모션 검출 시스템에 최근에 추가된 것이다. Wi-Fi 감지 시스템은 감지 디바이스 및 원격 디바이스를 포함할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스는 WLAN(Wireless Local Area Network) 감지 세션을 개시할 수 있고, 원격 디바이스는 감지 디바이스에 의해 개시된 WLAN 감지 세션에 참여할 수 있다. WLAN 감지 세션은 물리적 공간 내의 객체들이 프로빙(probe), 검출 및/또는 특성화될 수 있는 기간을 지칭할 수 있다. Wi-Fi 감지 시스템에서, 채널을 나타내는 정보(즉, 채널 표현 정보(channel representation information))는 하나의 디바이스로부터 다른 디바이스로(예를 들어, 감지 디바이스로부터 원격 디바이스로) 무선으로(over the air) 송신될 필요가 있을 수 있다. 채널 표현 정보는 객체들의 모션 및/또는 움직임을 결정하기 위해 감지 알고리즘에

의해 사용될 수 있다. 일 예에서, (감지 송신을 발송하는) 원격 디바이스는 감지 알고리즘을 포함할 수 있다. 감지 디바이스가 채널 표현 정보를 계산할 때, 감지 디바이스는 추가 처리를 위해 채널 표현 정보를 원격 디바이스에 포함된 감지 알고리즘으로 발송할 필요가 있을 수 있다. 이것은 무선으로(over the air) 감지 디바이스로부터 원격 디바이스로 채널 표현 정보의 발송을 필요로 한다.

[0004] 디바이스들 사이의 채널의 표현은 현재 채널 상태 정보(CSI : Channel State Information)에서 캡처된다. CSI는 전형적으로 멀티-톤 OFDM 신호의 각각의 톤의 진폭 감쇠 및 위상 회전을 표현하는 주파수 도메인에서의 복소 값(complex value)들의 세트이다. 일 예에서, 20 MHz 채널 대역폭에 대해, 52개의 CSI 복소 쌍들이 채널을 표현하기 위해 사용된다. 다른 예에서, 40 MHz 채널 대역폭에 대해, 104개의 CSI 복소 쌍들이 채널을 표현하기 위해 사용된다. 대역폭이 증가함에 따라, 채널을 표현하기 위해 사용되는 CSI 복소 쌍들의 수가 또한 증가한다. 따라서, 하나의 디바이스에서 다른 디바이스로 채널 정보를 송신하는 것은 상당한 양의 정보의 전달을 필요로 할 수 있고, 그 결과 데이터 전송에 사용될 수 있는 채널 용량이 소모된다. 또한, 무선으로의 CSI의 송신에 의해 야기되는 채널 이용률은 더 많은 수의 복소 값들이 발송될 필요가 있기 때문에 더 넓은 채널 대역폭을 위해 확대된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시는 전반적으로 Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 특히, 본 개시는 시간 도메인에서 Wi-Fi 감지를 위한 채널 표현 정보를 생성하기 위한 Wi-Fi 시스템들 및 방법들을 구성하는 것에 관한 것이다.

[0006] Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들이 제공된다. 예시적인 실시예에서, Wi-Fi 감지를 위해 구성된 방법이 설명된다. 방법은 송신 안테나, 수신 안테나, 및 명령들을 실행하도록 구성된 프로세서를 포함하는 감지 수신기에 의해 수행된다. 방법은, 프로세서에 의해, 시간 도메인에서 채널 상태 정보의 표현을 식별하는 채널 표현 정보 구성을 수신하는 단계, 수신 안테나를 통해, 감지 송신을 수신하는 단계, 프로세서에 의해, 감지 송신에 기초하여 감지 측정들을 생성하는 단계, 프로세서에 의해, 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성하는 단계, 적어도 하나의 프로세서에 의해, 채널 표현 정보 구성에 기초하여 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 선택하는 단계, 및 프로세서에 의해, 모션 또는 움직임을 결정하는 데 사용하기 위해 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 감지 알고리즘 관리자(sensing algorithm manager)에게 통신하는 단계를 포함한다.

[0007] 일부 구현예들에서, 채널 표현 정보 구성은 시간 도메인 펄스들(N)의 수, 최대 시간 지연 경계(maximum time delay boundary), 및 진폭 마스크(amplitude mask) 중 하나 이상을 포함한다.

[0008] 일부 구현예들에서, 최대 시간 지연 경계는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 선택가능한 시간 도메인 펄스들의 최대 시간 지연을 나타낸다.

[0009] 일부 구현예들에서, 진폭 마스크는 최소 진폭 마스크 및 최대 진폭 마스크 중 하나를 포함한다.

[0010] 일부 구현예들에서, 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 선택하는 단계는 진폭 마스크에 기초한다. 진폭 마스크는 감지 측정의 시간 도메인 표현에 대한 것이다. 일부 구현예들에서, 선택하는 단계는 진폭 마스크 내에 있는 시간 도메인 펄스들을 포함하는 단계 및 진폭 마스크 외부에 있는 시간 도메인 펄스들을 배제하는 단계(excluding)를 포함한다.

[0011] 일부 구현예들에서, 방법은, 프로세서에 의해, 재구성 필터링된 (시간-도메인 채널 표현 정보) TD-CRI에서 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 생성하는 단계를 더 포함한다.

[0012] 일부 구현예들에서, 방법은, 프로세서에 의해, 재구성 필터링된 TD-CRI에서의 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 감지 알고리즘 관리자에 통신하는 단계를 더 포함한다.

[0013] 일부 구현예들에서, 시간 도메인 펄스들의 수(N), 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 측정 셋업 요청(sensing measurement setup request)에 수신된다.

[0014] 일부 구현예들에서, 방법은 프로세서에 의해 수행되는 레인징 프로세스(ranging process)에 따라 시간 도메인

펄스들(N)의 수를 결정하는 단계를 더 포함한다.

[0015] 일부 구현예들에서, 방법은 시뮬레이션 프로세스에 따라 시간 도메인 펄스들(N)의 수를 결정하는 단계를 더 포함한다.

[0016] 본 개시의 다른 양태들 및 이점들은, 본 개시의 원리들을 예로서 예시하는 첨부 도면들과 함께 취해진, 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명의 효과

도면의 간단한 설명

[0017] 본 개시의 전술한 목적 및 다른 목적, 양태, 특징부 및 이점은 첨부된 도면과 함께 취해진 이하의 설명을 참조함으로써 더 명백해지고 더 잘 이해될 것이다.

도 1은 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템을 도시하는 다이어그램(diagram)이다.

도 2a 및 도 2b는 무선 통신 디바이스들 사이에서 통신되는 예시적인 무선 신호들을 도시하는 다이어그램들이다.

도 3a 및 도 3b는 도 2a 및 도 2b의 무선 통신 디바이스들 사이에서 통신되는 무선 신호들로부터 계산된 채널 응답들의 예들을 도시하는 플롯들이다.

도 4a 및 도 4b는 공간의 별개의 영역들에서의 객체의 움직임과 연관된 예시적인 채널 응답들을 도시하는 다이어그램들이다.

도 4c 및 도 4d는 공간에서 발생하는 움직임이 없는 것과 연관된 예시적인 채널 응답 상에 오버레이된(overlaid) 도 4a 및 도 4b의 예시적인 채널 응답들을 도시하는 플롯들이다.

도 5는 일부 실시예들에 따른 Wi-Fi 감지를 위한 시스템의 아키텍처의 일부의 구현을 도시한다.

도 6은 일부 실시예들에 따른 감지 디바이스의 수신기 체인의 표현을 예시한다.

도 7은 일부 실시예들에 따른 필요한 수의 시간 도메인 펄스들을 계산하기 위해 여러 신호를 계산하는 예시적인 프로세스를 예시한다.

도 8은 일부 실시예들에 따른 주파수 도메인에서의 실내 채널 표현을 예시한다.

도 9는 일부 실시예들에 따른 시간 도메인에서의 실내 채널 표현을 예시한다.

도 10은 일부 실시예들에 따른 채널 상태 정보(CSI) 대 재구성된 CSI(R-CSI)의 그래픽 표현을 예시한다.

도 11은 일부 실시예들에 따른 상이한 채널 대역폭들에 대한 시간 도메인 펄스들의 수 대 최소 신호 대 잡음비(SNR)의 그래픽 표현을 예시한다.

도 12는 일부 실시예들에 따른 시간 도메인 마스크의 예시를 도시한다.

도 13은 일부 실시예들에 따른 다른 시간 도메인 마스크의 예시를 도시한다.

도 14는 일부 실시예들에 따른 시간 지연 필터에 의해 정의된 경계를 갖는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 예시를 도시한다.

도 15는 일부 실시예들에 따른 도 14의 시간 지연 필터에 의해 정의된 경계까지의 선택된 시간 도메인 펄스들의 예시를 도시한다.

도 16은 일부 실시예들에 따른 시간 지연 필터 및 다수의 시간 도메인 펄스들에 의해 정의된 경계를 갖는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 예시를 도시한다.

도 17은 일부 실시예들에 따른 도 16의 시간 지연 필터에 의해 정의된 경계까지의 시간 도메인 펄스들의 수에 따라 선택된 시간 도메인 펄스들의 예시를 도시한다.

도 18은 일부 실시예들에 따른 시간 지연 필터에 의해 정의된 경계, 시간 도메인 펄스들의 수 및 최대 진폭 마

스크를 갖는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 예시를 도시한다.

도 19는 일부 실시예들에 따른 도 18의 시간 도메인 펄스들의 수, 최대 진폭 마스크, 및 시간 지연 필터에 의해 정의된 경계까지에 따라 선택된 시간 도메인 펄스들의 예시를 도시한다.

도 20은 일부 실시예들에 따른 연결하지 않은(non-contiguous) 선택된 시간 도메인 펄스들을 예시하는 시간 도메인 표현을 도시한다.

도 21은 일부 실시예들에 따른 활성 톤 비트맵을 사용하여 감지 디바이스로부터 감지 알고리즘 관리자로의 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 통신의 표현을 예시한다.

도 22는 일부 실시예들에 따른 풀 비트맵을 사용하여 감지 디바이스로부터 감지 알고리즘 관리자로의 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 통신의 표현을 예시한다.

도 23은 일부 실시예들에 따른 전체 시간 도메인 채널 표현 정보(full TD-CRI)에서 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치를 사용하여 감지 디바이스로부터 감지 알고리즘 관리자로 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치를 통신하는 표현을 예시한다.

도 24는 일부 실시예들에 따른 감지 디바이스, 원격 디바이스, 및 감지 알고리즘 관리자 사이의 통신을 위한 시퀀스 다이어그램을 도시하며, 감지 디바이스는 감지 개시자이다.

도 25는 일부 실시예들에 따른 감지 디바이스, 원격 디바이스, 및 감지 알고리즘 관리자 사이의 통신을 위한 시퀀스 다이어그램을 도시하며, 원격 디바이스는 감지 개시자이다.

도 26은 일부 실시예들에 따른 감지 알고리즘 관리자를 포함하는 원격 디바이스와 감지 디바이스 사이의 통신을 위한 시퀀스 다이어그램을 도시하며, 원격 디바이스는 감지 개시자이다.

도 27은 일부 실시예들에 따른 감지 송신을 반송하는 관리 프레임의 예시를 도시한다.

도 28a는 일부 실시예들에 따른 제어 프레임의 포맷의 예를 예시하고, 도 28b는 제어 프레임의 감지 송신 통지 제어 필드(sensing transmission announcement control field)의 포맷을 예시한다.

도 29a는 일부 실시예들에 따른 제어 프레임의 포맷의 다른 예를 예시하고, 도 29b는 제어 프레임의 감지 측정 제어 필드의 포맷을 예시한다.

도 30은 일부 실시예들에 따른 채널 표현 정보(CRI) 송신 메시지를 반송하는 관리 프레임을 예시한다.

도 31은 일부 실시예들에 따른 모션(motion) 또는 움직임(movement)을 결정하는 데 사용하기 위해 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 감지 알고리즘 관리자에 통신하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 32a 및 도 32b는 일부 실시예들에 따른 모션 또는 움직임을 결정하는 데 사용하기 위해 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 감지 알고리즘 관리자에 통신하기 위한 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] Wi-Fi 감지 시스템(또한 무선 감지 시스템으로 지칭됨)은 신호(들)를 원격 디바이스(들)에 송신하고 원격 디바이스(들)로부터 수신된 응답(들)을 분석함으로써 환경을 측정할 수 있다. Wi-Fi 감지 시스템은 환경 및 그 변화를 분석하기 위해 반복된 측정을 수행할 수 있다. Wi-Fi 감지 시스템은 기존의 통신 컴포넌트들과 함께 동작할 수 있고, 정의된 프로토콜에 기초하여 다수의 디바이스들 사이의 에어-타임(air-time) 자원 사용의 조정을 위해 사용될 수 있는 MAC(Medium Access Control) 계층 엔티티를 갖는 것으로부터 이익을 얻을 수 있다.

[0019] Wi-Fi 감지 시스템들의 관련 표준화 목표들 중 하나는 기존의 Wi-Fi 네트워크 상의 추가적인 오버헤드들을 감소시켜 802.11 네트워크 상에 Wi-Fi 감지 능력을 오버레이하는 것(overlaying)이 네트워크의 통신 기능을 손상시키지 않도록 하는 것이다. 현재, Wi-Fi 감지 시스템들에서 감지하기 위해 특별히 정의된 알려진 MAC 프로토콜들은 없다. Wi-Fi 감지 시스템들에서의 감지의 일 양태는 원격 디바이스로부터의 감지 송신의 권유(solicitation)이다. Wi-Fi 감지 에이전트가 존재, 위치 및 움직임을 검출할 수 있도록 최적화된 특성들을 갖는 원격 디바이스로부터의 감지 송신의 권유(solicitation)를 가능하게 하는 MAC 계층에 대한 개선들은 기존 시스템 성능에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 특히, 감지(또는 감지 송신(sensing transmission))에 최적화된 원격 디바이스 송신의 요청 또는 권유(solicitation)는 원격 디바이스의 업링크 스케줄러에 영향을 미칠 수 있다. 감지 송신을 송신하도록 원격 디바이스에 요청하거나 권유하는 기존의 메커니즘들이 존재한다. 그러나, 이러한 메커니즘은 다

른 목적을 위해 디자인되었다. 결과적으로, 이러한 메커니즘들은 효율적이지 않고, 제어에 유연성을 제공하지 않으며, 상이한 밴드 구현들 사이에서 보편적으로 일관적이지 않다. 또한, Wi-Fi 감지를 지원하기 위해 채널 사운딩 프로토콜(channel sounding protocol)이 고려될 수 있다. 그러나, 채널 사운딩 프로토콜은 현재 유연하지 않으므로, Wi-Fi 감지를 지원하는 이러한 기능은 가능하지 않다.

[0020] Wi-Fi 시스템들에 대한 프로토콜들은 감지 요건들에 대비한 것과 같이 데이터 전송 메커니즘에 기초하여 이루어진 결정들로 디자인된다. 그 결과, Wi-Fi 감지 양태들은 종종 공통 Wi-Fi 시스템들 내에서 개발되지 않는다.

[0021] 본 명세서에 설명된 것의 일부 양태들에서, 무선 감지 시스템은 무선 통신 디바이스들 사이의 공간을 통해 송신된 무선 신호들(예를 들어, 라디오 주파수 신호들)을 처리함으로써 다양한 무선 감지 애플리케이션들에 사용될 수 있다. 예시적인 무선 감지 애플리케이션들은 모션 검출(motion detection)을 포함하고, 이는 : 공간 내의 객체들의 움직임을 검출하는 것, 모션 추적, 호흡 검출, 호흡 모니터링, 존재 검출, 제스처 검출, 제스처 인식, 인간 검출(이동 및 정지 인간 검출), 인간 추적, 낙하 검출, 속도 추정, 침입 검출, 보행 검출, 계단 카운팅, 호흡수 검출, 무호흡 추정(apnea estimation), 자세 변화 검출, 활동 인식, 걸음걸이 속도 분류(gait rate classification), 제스처 디코딩, 수화 인식, 손 추적, 심박수 추정, 호흡수 추정, 림 점유 검출, 인간 역학(human dynamics) 모니터링, 및 다른 유형들의 모션 검출 애플리케이션들을 포함할 수 있다. 무선 감지 애플리케이션들의 다른 예들은 객체 인식, 말하기 인식, 키스트로크 검출 및 인식, 탭퍼 검출(tamper detection), 터치 검출, 공격 검출, 사용자 인증, 운전자 피로 검출, 트래픽 모니터링, 흡연 검출, 학교 폭력 검출, 사람 계수(human counting), 사람 인식, 자전거 로컬라이제이션, 사람 대기열 추정(human queue estimation), Wi-Fi 이미징, 및 다른 유형들의 무선 감지 애플리케이션들을 포함한다. 예를 들어, 무선 감지 시스템은 Wi-Fi 신호들 또는 다른 유형들의 무선 신호들에 기초하여 모션의 존재 및 위치를 검출하기 위한 모션 검출 시스템으로서 동작할 수 있다. 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 무선 감지 시스템은, 예를 들어, 시스템 동작을 개선하거나 다른 기술적 이점들을 달성하기 위해, 측정 레이스트들, 무선 접속(wireless connection)들 및 디바이스 참여를 제어하도록 구성될 수 있다. 무선 감지 시스템이 모션 검출을 위해 사용될 때 달성되는 시스템 개선들 및 기술적 이점들은 또한 무선 감지 시스템이 다른 유형의 무선 감지 애플리케이션을 위해 사용되는 예들에서 달성된다.

[0022] 일부 예시적인 무선 감지 시스템들에서, 무선 신호는 무선 디바이스들이 채널 응답 또는 다른 채널 정보를 추정하기 위해 사용할 수 있는 컴포넌트(예를 들어, Wi-Fi PHY 프레임에서의 동기화 프리앰블, 또는 다른 유형의 컴포넌트)를 포함하고, 무선 감지 시스템은 시간이 흐름에 따라 수집된 채널 정보의 변화들을 분석함으로써 모션(또는 무선 감지 애플리케이션에 종속하는 다른 특성)을 검출할 수 있다. 일부 예들에서, 무선 감지 시스템은 바이스테틱 레이더 시스템(bistatic radar system)과 같이 동작할 수 있으며, 여기서 Wi-Fi 액세스 포인트(AP)는 수신기 역할을 가정하고, AP에 접속된 각각의 Wi-Fi 디바이스(스테이션(station), 노드(node) 또는 피어(peer))는 송신기 역할을 가정한다. 무선 감지 시스템은 송신을 생성하고, 수신기 디바이스에서 채널 응답 측정을 생성하기 위해 접속된 디바이스를 트리거할 수 있다. 이러한 트리거링 프로세스는 시간 변형 측정들의 시퀀스를 획득하기 위해 주기적으로 반복될 수 있다. 그런 다음, 무선 감지 알고리즘은 (예를 들어, Wi-Fi 수신기들에 의해 계산된) 생성된 채널 응답 측정들의 시계열(time-series)을 입력으로서 수신할 수 있고, 상관 또는 필터링 프로세스를 통해, 결정을 행할 수 있다(예를 들어, 예를 들어, 채널 추정들에서의 변화들 또는 패턴들에 기초하여, 채널 응답에 의해 표현되는 환경 내에 모션이 있는지 또는 모션이 없는지 여부를 결정할 수 있다). 무선 감지 알고리즘은 채널 응답 측정들로부터 원하는 특징들을 추출하는 데 필요한 지능을 포함할 수 있고, 원하는 감지 애플리케이션에 기초하여 상이할 수 있다.

[0023] 무선 감지 시스템이 움직임을 검출하는 예들에서, 다수의 무선 디바이스들 중에서 모션 검출 결과들에 기초하여 환경 내의 모션의 위치를 식별하는 것이 또한 가능할 수 있다.

[0024] 따라서, 무선 통신 네트워크 내의 무선 통신 디바이스들 각각에서 수신된 무선 신호들은 네트워크 내의 (무선 통신 디바이스들의 각각의 쌍들 사이의) 다양한 통신 링크들에 대한 채널 정보를 결정하기 위해 분석될 수 있다. 채널 정보는 공간을 가로지르는 무선 신호에 전달 함수를 적용하는 물리적 매체를 나타낼 수 있다. 일부 경우들에서, 채널 정보는 채널 응답을 포함한다. 채널 응답들은 물리적 통신 경로를 특징화하여, 예를 들어, 송신기와 수신기 사이의 공간 내에서의 산란, 페이딩(fading), 및 파워 감쇠의 조합된 효과를 나타낼 수 있다. 일부 경우들에서, 채널 정보는 빔포밍 시스템에 의해 제공되는 빔포밍 상태 정보(예를 들어, 피드백 매트릭스, 스티어링 매트릭스, 채널 상태 정보(CSI) 등)를 포함한다. 빔포밍은 지향성 신호 송신 또는 수신을 위해 다중 안테나(MIMO(multiple-input/multiple-output)) 무선 시스템에서 종종 사용되는 신호 처리 기술이다. 빔포밍은 특정 각도들에서의 신호들이 보강 간섭을 경험하는 반면 다른 것들은 상쇄 간섭을 경험하는 방식으로 안테나 어

레이에서 엘리먼트들을 동작시킴으로써 달성될 수 있다.

[0025] 통신 링크들 각각에 대한 채널 정보는, 예를 들어, 공간 내에서 움직임이 발생했는지 여부를 검출하기 위해, 검출된 움직임의 상대적 위치를 결정하기 위해, 또는 둘 모두를 위해 (예를 들어, 무선 통신 네트워크 내의 허브 디바이스(hub device) 또는 다른 디바이스, 또는 네트워크에 통신 가능하게 결합된 원격 디바이스에 의해) 분석될 수 있다. 일부 양태들에서, 통신 링크들 각각에 대한 채널 정보는, 예를 들어, 공간 내에서 어떠한 모션도 검출되지 않을 때, 객체가 존재하는지 또는 부재하는지를 검출하기 위해 분석될 수 있다. 일부 양태들에 따르면, 채널 정보는 외부 디바이스로 오프로딩(offload)될 수 있다. 외부 디바이스는 채널 정보를 처리하여 객체의 존재 여부를 감지할 수 있다. 일 예에서, 채널 정보는 무선으로 하나의 디바이스로부터 다른 디바이스로 송신될 수 있다. 또한, 채널 대역폭의 폭에 기초하여 무선으로 채널 정보의 송신에 의해 채널 이용률(channel utilization)이 달라질 수 있다.

[0026] 일부 경우들에서, 무선 감지 시스템은 무선 네트워크 전체에 걸쳐, 예를 들어, Wi-Fi 멀티-AP 또는 확장된 서비스 세트 (ESS) 토폴로지서 노드들의 대역 스티어링 또는 클라이언트 스티어링을 수행할 수 있고, 다수의 조정 무선 액세스 포인트(AP)들 각각은 상이한 주파수 대역들을 점유할 수 있고, 디바이스들이 하나의 참여 AP 로부터 다른 것으로 (예를 들어, 메시(mesh)) 투명하게 이동하는 것을 허용할 수 있는 BSS(Basic Service Set)를 제공한다. 예를 들어, 홈 메시 네트워크(home mesh network) 내에서, Wi-Fi 디바이스들은 AP들 중 임의의 것에 접속할 수 있지만, 전형적으로 양호한 신호 강도를 갖는 것을 선택한다. 메시 AP들의 커버리지 풋프린트(coverage footprint)는 전형적으로 중첩되어, 종종 각각의 디바이스를 통신 범위 또는 하나 초과 AP 내에 둔다. AP가 다중 대역(예를 들어, 2.4 GHz 및 5 GHz)을 지원하는 경우, 무선 감지 시스템은 동일한 물리적 AP에 접속된 디바이스를 유지하지만, 무선 감지 알고리즘(예를 들어, 모션 검출 알고리즘)의 정확도 또는 결과를 개선하는 것을 돕도록 더 다양한 정보를 획득하기 위해 상이한 주파수 대역을 사용하도록 지시할 수 있다. 일부 구현예들에서, 무선 감지 시스템은 디바이스를 하나의 메시 AP에 연결되는 것으로부터 다른 메시 AP에 연결되는 것으로 변경할 수 있다. 이러한 디바이스 스티어링(device steering)은, 예를 들어, 검출 커버리지를 개선하거나 영역 내의 모션을 더 양호하게 코절화하기 위해 특정 영역에서 검출된 기준에 기초하여, 무선 감지(예를 들어, 모션 검출) 동안 수행될 수 있다.

[0027] 일부 경우들에서, 무선 감지 시스템은 디바이스들이 무선 감지 능력 또는 무선 감지 의지를 동적으로 표시하고 무선 감지 시스템에 통신하게 할 수 있다. 예를 들어, 디바이스는 AP가 채널 측정을 생성하게 할 무선 신호를 송신하기 위해 주기적으로 중단되거나 트리거링되기를 원하지 않을 때가 있을 수 있다. 예를 들어, 디바이스가 슬립 상태(sleeping)인 경우, 무선 감지 신호들을 송신 또는 수신하기 위해 디바이스를 빈번하게 웨이크업하는 것은 자원들을 소비할 수 있다(예를 들어, 셀-폰 배터리가 더 빠르게 방전하게 함). 이들 및 다른 이벤트들은 디바이스가 무선 감지 시스템 동작들에 기꺼이 참여하거나 또는 기꺼이 참여하지 않게 할 수 있다. 배터리로 작동하는 휴대폰이 참여를 원하지 않는 경우도 있지만, 휴대폰이 충전기에 플러그되면 기꺼이 참여할 수 있다. 따라서, 휴대폰이 언플러그(unplug)되면, 무선 감지 시스템에 휴대폰이 참여하는 것을 배제하도록 지시할 수 있는 반면, 휴대폰이 플러그되면, 무선 감지 시스템에 휴대폰을 무선 감지 시스템 동작들에 포함시키도록 지시할 수 있다. 일부 경우들에서, 디바이스가 부하 하에 있거나(예를 들어, 오디오 또는 비디오를 스트리밍하는 디바이스) 또는 1차 기능을 수행하느라 바쁜 경우, 디바이스는 참여하기를 원하지 않을 수 있는 반면; 동일한 디바이스의 부하가 감소되고 참여가 1차 기능을 간섭하지 않을 때, 디바이스는 참여하기를 원하는 것을 무선 감지 시스템에 표시할 수 있다.

[0028] 예시적인 무선 감지 시스템들은 모션 검출(공간 내의 객체들의 움직임을 검출하는 것, 모션 추적, 호흡 검출, 호흡 모니터링, 존재 검출, 제스처 검출, 제스처 인식, 인간 검출(이동 및 정지 인간 검출), 인간 추적, 낙하 검출(fall detection), 속도 추정, 침입 검출, 보행 검출, 계단 카운팅, 호흡수 검출, 무호흡 추정, 자세 변화 검출, 활동 인식, 걸음걸이 속도 분류, 제스처 디코딩, 수화 인식, 손 추적, 심박수 추정, 호흡수 추정, 림 점유 검출, 인간 역학 모니터링, 및 다른 유형들의 모션 검출 애플리케이션들)의 맥락에서 이하에서 설명된다. 그러나, 무선 감지 시스템이 다른 유형의 무선 감지 애플리케이션에 사용되는 예들에서는 무선 감지 시스템이 모션 검출 시스템으로서 동작하는 경우에 달성되는 동작, 시스템 개선들, 및 기술적 이점들이 또한 적용가능하다.

[0029] 본 명세서의 실시예들에서 개시된 바와 같이, 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN) 감지 절차는 스테이션(STA)이 WLAN 감지를 수행할 수 있게 한다. WLAN 감지는 WLAN 감지 세션을 포함할 수 있다. 예들에서, WLAN 감지 절차, WLAN 감지, 및 WLAN 감지 세션은 무선 감지 절차, 무선 감지, 및 무선 감지 세션, Wi-Fi 감지 절차, Wi-Fi 감지, 및 Wi-Fi 감지 세션, 또는 감지 절차, 감지, 및 감지 세션으로 지칭될 수 있다.

- [0030] WLAN 감지(sensing)는 STA가 둘 이상의 STA들 사이의 채널(들) 및/또는 STA 또는 액세스 포인트(AP)의 수신 안테나와 송신 안테나 사이의 채널에 대한 감지 측정들을 획득할 수 있게 하는 서비스이다. WLAN 감지 절차는 : 감지 세션 셋업, 감지 측정 셋업, 감지 측정 인스턴스들, 감지 측정 셋업 종료, 및 감지 세션 종료 중 하나 이상으로 구성될 수 있다.
- [0031] 본 명세서에 개시된 예들에서, 감지 세션 셋업 및 감지 측정 셋업은 감지 구성으로 지칭될 수 있고, 감지 구성 메시지에 의해 달성될 수 있고, 감지 구성 응답 메시지에 의해 확인될 수 있다. 감지 측정 인스턴스는 개별 감지 측정일 수 있고 감지 송신으로부터 도출될 수 있다. 일 실시예에서, 감지 구성 메시지는 감지 측정 셋업 요청(sensing measurement setup request)으로 지칭될 수 있고, 감지 구성 응답 메시지는 감지 측정 셋업 응답(sensing measurement setup response)으로 지칭될 수 있다.
- [0032] WLAN 감지 절차는 다수의 감지 측정 인스턴스들을 포함할 수 있다. 예들에서, 다수의 감지 측정 인스턴스들은 측정 캠페인(measurement campaign)으로 지칭될 수 있다.
- [0033] 감지 개시자(initiator)는 WLAN 감지 절차를 개시하는 STA 또는 AP를 지칭할 수 있다. 감지 응답자(responder)는 감지 개시자에 의해 개시되는 WLAN 감지 절차에 참여하는 STA 또는 AP를 지칭할 수 있다. 감지 송신기는 WLAN 감지 절차에서 감지 측정을 위해 사용되는 PPDU(physical-layer protocol data unit)를 송신하는 STA 또는 AP를 지칭할 수 있다. 감지 수신기는 WLAN 감지 절차에서 감지 송신기에 의해 발송된 PPDU들을 수신하고 감지 측정을 수행하는 STA 또는 AP를 지칭할 수 있다.
- [0034] 예들에서, 감지 측정을 위해 사용되는 PPDU(들)는 감지 송신(sensing transmission)으로 지칭될 수 있다.
- [0035] 감지 개시자로서 동작하는 STA는 감지 송신기, 감지 수신기, 감지 송신기 및 감지 수신기 둘 모두로서, 또는 감지 송신기도 아니고 또는 감지 수신기도 아닌 것으로서 감지 측정 인스턴스에 참여할 수 있다. 감지 응답자로서 동작하는 STA는 감지 송신기, 감지 수신기, 및 감지 송신기 및 감지 수신기 둘 모두로서 감지 측정 인스턴스에 참여할 수 있다.
- [0036] 일 예에서, 감지 개시자가 WLAN 감지 절차 또는 측정 캠페인을 제어하기 위해 고려될 수 있다. 감지 개시자의 역할은 감지 디바이스, 원격 디바이스 또는 감지 알고리즘을 포함하는 별도의 디바이스(예를 들어, 감지 알고리즘 관리자)에 의해 수행될 수 있다.
- [0037] 예들에서, 감지 송신기는 원격 디바이스로 지칭될 수 있고, 감지 수신기는 감지 디바이스로 지칭될 수 있다. 다른 예들에서, 감지 개시자는 감지 디바이스 또는 원격 디바이스의 기능일 수 있고, 감지 응답자는 감지 디바이스 또는 원격 디바이스의 기능일 수 있다.
- [0038] IEEE P802.11-REVmd/D5.0에서는 STA을 본 명세서에서 정의하는 기능을 지원할 수 있는 PHY(physical) 및 MAC(media access controller) 엔티티로 간주한다. STA를 함유하는 디바이스는 Wi-Fi 디바이스로 지칭될 수 있다. (IEEE P802.11-REVmd/D5.0에 의해 정의된) BSS(Basic Service Set)를 관리하는 Wi-Fi 디바이스는 AP STA으로 지칭될 수 있다. BSS에서 클라이언트 노드인 Wi-Fi 디바이스는 비-AP(non-AP) STA로 지칭될 수 있다. 일부 예들에서, AP STA는 AP로 지칭될 수 있고, 비-AP STA는 STA로 지칭될 수 있다.
- [0039] 본 개시의 다양한 실시예들에서, 본 문서에서 사용될 하나 이상의 용어들의 비제한적인 정의들이 이하에 제공된다.
- [0040] 용어 "측정 캠페인(measurement campaign)"은 감지 디바이스(흔히 무선 액세스-포인트, Wi-Fi 액세스 포인트, 액세스 포인트, 감지 개시자, 또는 감지 수신기로 알려짐)와 일련의 하나 이상의 감지 측정들이 계산되게 하는 원격 디바이스(일반적으로 Wi-Fi 디바이스, 감지 응답자, 또는 감지 송신기로 알려짐) 사이의 하나 이상의 감지 송신들의 양방향 시리즈를 지칭할 수 있다.
- [0041] 용어 "채널 상태 정보(CSI : Channel State Information)"는 무선 신호들이 다수의 경로들을 따라 송신기로부터 수신기로 어떻게 전파되는지를 나타낼 수 있다. CSI는 전형적으로, 통신 채널의 추정을 제공하는, 신호들의 진폭 감쇠 및 위상 시프트를 나타내는 복소 값들의 매트릭스이다.
- [0042] 용어 "감지 트리거 메시지(sensing trigger message)"는 감지 측정들을 수행하기 위해 사용될 수 있는 하나 이상의 감지 송신들을 트리거하기 위해 감지 디바이스로부터 원격 디바이스로 발송된 메시지를 지칭할 수 있다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성, 요청된 타이밍 구성, 및/또는 스티어링 매트릭스 구성을 포함할 수 있다. 예들에서, 용어 감지 트리거 메시지는 감지 사운딩 트리거 메시지(sensing sounding trigger

message) 또는 감지 사운딩 트리거 프레임(sensing sounding trigger frame)으로 지칭될 수 있다.

- [0043] 용어 "감지 송신(sensing transmission)"은 감지 측정을 행하는 데 사용될 수 있는 원격 디바이스로부터 감지 디바이스로 이루어진 임의의 송신을 지칭할 수 있다. 일 예에서, 감지 송신은 또한 무선 감지 신호 또는 무선 신호로 지칭될 수 있다. 일 예에서, 감지 송신은 감지 측정을 하기에 사용되는 하나 이상의 트레이닝 필드를 포함하는 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 NDP일 수 있다.
- [0044] 용어 "감지 송신 통지(sensing transmission announcement)"는 감지 송신 NDP가 SIFS(Short Interframe Space) 내에서 후속할 것임을 통지하는 원격 디바이스로부터 감지 디바이스로 발송되는 메시지를 지칭할 수 있다. 감지 송신 NDP는 감지 송신 통지에 정의된 송신 파라미터들을 사용하여 송신될 수 있다. 일부 예들에서, 감지 송신 통지는 감지 트리거 메시지에 후속하여 발송될 수 있고, 감지 응답 통지(sensing response announcement)로 지칭될 수 있다. 예들에서, 용어 감지 송신 통지는 감지 NDP 통지 또는 감지 NDP 통지 프레임으로 지칭될 수 있다.
- [0045] 용어 "감지 송신 NDP"는 원격 디바이스에 의해 발송되고 감지 디바이스에서의 감지 측정을 위해 사용되는 NDP 송신을 지칭할 수 있다. 일 예에서, 송신은 감지 송신 통지에 후속하며, 감지 응답 통지에 정의된 송신 파라미터들을 사용하여 송신될 수 있다. 일부 예들에서, 감지 송신 NDP는 감지 응답 통지(announcement)에 후속하여 발송될 수 있고 감지 응답 NDP로 지칭될 수 있다.
- [0046] 용어 "감지 측정(sensing measurement)"은 채널의 상태의 측정, 즉 감지 송신으로부터 도출된 원격 디바이스와 감지 디바이스 사이의 CSI 측정을 지칭할 수 있다. 일 예에서, 감지 측정은 또한 채널 응답 측정으로 지칭될 수 있다.
- [0047] 용어 "채널 표현 정보(CRI)"는 2 개의 디바이스들 사이의 채널의 상태를 함께 나타내는 감지 측정들의 집합(collection)을 지칭할 수 있다. CRI의 예는 CSI 및 풀(full) TD-CRI이다.
- [0048] 용어 "감지 측정 폴(sensing measurement poll)"은 감지 디바이스에 의해 결정된 채널 표현 정보의 송신을 요청하기 위해 원격 디바이스로부터 감지 디바이스로 발송되는 메시지를 지칭할 수 있다. 예들에서, 용어 감지 측정 폴은 감지 트리거 보고(sensing trigger report) 또는 감지 트리거 보고 프레임(sensing trigger report frame)으로 지칭될 수 있다.
- [0049] 용어 "송신 파라미터들(transmission parameters)"은 특정 PHY에 대응하는 송신 벡터(TXVECTOR)의 부분으로서 정의되고, 각각의 PPDU(PHY-layer Protocol Data Unit) 송신에 대해 구성가능한 IEEE 802.11 PHY 송신기 구성 파라미터들의 세트를 지칭할 수 있다.
- [0050] PPDU(PHY-layer Protocol Data Unit)는 프리앰블(preamble) 및 데이터 필드를 포함하는 데이터 유닛을 지칭할 수 있다. 프리앰블 필드는 송신 벡터 포맷 정보를 포함하고, 데이터 필드는 페이로드(payload) 및 상위 계층 헤더를 포함할 수 있다.
- [0051] 용어 "풀 시간-도메인 채널 표현 정보(full TD-CRI)"는 CSI 값들, 예를 들어, 기저대역 수신기에 의해 계산된 CSI에 대한 역 고속 푸리에 변환(IFFT)을 수행함으로써 생성되는 일련의 시간 도메인 펄스들의 복소 쌍(complex pair)들을 지칭할 수 있다.
- [0052] 용어 "필터링된 시간-도메인 채널 표현 정보(filtered time-domain channel representation information) (필터링된 TD-CRI)"는 풀 TD-CRI에 알고리즘을 적용함으로써 생성된 시간 도메인 펄스들의 감소된 일련의 복소 쌍들을 지칭할 수 있다. 알고리즘은 일부 시간 도메인 펄스들을 선택하고 다른 것들을 거부할 수 있다. 필터링된 TD-CRI는 선택된 시간 도메인 펄스를 풀 TD-CRI에서의 대응하는 시간 도메인 펄스와 관련시키는 정보를 포함한다.
- [0053] 용어 "재구성 필터링된(reconstructed filtered) 시간-도메인 채널 표현 정보 (재구성 필터링된 TD-CRI)"는 필터링된 TD-CRI로부터 생성된 풀 TD-CRI의 버전을 지칭할 수 있다.
- [0054] 용어 "채널 응답 정보(CRI) 송신 메시지"는 감지 송신에 대해 감지 측정을 수행한 감지 디바이스에 의해 발송된 메시지를 지칭할 수 있고, 여기서 감지 디바이스는 CRI를 감지 개시자로 발송한다. 예들에서, CRI 송신 메시지는 감지 측정 보고 또는 감지 측정 보고 프레임의 예일 수 있다.
- [0055] 용어 "재구성된 CSI(R-CSI)"는 기저대역 수신기에 의해 측정된 원래의 CSI 값들의 표현을 지칭할 수 있고, 여기서, R-CSI는 원래의 CSI 값들(주파수 도메인)을 취하고, 이들 값들을 시간 도메인으로 변환하기 위해 IFFT를 수

행하고, 다수의 시간 도메인 펄스들을 선택하고, 선택된 시간 도메인 펄스를 포함하지 않는 시간 도메인 톤(tone)들을 제로화(zeroing) 또는 널링(nulling)하고, FFT를 수행함으로써 계산된다. 결과적인 주파수 도메인 복소 값들은 R-CSI이다.

- [0056] 용어 "시간 도메인 펄스(time domain pulse)"는 시간 도메인에서 이산화된(discretized) 에너지의 진폭 및 위상을 나타내는 복소수를 지칭할 수 있다. 기저 대역 수신기로부터 각 톤에 대한 CSI 값이 획득되면, CSI 값에 대해 IFFT를 수행함으로써 시간 도메인 펄스가 획득된다.
- [0057] 용어 "N"은 R-CSI를 생성하기 위해 사용되는 시간 도메인 펄스들의 구성된 수를 지칭한다.
- [0058] 용어 "톤"은 OFDM 신호에서 개별 부반송파를 지칭할 수 있다. 톤은 시간 도메인 또는 주파수 도메인으로 표현될 수 있다. 시간 도메인에서, 톤은 심볼로도 지칭될 수 있다. 주파수 도메인에서, 톤은 부반송파(subcarrier)로도 지칭될 수 있다.
- [0059] 용어 "WLAN(Wireless Local Area Network) 감지 세션(sensing session)"은 물리적 공간 내의 객체들이 탐색, 검출 및/또는 특성화될 수 있는 기간을 지칭할 수 있다. 일 예에서, WLAN 감지 세션 동안, 몇몇 디바이스들이 참여하고, 이에 의해 감지 측정들의 생성에 기여한다.
- [0060] 아래의 다양한 실시예들의 설명을 관독하기 위해, 명세서들의 섹션들 및 그들의 각각의 콘텐츠에 대한 이하의 설명들이 도움이 될 수 있다:
- [0061] 섹션 A는 본 명세서에 설명된 실시예들을 실시하는데 유용할 수 있는 무선 통신 시스템, 무선 송신들 및 감지 측정들을 설명한다.
- [0062] 섹션 B는 Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들의 실시예들을 설명한다. 특히, 섹션 B는 시간 도메인에서 Wi-Fi 감지를 위한 채널 표현 정보를 생성하기 위한 Wi-Fi 시스템들 및 방법들을 설명한다.
- [0063] A. 무선 통신 시스템, 무선 송신들, 및 감지 측정들
- [0064] 도 1은 무선 통신 시스템(100)을 도시한다. 무선 통신 시스템(100)은 3개의 무선 통신 디바이스들: 제1 무선 통신 디바이스(102A), 제2 무선 통신 디바이스(102B), 및 제3 무선 통신 디바이스(102C)를 포함한다. 예제 무선 통신 시스템(100)은 추가적인 무선 통신 디바이스들 및 다른 컴포넌트들 (예를 들어, 추가적인 무선 통신 디바이스들, 하나 이상의 네트워크 서버들, 네트워크 라우터들, 네트워크 스위치들, 케이블들, 또는 다른 통신 링크들 등)을 포함할 수 있다.
- [0065] 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C)은 예를 들어, 무선 네트워크 표준 또는 다른 유형의 무선 통신 프로토콜에 따라 무선 네트워크에서 동작할 수 있다. 예를 들어, 무선 네트워크는 WLAN(Wireless Local Area Network), PAN(Personal Area Network), MAN(metropolitan area network), 또는 다른 유형의 무선 네트워크로서 동작하도록 구성될 수 있다. WLAN들의 예들은 IEEE에 의해 개발된 표준들의 802.11 패밀리 중 하나 이상에 따라 동작하도록 구성된 네트워크들(예를 들어, Wi-Fi 네트워크들) 등을 포함한다. PAN들의 예들은 단거리 통신 표준들(예를 들어, 블루투스®, NFC(Near Field Communication), 지그비(ZigBee)), 밀리미터파 통신들 등에 따라 동작하는 네트워크들을 포함한다.
- [0066] 일부 구현예들에서, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C)은 예를 들어, 셀룰러 네트워크 표준에 따라 셀룰러 네트워크에서 통신하도록 구성될 수 있다. 셀룰러 네트워크들의 예들은 2G 표준들 예컨대, GSM(Global System for Mobile) 및 EDGE(Enhanced Data rates for GSM Evolution) 또는 EGPRS; 3G 표준들 예컨대, CDMA(Code Division Multiple Access), WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access), UMTS(Universal Mobile Telecommunications System), 및 TD-SCDMA(Time Division Synchronous Code Division Multiple Access); 4G 표준들 예컨대, LTE(Long-Term Evolution) 및 LTE-A(LTE-Advanced); 5G 표준들, 및 다른 것들에 따라 구성된 네트워크들을 포함한다.
- [0067] 도 1에 도시된 예에서, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C)은 표준 무선 네트워크 컴포넌트들일 수 있거나 또는 이들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C)은 상업적으로 이용가능한 Wi-Fi 액세스 포인트들 또는 WAP의 모뎀 상에 명령들 (예를 들어, 소프트웨어 또는 펌웨어)로서 임베딩되는 본 명세서에서 설명된 하나 이상의 동작들을 수행하는 다른 유형의 무선 액세스 포인트(WAP)일 수 있다. 일부 경우들에서, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C)은, 예를 들어, 상업적으로 이용가능한 메시 네트워크 시스템 (예를 들어, 플룸 (Plume) Wi-Fi, 구글 Wi-Fi, 퀄컴 (Qualcomm) Wi-Fi SoN 등) 과 같은 무선 메시 네트워크의 노드들일 수 있다. 일부 경우들에서, 다른 유형의 표준 또는 종래의 Wi-Fi 송신기 디바이스가 사용될 수 있다.

일부 경우들에서, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C) 중 하나 이상은 메시 네트워크 내의 WAP들로서 구현될 수도 있는 한편, 다른 무선 통신 디바이스(들)(102A, 102B, 102C)는 WAP들 중 하나를 통해 메시 네트워크에 액세스하는 리프 디바이스(leaf device)들 (예를 들어, 모바일 디바이스들, 스마트 디바이스들 등)로서 구현된다. 일부 경우들에서, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C) 중 하나 이상은 모바일 디바이스 (예를 들어, 스마트폰, 스마트 워치, 태블릿, 랩톱 컴퓨터 등), 무선-인에이블(wireless-enabled) 디바이스 (예를 들어, 스마트 서모스탯, Wi-Fi 인에이블 카메라, 스마트 TV), 또는 무선 네트워크에서 통신하는 다른 유형의 디바이스이다.

[0068] 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C)은 Wi-Fi 컴포넌트들 없이 구현될 수 있다; 예를 들어, 다른 유형들의 표준 또는 비-표준 무선 통신이 모션 검출을 위해 사용될 수 있다. 일부 경우들에서, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C)은 전용 모션 검출 시스템일 수 있거나, 또는 전용 모션 검출 시스템의 일부일 수 있다. 예를 들어, 전용 모션 검출 시스템은 허브 디바이스 및 하나 이상의 비콘 디바이스들(원격 센서 디바이스들로서)을 포함할 수 있고, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C)은 모션 검출 시스템에서 허브 디바이스 또는 비콘 디바이스일 수 있다.

[0069] 도 1에 도시된 바와 같이, 무선 통신 디바이스(102C)는 모뎀(112), 프로세서(114), 메모리(116), 및 파워 유닛(118)을 포함하고; 무선 통신 시스템(100)에서의 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C) 중 임의의 무선 통신 디바이스는 동일한, 추가적인 또는 상이한 컴포넌트들을 포함할 수 있고, 컴포넌트들은 도 1에 도시된 바와 같이 또는 다른 방식으로 동작하도록 구성될 수 있다. 일부 구현예들에서, 무선 통신 디바이스의 모뎀(112), 프로세서(114), 메모리(116), 및 파워 유닛(118)은 공통 하우징 또는 다른 어셈블리에 함께 하우징된다. 일부 구현예들에서, 무선 통신 디바이스의 컴포넌트들 중 하나 이상은 예를 들어, 별개의 하우징 또는 다른 어셈블리에 개별적으로 하우징될 수 있다.

[0070] 모뎀(112)은 무선 신호들을 통신(수신, 송신, 또는 둘 모두)할 수 있다. 예를 들어, 모뎀(112)은 무선 통신 표준(예를 들어, Wi-Fi 또는 블루투스)에 따라 포맷팅된 라디오 주파수(RF) 신호들을 통신하도록 구성될 수 있다. 모뎀(112)은 도 1에 도시된 예시적인 무선 네트워크 모뎀(112)으로서 구현될 수 있거나, 또는 다른 방식으로, 예를 들어, 다른 유형들의 컴포넌트들 또는 서브시스템들로 구현될 수 있다. 일부 구현예들에서, 모뎀(112)은 라디오 서브시스템(radio subsystem) 및 기저대역 서브시스템을 포함한다. 일부 경우들에서, 기저대역 서브시스템 및 라디오 서브시스템은 공통 칩 또는 칩셋 상에 구현될 수 있거나, 이들은 카드 또는 다른 유형의 조립된 디바이스에 구현될 수 있다. 기저대역 서브시스템은, 예를 들어, 리드(lead)들, 핀(pin)들, 와이어(wire)들, 또는 다른 유형들의 접속들에 의해 라디오 서브시스템에 결합될 수 있다.

[0071] 일부 경우들에서, 모뎀(112) 내의 라디오 서브시스템은 하나 이상의 안테나들 및 라디오 주파수 회로부를 포함할 수 있다. 라디오 주파수 회로부는 예를 들어, 아날로그 신호를 필터링, 증폭 또는 달리 컨디셔닝(condition)하는 회로부, 기저대역 신호를 RF 신호로 상향 변환(up-convert)하는 회로부, RF 신호를 기저대역 신호로 하향 변환(down-convert)하는 회로부 등을 포함할 수 있다. 이러한 회로부는 예를 들어, 필터, 증폭기, 믹서, 로컬 오실레이터(local oscillator) 등을 포함할 수 있다. 라디오 서브시스템은 무선 통신 채널들 상에서 라디오 주파수 무선 신호들을 통신하도록 구성될 수 있다. 일 예로서, 라디오 서브시스템은 라디오 칩, RF 프론트 엔드(front end), 및 하나 이상의 안테나들을 포함할 수 있다. 라디오 서브시스템은 추가적인 또는 상이한 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 일부 구현예들에서, 라디오 서브시스템은 종래의 모뎀으로부터의, 예를 들어, Wi-Fi 모뎀, 피코 기지국 모뎀 등으로부터의 무선 전자기기(예를 들어, RF 프론트 엔드, 라디오 칩, 또는 유사한 컴포넌트들)일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 구현예들에서, 안테나는 다수의 안테나들을 포함한다.

[0072] 일부 경우들에서, 모뎀(112) 내의 기저대역 서브시스템은 예를 들어, 디지털 기저대역 데이터 처리하도록 구성된 디지털 전자기기를 포함할 수 있다. 일 예로서, 기저대역 서브시스템은 기저대역 칩을 포함할 수 있다. 기저대역 서브시스템은 추가적인 또는 상이한 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 기저대역 서브시스템은 디지털 신호 프로세서(DSP) 디바이스 또는 다른 유형의 프로세서 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 기저대역 시스템은 라디오 서브시스템을 동작시키고, 라디오 서브시스템을 통해 무선 네트워크 트래픽을 통신하고, 라디오 서브시스템을 통해 수신된 모션 검출 신호에 기초하여 움직임을 검출하거나 다른 유형의 프로세스를 수행하기 위한 디지털 처리 로직을 포함한다. 예를 들어, 기저대역 서브시스템은 신호들을 인코딩하고 인코딩된 신호들을 송신을 위해 라디오 서브시스템에 전달하거나, 또는 (예를 들어, 무선 통신 표준에 따라 신호들을 디코딩함으로써, 모션 검출 프로세스에 따라 신호들을 처리함으로써, 또는 다른 것에 의해) 라디오 서브시스템으로부터의 신호들에 인코딩된 데이터를 식별 및 분석하도록 구성된 하나 이상의 칩들, 칩셋들, 또는 다

른 유형들의 디바이스들을 포함할 수 있다.

- [0073] 일부 경우들에서, 모뎀(112) 내의 라디오 서브시스템은 기저대역 서브시스템으로부터 기저대역 신호들을 수신하고, 기저대역 신호들을 라디오 주파수(RF) 신호들로 상향 변환하고, (예를 들어, 안테나를 통해) 라디오 주파수 신호들을 무선으로 송신한다. 일부 경우들에서, 모뎀(112) 내의 라디오 서브시스템은 (예를 들어, 안테나를 통해) 라디오 주파수 신호들을 무선으로 수신하고, 라디오 주파수 신호들을 기저대역 신호들로 하향 변환하고, 기저대역 신호들을 기저대역 서브시스템으로 발송한다. 라디오 서브시스템과 기저대역 서브시스템 사이에서 교환되는 신호는 디지털 또는 아날로그 신호일 수 있다. 일부 예들에서, 기저대역 서브시스템은 변환 회로부(예를 들어, 디지털-아날로그 변환기, 아날로그-디지털 변환기)를 포함하고, 라디오 서브시스템과 아날로그 신호를 교환한다. 일부 예들에서, 라디오 서브시스템은 변환 회로부(예를 들어, 디지털-아날로그 변환기, 아날로그-디지털 변환기)를 포함하고, 기저대역 서브시스템과 디지털 신호를 교환한다.
- [0074] 일부 경우들에서, 모뎀(112)의 기저대역 서브시스템은 하나 이상의 네트워크 트래픽 채널 상에서 라디오 서브시스템을 통해 무선 통신 네트워크에서 무선 네트워크 트래픽(예를 들어, 데이터 패킷)을 통신할 수 있다. 모뎀(112)의 기저대역 서브시스템은 또한 전용 무선 통신 채널 상에서 라디오 서브시스템을 통해 신호들(예를 들어, 모션 프로브 신호들 또는 모션 검출 신호들)을 송신 또는 수신(또는 둘 모두)할 수 있다. 일부 경우들에서, 기저대역 서브시스템은 송신을 위해, 예를 들어, 모션을 위한 공간을 프로빙하기 위해 모션 프로브 신호(motion probe signal)들을 생성한다. 일부 경우들에서, 기저대역 서브시스템은, 예를 들어, 공간 내의 객체의 움직임을 검출하기 위해, 수신된 모션 검출 신호들(공간을 통해 송신된 모션 프로브 신호들에 기초한 신호들)을 처리한다.
- [0075] 프로세서(114)는, 예를 들어, 데이터 입력들에 기초하여 출력 데이터를 생성하기 위한 명령들을 실행할 수 있다. 명령들은 메모리에 저장된 프로그램들, 코드들, 스크립트(script)들, 또는 다른 유형들의 데이터를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 명령들은 사전-프로그래밍된 또는 재프로그래밍가능한 로직 회로들, 로직 게이트들, 또는 다른 유형들의 하드웨어 또는 펌웨어 컴포넌트들로서 인코딩될 수 있다. 프로세서(114)는 특수 코프로세서 또는 다른 유형의 데이터 처리 장치로서 범용 마이크로프로세서이거나 이를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 프로세서(114)는 무선 통신 디바이스(102C)의 하이 레벨 동작을 수행한다. 예를 들어, 프로세서(114)는 메모리(116)에 저장된 소프트웨어, 스크립트, 프로그램, 함수, 실행 파일, 또는 다른 명령을 실행하거나 해석하도록 구성될 수 있다. 일부 구현예들에서, 프로세서(114)는 모뎀(112)에 포함될 수 있다.
- [0076] 메모리(116)는 컴퓨터 판독가능 저장 매체, 예를 들어, 휘발성 메모리 디바이스, 비휘발성 메모리 디바이스, 또는 둘 모두를 포함할 수 있다. 메모리(116)는 하나 이상의 판독 전용 메모리 디바이스, 랜덤 액세스 메모리 디바이스, 버퍼 메모리 디바이스, 또는 이들 및 다른 유형의 메모리 디바이스의 조합을 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 메모리의 하나 이상의 컴포넌트들은 무선 통신 디바이스(102C)의 다른 컴포넌트와 통합되거나 달리 연관될 수 있다. 메모리(116)는 프로세서(114)에 의해 실행 가능한 명령들을 저장할 수 있다. 예를 들어, 명령들은, 예컨대 도 31, 도 32a 및 도 32b 중 임의의 것에서 설명된 예시적인 프로세스들의 동작들 중 하나 이상을 통해, 간섭 버퍼 및 모션 검출 버퍼를 사용하여 신호들을 시간-정렬하기 위한 명령들을 포함할 수 있다.
- [0077] 파워 유닛(118)은 무선 통신 디바이스(102C)의 다른 컴포넌트들에 파워를 제공한다. 예를 들어, 다른 컴포넌트들은 전압 버스 또는 다른 접속을 통해 파워 유닛(118)에 의해 제공되는 파워에 기초하여 동작할 수 있다. 일부 구현예들에서, 파워 유닛(118)은 배터리 또는 배터리 시스템, 예를 들어, 재충전 가능한 배터리를 포함한다. 일부 구현예들에서, 파워 유닛(118)은 (외부 소스로부터) 외부 파워 신호를 수신하고, 외부 파워 신호를 무선 통신 디바이스(102C)의 컴포넌트에 대해 컨디셔닝된 내부 파워 신호로 변환하는 어댑터(예를 들어, AC 어댑터)를 포함한다. 파워 유닛(118)은 다른 컴포넌트들을 포함하거나 다른 방식으로 동작할 수 있다.
- [0078] 도 1에 도시된 예에서, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B)은 (예를 들어, 무선 네트워크 표준, 모션 검출 프로토콜에 따라, 또는 다른 식으로) 무선 신호들을 송신한다. 예를 들어, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B)은 무선 모션 프로브 신호들(예를 들어, 기준 신호들, 비콘 신호들, 상태 신호들 등)을 브로드캐스트할 수 있거나, 또는 이들은 다른 디바이스들(예를 들어, 사용자 장비, 클라이언트 디바이스, 서버 등)로 어드레싱된 무선 신호들을 발송할 수 있고, 다른 디바이스들(도시되지 않음)뿐만 아니라 무선 통신 디바이스(102C)는 무선 통신 디바이스들(102A, 102B)에 의해 송신된 무선 신호들을 수신할 수 있다. 일부 경우들에서, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B)에 의해 송신된 무선 신호들은, 예를 들어, 무선 통신 표준 또는 다른 것에 따라 주기적으로 반복된다.
- [0079] 도시된 예에서, 무선 통신 디바이스(102C)는 무선 통신 디바이스들(102A, 102B)로부터의 무선 신호들을 처리하

여, 무선 신호들에 의해 액세스되는 공간 내의 객체의 움직임을 검출하거나, 검출된 움직임을 위치를 결정하거나, 또는 둘 모두를 행한다. 예를 들어, 무선 통신 디바이스(102C)는 도 31, 도 32a 및 도 32b 중 임의의 것과 관련하여 아래에서 설명되는 예시적인 프로세스들, 또는 움직임을 검출하거나 또는 검출된 움직임을 위치를 결정하기 위한 다른 유형의 프로세스의 하나 이상의 동작들을 수행할 수 있다. 무선 신호들에 의해 액세스되는 공간은, 예를 들어, 하나 이상의 완전히 또는 부분적으로 둘러싸인 영역들, 인클로저(enclosure)가 없는 개방 영역 등을 포함할 수 있는 실내 또는 실외 공간일 수 있다. 공간은 룬의 내부, 다수의 룬, 건물 등일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 예를 들어, 무선 통신 디바이스(102C)가 무선 신호들을 송신할 수 있고, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B)이 움직임을 검출하거나 검출된 움직임을 위치를 결정하기 위해 무선 통신 디바이스(102C)로부터의 무선 신호들을 처리할 수 있도록, 무선 통신 시스템(100)이 수정될 수 있다.

[0080] 모션 검출을 위해 사용되는 무선 신호들은, 예를 들어, 비콘 신호(예를 들어, 블루투스 비콘들, Wi-Fi 비콘들, 다른 무선 비콘 신호들), 무선 네트워크 표준에 따른 다른 목적들을 위해 생성된 다른 표준 신호, 또는 모션 검출 또는 다른 목적들을 위해 생성된 비-표준 신호들(예를 들어, 랜덤 신호들, 기준 신호들 등)을 포함할 수 있다. 예들에서, 모션 검출은 무선 신호들에 의해 반송되는 하나 이상의 트레이닝 필드들을 분석함으로써 또는 신호에 의해 반송되는 다른 데이터를 분석함으로써 수행될 수 있다. 일부 예들에서, 데이터는 모션 검출의 명백한 목적을 위해 추가될 것이고 또는 사용된 데이터는 명목상 다른 목적을 위해 있을 것이고 모션 검출을 위해 재사용 또는 용도 변경될 것이다. 일부 예들에서, 무선 신호들은 이동 객체와 상호작용하기 전 또는 그 후에 객체(예를 들어, 벽)를 통해 전파되며, 이는 이동 객체와 송신 또는 수신 하드웨어 사이의 광학 가시선(line-of-sight) 없이 이동 객체의 이동이 검출되게 할 수 있다. 수신된 신호들에 기초하여, 무선 통신 디바이스(102C)는 모션 검출 데이터를 생성할 수 있다. 일부 경우들에서, 무선 통신 디바이스(102C)는 모션 검출 데이터를, 룬, 빌딩, 실외 영역 등과 같은 공간 내의 움직임을 모니터링하기 위한 제어 센터를 포함할 수 있는 보안 시스템과 같은 다른 디바이스 또는 시스템에 통신할 수 있다.

[0081] 일부 구현예들에서, 무선 통신 디바이스들(102A, 102B)은 무선 네트워크 트래픽 신호들로부터 별개의 무선 통신 채널(예를 들어, 주파수 채널 또는 코딩된 채널) 상에서 모션 프로브 신호들(예를 들어, 모션을 위한 공간을 프로빙하기 위해 사용되는 기준 신호, 비콘 신호, 또는 다른 신호를 포함할 수 있음)을 송신하도록 수정될 수 있다. 예를 들어, 모션 프로브 신호의 페이로드에 적용된 변조 및 페이로드 내의 데이터 또는 데이터 구조의 유형은 무선 통신 디바이스(102C)에 의해 알려질 수 있으며, 이는 무선 통신 디바이스(102C)가 모션 감지를 위해 수행하는 처리의 양을 감소시킬 수 있다. 헤더(header)는, 예를 들어, 통신 시스템(100) 내의 다른 디바이스에 의해 모션이 검출되었는지 여부의 표시, 변조 유형의 표시, 신호를 송신하는 디바이스의 식별 등과 같은 추가 정보를 포함할 수 있다.

[0082] 도 1에 도시된 예에서, 무선 통신 시스템(100)은 무선 통신 디바이스들(102) 각각 사이에 무선 통신 링크들을 갖는 무선 메시 네트워크이다. 도시된 예에서, 무선 통신 디바이스(102C)와 무선 통신 디바이스(102A) 사이의 무선 통신 링크는 모션 검출 필드(110A)를 프로빙하기 위해 사용될 수 있고, 무선 통신 디바이스(102C)와 무선 통신 디바이스(102B) 사이의 무선 통신 링크는 모션 검출 필드(110B)를 프로빙하기 위해 사용될 수 있으며, 무선 통신 디바이스(102A)와 무선 통신 디바이스(102B) 사이의 무선 통신 링크는 모션 검출 필드(110C)를 프로빙하기 위해 사용될 수 있다. 일부 경우들에서, 각각의 무선 통신 디바이스(102)는 모션 검출 필드들(110)을 통해 무선 통신 디바이스들(102)에 의해 송신된 무선 신호들에 기초하는 수신된 신호들을 처리함으로써 해당 디바이스에 의해 액세스되는 모션 검출 필드들(110)에서 움직임을 검출한다. 예를 들어, 도 1에 도시된 사람(106)이 모션 검출 필드(110A) 및 모션 검출 필드(110C)에서 이동할 때, 무선 통신 디바이스들(102)은 개개의 모션 검출 필드들(110)을 통해 송신된 무선 신호들에 기초하는 수신된 신호들에 기초하여 움직임을 검출할 수 있다. 예를 들어, 무선 통신 디바이스(102A)는 모션 검출 필드들(110A, 110C)에서 사람(106)의 움직임을 검출할 수 있고, 무선 통신 디바이스(102B)는 모션 검출 필드(110C)에서 사람(106)의 움직임을 검출할 수 있으며, 무선 통신 디바이스(102C)는 모션 검출 필드(110A)에서 사람(106)의 움직임을 검출할 수 있다.

[0083] 일부 경우들에서, 모션 검출 필드들(110)은, 무선 전자기 신호들이 전파될 수 있는 예를 들어, 공기, 고체 물질들, 액체들, 또는 다른 매체를 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 예에서, 모션 검출 필드(110A)는 무선 통신 디바이스(102A)와 무선 통신 디바이스(102C) 사이의 무선 통신 채널을 제공하고, 모션 검출 필드(110B)는 무선 통신 디바이스(102B)와 무선 통신 디바이스(102C) 사이의 무선 통신 채널을 제공하고, 모션 검출 필드(110C)는 무선 통신 디바이스(102A)와 무선 통신 디바이스(102B) 사이의 무선 통신 채널을 제공한다. 동작의 일부 양태들에서, (네트워크 트래픽을 위해 무선 통신 채널과 별개이거나 또는 무선 통신 채널과 공유되는) 무선 통신 채널 상에서 송신되는 무선 신호들은 공간 내의 객체의 움직임을 검출하는 데 사용된다. 객체들은 임의의 유형의 정적 또

는 이동 가능한 객체일 수 있고, 살아 있는 것 또는 죽은 것(inanimate)일 수 있다. 예를 들어, 객체는 사람(예를 들어, 도 1에 도시된 사람(106)), 동물, 무생물 객체(inorganic object), 또는 다른 디바이스, 장치 또는 어셈블리), 공간의 경계의 전부 또는 일부를 정의하는 객체(예를 들어, 벽, 문, 창문 등), 또는 다른 유형의 객체일 수 있다. 일부 구현예들에서, 무선 통신 디바이스들로부터의 모션 정보는 검출된 움직임의 위치를 결정하기 위해 분석될 수 있다. 예를 들어, 아래에서 추가로 설명되는 바와 같이, 무선 통신 디바이스들(102) 중 하나(또는 무선 통신 디바이스들(102)에 통신 가능하게 결합된 다른 디바이스)는 검출된 모션이 특정 무선 통신 디바이스 근처에 있다고 결정할 수 있다.

[0084] 도 2a 및 도 2b는 무선 통신 디바이스들(204A, 204B, 204C) 사이에서 통신되는 예시적인 무선 신호들을 도시하는 다이어그램들이다. 무선 통신 디바이스들(204A, 204B, 204C)은, 예를 들어, 도 1에 도시된 무선 통신 디바이스들(102A, 102B, 102C) 또는 다른 유형들의 무선 통신 디바이스들일 수 있다. 무선 통신 디바이스들(204A, 204B, 204C)은 공간(200)을 통해 무선 신호들을 송신한다. 공간(200)은 하나 이상의 경계에서 완전히 또는 부분적으로 둘러싸이거나 개방될 수 있다. 일 예에서, 공간(200)은 감지 공간일 수 있다. 공간(200)은 룸의 내부, 다수의 룸들, 빌딩, 실내 영역, 실외 영역 등일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 제1 벽(202A), 제2 벽(202B), 및 제3 벽(202C)은 도시된 예에서 공간(200)을 적어도 부분적으로 둘러싼다.

[0085] 도 2a 및 도 2b에 도시된 예에서, 무선 통신 디바이스(204A)는 무선 신호들을 반복적으로 (예를 들어, 주기적으로, 간헐적으로, 스케줄링된, 스케줄링되지 않은, 또는 랜덤 간격들로 등) 송신하도록 동작가능하다. 무선 통신 디바이스들(204B, 204C)은 무선 통신 디바이스(204A)에 의해 송신된 신호들에 기초하여 신호들을 수신하도록 동작가능하다. 무선 통신 디바이스들(204B, 204C) 각각은 공간(200)에서 객체의 움직임을 검출하기 위해 수신된 신호들을 처리하도록 구성되는 모뎀 (예를 들어, 도 1에 도시된 모뎀(112))을 갖는다.

[0086] 도시된 바와 같이, 객체는 도 2a의 제1 위치(214A)에 있고, 객체는 도 2b의 제2 위치(214B)로 이동하였다. 도 2a 및 도 2b에서, 공간(200) 내의 이동 객체는 인간으로 표현되지만, 이동 객체는 다른 유형의 객체일 수 있다. 예를 들어, 이동 객체는 동물, 무생물 객체(예를 들어, 시스템, 디바이스, 장치 또는 어셈블리), 공간(200)의 경계의 전부 또는 일부를 정의하는 객체(예를 들어, 벽, 문, 창문 등), 또는 다른 유형의 객체일 수 있다.

[0087] 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신된 무선 신호들의 다수의 예시적인 경로들이 점선들에 의해 예시된다. 제1 신호 경로(216)를 따라, 무선 신호는 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신되고, 무선 통신 디바이스(204B)를 향하여 제1 벽(202A)에서 반사된다. 제2 신호 경로(218)를 따라, 무선 신호는 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신되고, 무선 통신 디바이스(204C)를 향하여 제2 벽(202B) 및 제1 벽(202A)에서 반사된다. 제3 신호 경로(220)를 따라, 무선 신호는 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신되고, 무선 통신 디바이스(204C)를 향하여 제2 벽(202B)에서 반사된다. 제4 신호 경로(222)를 따라, 무선 신호는 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신되고, 무선 통신 디바이스(204B)를 향하여 제3 벽(202C)에서 반사된다.

[0088] 도 2a에서, 제5 신호 경로(224A)를 따라, 무선 신호는 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신되고 무선 통신 디바이스(204C)를 향해 제1 위치(214A)에서 객체에서 반사된다. 도 2a와 도 2b 사이에서, 객체의 표면은 공간(200)에서 제1 위치(214A)로부터 제2 위치(214B)로 이동한다(예를 들어, 제1 위치(214A)로부터 일정 거리 이격됨). 도 2b에서, 제6 신호 경로(224B)를 따라, 무선 신호는 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신되고 무선 통신 디바이스(204C)를 향해 제2 위치(214B)에서 객체에서 반사된다. 도 2b에 도시된 제6 신호 경로(224B)는 제1 위치(214A)로부터 제2 위치(214B)로의 객체의 이동으로 인해 도 2a에 도시된 제5 신호 경로(224A)보다 길다. 일부 예들에서, 신호 경로는 공간 내의 객체의 이동으로 인해 추가, 제거 또는 달리 수정될 수 있다.

[0089] 도 2a 및 도 2b에 도시된 예시적인 무선 신호들은 각각의 경로들을 통해 감쇠, 주파수 시프트들, 위상 시프트들, 또는 다른 효과들을 경험할 수 있고, 예를 들어, 제1, 제2 및 제3 벽들(202A, 202B, 및 202C)을 통해 다른 방향으로 전파되는 부분들을 가질 수 있다. 일부 예들에서, 무선 신호들은 라디오 주파수(RF) 신호들이다. 무선 신호는 다른 유형의 신호를 포함할 수 있다.

[0090] 도 2a 및 도 2b에 도시된 예에서, 무선 통신 디바이스(204A)는 무선 신호를 반복적으로 송신할 수 있다. 특히, 도 2a는 제1 시간에 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신되는 무선 신호를 도시하고, 도 2b는 제2의 나중에 시간에 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신되는 동일한 무선 신호를 도시한다. 송신된 신호는 연속적으로, 주기적으로, 무작위 또는 간헐적인 시간 등, 또는 이들의 조합으로 송신될 수 있다. 송신된 신호는 주파수 대역폭에서 다수의 주파수 성분들을 가질 수 있다. 송신된 신호는 전방향성(omnidirectional) 방식으로, 지향성 방식으로 또는 다른 방식으로 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신될 수 있다. 도시된 예에서, 무선 신호들은 공간(200) 내의 다수의 개개의 경로들을 횡단하고, 각각의 경로를 따른 신호는 경로 손실들, 산란, 반사 등으로 인

해 감쇠될 수 있고, 위상 또는 주파수 오프셋을 가질 수 있다.

[0091] 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 제1 내지 제6 경로들(216, 218, 220, 222, 224A, 및 224B)로부터의 신호들은 수신된 신호들을 형성하기 위해 무선 통신 디바이스(204C) 및 무선 통신 디바이스(204B)에서 조합된다. 공간(200) 내의 다수의 경로들이 송신된 신호에 미치는 영향 때문에, 공간(200)은 송신된 신호가 입력되고, 수신된 신호가 출력되는 전달 함수(예를 들어, 필터)로서 표현될 수 있다. 객체가 공간(200)에서 이동할 때, 신호 경로의 신호에 영향을 받는 감쇠 또는 위상 오프셋이 변할 수 있고, 따라서 공간(200)의 전달 함수가 변할 수 있다. 동일한 무선 신호가 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신된다고 가정하면, 공간(200)의 전달 함수가 변경되면, 해당 전달 함수의 출력 - 수신된 신호 - 도 또한 변경될 것이다. 수신된 신호의 변화는 객체의 움직임을 검출하는데 사용될 수 있다.

[0092] 수학적으로, 제1 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신된 송신 신호 $f(t)$ 는 식(1)에 따라 설명될 수 있다 :

[0093]
$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{j\omega_n t} \quad \dots(1)$$

[0094] 여기서, ω_n 은 송신 신호의 n 번째 주파수 성분의 주파수를 나타내고, c_n 은 n 번째 주파수 성분의 복소 계수를 나타내고, t 는 시간을 나타낸다. 송신된 신호 $f(t)$ 가 제1 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신됨으로써, 경로 k 로부터의 출력 신호 $r_k(t)$ 는 식(2)에 따라 설명될 수 있다 :

[0095]
$$r_k(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \alpha_{n,k} c_n e^{j(\omega_n t + \phi_{n,k})} \quad \dots(2)$$

[0096] 여기서, $\alpha_{n,k}$ 는 경로 k 를 따른 n 번째 주파수 성분에 대한 감쇠 인자(또는 예를 들어, 산란, 반사, 및 경로 손실들로 인한; 채널 응답)를 나타내고, $\phi_{n,k}$ 는 경로 k 를 따른 n 번째 주파수 성분에 대한 신호의 위상을 나타낸다. 그런 다음, 무선 통신 디바이스에서 수신된 신호, R 는 무선 통신 디바이스로의 모든 경로들로부터 모든 출력 신호들 $r_k(t)$ 의 합으로서 설명될 수 있으며, 이는 식 (3)에 도시된다:

[0097]
$$R = \sum_k r_k(t) \quad \dots (3)$$

[0098] 식(2)를 식 (3)에 대입하면 다음 식 (4)가 된다 :

[0099]
$$R = \sum_k \sum_{n=-\infty}^{\infty} (\alpha_{n,k} e^{j\phi_{n,k}}) c_n e^{j\omega_n t} \quad \dots (4)$$

[0100] 그런 다음 무선 통신 디바이스에서 수신 신호 R 이 분석될 수 있다. 무선 통신 디바이스에서의 수신 신호 R 은, 예를 들어, 고속 푸리에 변환 (FFT) 또는 다른 유형의 알고리즘을 사용하여 주파수 도메인으로 변환될 수 있다. 변환된 신호는 (n 개의 주파수(ω_n)에서) 개개의 주파수 성분들 각각에 대해 하나씩, 일련의 n 개의 복소 값들로서 수신 신호 R 을 나타낼 수 있다. 주파수 ω_n 에서의 주파수 성분에 대해, 복소값 H_n 은 식(5)에서 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0101]
$$H_n = \sum_k c_n \alpha_{n,k} e^{j\phi_{n,k}} \quad \dots(5)$$

[0102] 주어진 주파수 성분 ω_n 에 대한 복소 값 H_n 은 주어진 주파수 성분 ω_n 에서 수신된 신호의 상대적 크기 및 위상 오프셋을 나타낸다. 객체가 공간에서 이동할 때, 공간 변화의 채널 응답 $\alpha_{n,k}$ 로 인해 복소 값 H_n 이 변한다. 따라서, 채널 응답에서 검출된 변화는 통신 채널 내의 객체의 움직임을 나타낼 수 있다. 일부 경우들에서, 잡음(noise), 간섭, 또는 다른 현상들은 수신기에 의해 검출된 채널 응답에 영향을 미칠 수 있고, 모션 검출 시스템은 모션 검출 능력들의 정확도 및 품질을 개선하기 위해 이러한 영향들을 감소시키거나 격리시킬 수 있다. 일부 구현예들에서, 전체 채널 응답은 식 6에서 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0103]
$$h_{ch} = \sum_k \sum_{n=-\infty}^{\infty} \alpha_{n,k} \quad \dots (6)$$

[0104] 일부 경우들에서, 공간에 대한 채널 응답 h_{ch} 은, 예를 들어, 추정된 수학적 이론에 기초하여 결정될 수 있다. 예

를 들어, 기준 신호 R_{ef} 는 후보 채널 응답 (h_{ch})로 수정될 수 있고, 그 후 최대 우도 접근법(maximum likelihood approach)이 수신된 신호(R_{cvd})에 최상의 매칭을 제공하는 후보 채널을 선택하는데 사용될 수 있다. 일부 경우들에서, 추정된 수신 신호($\hat{R}_{cvd}$)는 기준 신호 (R_{ef})와 후보 채널 응답 (h_{ch})의 컨볼루션(convolution)으로부터 획득되고, 그런 다음 채널 응답 (h_{ch})의 채널 계수들은 추정된 수신 신호 ($\hat{R}_{cvd}$)의 제곱 오차를 최소화하도록 변화된다. 이는 식 (7)에서 다음과 같이 수학적으로 예시될 수 있다:

[0105]

$$R_{cvd} = R_{ef} \otimes h_{ch} = \sum_{k=-m}^m R_{ef}(n-k)h_{ch}(k) \quad \dots (7)$$

[0106]

최적화 기준 사용을 사용하면

[0107]

$$\min_{h_{ch}} \sum (\hat{R}_{cvd} - R_{cvd})^2$$

[0108]

최소화 또는 최적화 프로세스는 LMS(Least Mean Squares), RLS(Recursive Least Squares), BLS(Batch Least Squares) 등과 같은 적응적 필터링 기술을 이용할 수 있다. 채널 응답은 유한 임펄스 응답(FIR) 필터, 무한 임펄스 응답(IIR) 필터 등일 수 있다. 상기 식에 도시된 바와 같이, 수신 신호는 기준 신호와 채널 응답의 컨볼루션으로서 간주될 수 있다. 컨볼루션 연산은 채널 계수들이 기준 신호의 지연된 복제물들 각각과 어느 정도의 상관도를 갖는다는 것을 의미한다. 따라서, 상기 식에 도시된 바와 같은 컨볼루션 연산은 수신된 신호가 상이한 지연 포인트들에서 나타나고, 각각의 지연된 복제물은 채널 계수에 의해 가중되는 것을 보여준다.

[0109]

도 3a 및 도 3b는 도 2a 및 도 2b의 무선 통신 디바이스들(204A, 204B, 204C) 사이에서 통신되는 무선 신호들로부터 계산된 채널 응답(360) 및 채널 응답(370)의 예들을 도시하는 플롯들이다. 도 3a 및 도 3b는 또한 무선 통신 디바이스(204A)에 의해 송신된 초기 무선 신호의 주파수 도메인 표현(350)을 도시한다. 도시된 예들에서, 도 3a의 채널 응답(360)은 공간(200)에서 움직임이 없을 때 무선 통신 디바이스(204B)에 의해 수신된 신호들을 나타내고, 도 3b의 채널 응답(370)은 객체가 공간(200)에서 이동한 후에 도 2b의 무선 통신 디바이스(204B)에 의해 수신된 신호들을 나타낸다.

[0110]

도 3a 및 도 3b에 도시된 예에서, 예시의 목적들을 위해, 무선 통신 디바이스(204A)는 주파수 도메인 표현(350)에 도시된 바와 같이, 플랫(flat) 주파수 프로파일 (각각의 주파수 컴포넌트 (f_1 , f_2 , 및 f_3)의 크기는 동일함)을 갖는 신호를 송신한다. 공간(200)(및 그 내부의 객체들)과의 신호의 상호작용 때문에, 무선 통신 디바이스(204A)로부터 발송된 신호에 기초하는 무선 통신 디바이스(204B)에서 수신된 신호들은 송신된 신호와 상이하다. 이 예에서, 송신된 신호가 플랫 주파수 프로파일을 갖는 경우, 수신된 신호는 공간(200)의 채널 응답을 나타낸다. 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 채널 응답(360) 및 채널 응답(370)은 송신된 신호의 주파수 도메인 표현(350)과 상이하다. 공간(200)에서 움직임이 발생할 때, 채널 응답의 변화가 또한 발생할 것이다. 예를 들어, 도 3b에 도시된 바와 같이, 공간(200)에서의 객체의 움직임과 연관된 채널 응답(370)은 공간(200)에서의 움직임이 없는 것과 연관된 채널 응답(360)으로부터 변한다.

[0111]

또한, 객체가 공간(200) 내에서 이동할 때, 채널 응답은 채널 응답(370)과 다를 수 있다. 일부 경우들에서, 공간(200)은 별개의 영역들로 분할될 수 있고, 각각의 영역과 연관된 채널 응답들은 아래에서 설명되는 바와 같이 하나 이상의 특성들(예를 들어, 형상)을 공유할 수 있다. 따라서, 상이한 별개의 영역들 내의 객체의 모션이 구별될 수 있고, 검출된 움직임의 위치는 채널 응답들의 분석에 기초하여 결정될 수 있다.

[0112]

도 4a 및 도 4b는 공간(400)의 별개의 영역들, 제1 영역(408) 및 제3 영역(412)에서 객체(406)의 움직임과 연관된 예시적인 채널 응답(401) 및 채널 응답(403)을 도시하는 다이어그램들이다. 도시된 예들에서, 공간(400)은 건물이고, 공간(400)은 복수의 별개의 영역들 - 제1 영역(408), 제2 영역(410), 제3 영역(412), 제4 영역(414), 및 제5 영역(416)으로 분할된다. 공간(400)은 일부 경우들에서, 추가적인 또는 더 적은 영역들을 포함할 수 있다. 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이, 공간(400) 내의 영역들은 룸들 사이의 벽들에 의해 정의될 수 있다. 또한, 영역은 건물의 층 사이의 천장에 의해 정의될 수 있다. 예를 들어, 공간(400)은 추가 룸들을 갖는 추가 층들을 포함할 수 있다. 또한, 일부 경우들에서, 공간의 복수의 영역들은 다층 건물에서의 다수의 층들, 건물에서의 다수의 룸들, 또는 건물의 특정 층 상의 다수의 룸들 또는 이들을 포함할 수 있다. 도 4a에 도시된 예에서, 제1 영역(408)에 위치된 객체는 사람(406)으로 표현되지만, 이동 객체는 동물 또는 무생물 객체와 같은

다른 유형의 객체일 수 있다.

[0113] 도시된 예에서, 무선 통신 디바이스(402A)는 공간(400)의 제 4 영역(414)에 위치되고, 무선 통신 디바이스(402B)는 공간(400)의 제 2 영역(410)에 위치되며, 무선 통신 디바이스(402C)는 공간(400)의 제 5 영역(416)에 위치된다. 무선 통신 디바이스들(402)은 도 1의 무선 통신 디바이스들(102)과 동일하거나 유사한 방식으로 동작할 수 있다. 예를 들어, 무선 통신 디바이스들(402)은 무선 신호들을 송신 및 수신하고, 수신된 신호들에 기초하여 공간(400)에서 움직임이 발생했는지 여부를 검출하도록 구성될 수 있다. 일 예로서, 무선 통신 디바이스들(402)은 공간(400)을 통해 모션 프로브 신호들을 주기적으로 또는 반복적으로 송신하고, 모션 프로브 신호들에 기초하여 신호들을 수신할 수 있다. 무선 통신 디바이스들(402)은 예를 들어, 수신된 신호들에 기초하여 공간(400)과 연관된 채널 응답들을 분석함으로써, 객체가 공간(400)에서 이동했는지 여부를 검출하기 위해 수신된 신호들을 분석할 수 있다. 또한, 일부 구현예들에서, 무선 통신 디바이스들(402)은 공간(400) 내의 검출된 움직임의 위치를 식별하기 위해 수신된 신호들을 분석할 수 있다. 예를 들어, 무선 통신 디바이스들(402)은 채널 응답들이 공간(400)의 제1 내지 제5 영역들(408, 410, 412, 414, 416)과 연관되는 것으로 알려진 채널 응답들과 동일하거나 유사한 특성들을 공유하는지 여부를 결정하기 위해 채널 응답의 특성들을 분석할 수 있다.

[0114] 도시된 예들에서, 무선 통신 디바이스들(402) 중 하나(또는 그 초과)는 공간(400)을 통해 모션 프로브 신호(예를 들어, 기준 신호)를 반복적으로 송신한다. 모션 프로브 신호들은 일부 경우들에서 플랫 주파수 프로파일을 가질 수 있고, 여기서 f_1 , f_2 , 및 f_3 의 크기는 동일하거나 거의 동일하다. 예를 들어, 모션 프로브 신호들은 도 3a 및 도 3a에 도시된 주파수 도메인 표현(350)과 유사한 주파수 응답을 가질 수 있다. 모션 프로브 신호들은 일부 경우들에서 상이한 주파수 프로파일을 가질 수 있다. 기준 신호와 공간(400)(및 그 내부의 객체들)의 상호작용 때문에, 다른 무선 통신 디바이스(402)로부터 송신된 모션 프로브 신호에 기초하는 다른 무선 통신 디바이스(402)에서 수신된 신호들은 송신된 기준 신호와 상이하다.

[0115] 수신된 신호들에 기초하여, 무선 통신 디바이스들(402)은 공간(400)에 대한 채널 응답을 결정할 수 있다. 공간 내의 별개의 영역들에서 움직임이 발생할 때, 별개의 특성들이 채널 응답들에서 보여질 수 있다. 예를 들어, 채널 응답들은 공간(400)의 동일한 영역 내의 움직임에 대해 약간 상이할 수 있지만, 별개의 영역들에서의 움직임과 연관된 채널 응답들은 일반적으로 동일한 형상 또는 다른 특성들을 공유할 수 있다. 예를 들어, 도 4a의 채널 응답(401)은 공간(400)의 제1 영역(408)에서의 객체(406)의 움직임과 연관된 예시적인 채널 응답을 나타내는 반면, 도 4b의 채널 응답(403)은 공간(400)의 제3 영역(412)에서의 객체(406)의 움직임과 연관된 예시적인 채널 응답을 나타낸다. 채널 응답(401) 및 채널 응답(403)은 공간(400) 내의 동일한 무선 통신 디바이스(402)에 의해 수신된 신호들과 연관된다.

[0116] 도 4c 및 도 4d는 공간(400)에서 발생하는 움직임이 없는 것과 연관된 채널 응답(460) 상에 오버레이된 도 4a 및 도 4b의 채널 응답들(401, 403)을 도시하는 플롯들이다. 도시된 예에서, 무선 통신 디바이스(402)는 주파수 도메인 표현(450)에 도시된 바와 같이 플랫 주파수 프로파일을 갖는 모션 프로브 신호를 송신한다. 공간(400)에서 움직임이 발생할 때, 채널 응답에서의 변동은 움직임이 없는 것과 연관된 채널 응답(460)에 대해 발생할 것이고, 따라서, 공간(400) 내의 객체의 움직임은 채널 응답들에서의 변동들을 분석함으로써 검출될 수 있다. 또한, 공간(400) 내의 검출된 움직임의 상대적 위치가 식별될 수 있다. 예를 들어, 움직임과 연관된 채널 응답들의 형상은 공간(400)의 별개의 영역 내에서 발생한 것으로 움직임을 카테고리화하기 위해 (예를 들어, 트레이닝된 AI 모델을 사용하여) 기준 정보와 비교될 수 있다.

[0117] 공간(400)에 움직임이 없을 때 (예를 들어, 객체(406)가 존재하지 않을 때), 무선 통신 디바이스(402)는 움직임이 없는 것과 연관된 채널 응답(460)을 계산할 수 있다. 다수의 인자들로 인해 채널 응답에서 약간의 변동들이 발생할 수 있지만; 상이한 시간 기간들과 연관된 다수의 채널 응답들(460)은 하나 이상의 특성들을 공유할 수 있다. 도시된 예에서, 움직임이 없는 것과 연관된 채널 응답(460)은 감소하는 주파수 프로파일을 갖는다(각각의 주파수 성분 f_1 , f_2 및 f_3 의 크기는 이전보다 작다). 채널 응답(460)의 프로파일은 (예를 들어, 무선 통신 디바이스들(402)의 상이한 룸 레이아웃(layout)들 또는 배치에 기초하여) 일부 경우들에서 상이할 수 있다.

[0118] 공간(400)에서 움직임이 발생할 때, 채널 응답의 변화가 발생할 것이다. 예를 들어, 도 4c 및 도 4d에 도시된 예들에서, 제1 영역(408)에서의 객체(406)의 움직임과 연관된 채널 응답(401)은 움직임이 없는 것과 연관된 채널 응답(460)과 상이하고, 제3 영역(412)에서의 객체(406)의 움직임과 연관된 채널 응답(403)은 움직임이 없는 것과 연관된 채널 응답(460)과 상이하다. 채널 응답(401)은 오목-포물선 주파수 프로파일(중간 주파수 성분(f_2)의 크기는 외부 주파수 성분(f_1 및 f_3)보다 작음)을 갖는 반면, 채널 응답(403)은 볼록-점근성(convex-

asymptotic) 주파수 프로파일(중간 주파수 성분(f_2)의 크기는 외부 주파수 성분(f_1 및 f_3)보다 큼)을 갖는다. 채널 응답들 (401, 403)의 프로파일들은 (예를 들어, 무선 통신 디바이스들 (402)의 상이한 룸 레이아웃들 또는 배치에 기초하여) 일부 경우들에서 상이할 수 있다.

[0119] 채널 응답들을 분석하는 것은 디지털 필터를 분석하는 것과 유사한 것으로 간주될 수 있다. 채널 응답은 공간 내의 객체들의 반사들뿐만 아니라 움직이는 또는 정적 사람에 의해 생성된 반사들을 통해 형성될 수 있다. 반사체(예를 들어, 사람)가 이동할 때, 반사체는 채널 응답을 변경한다. 이는 디지털 필터의 등가 탭(tab)들의 변화로 해석될 수 있으며, 이는 극(pole)들 및 제로들을 갖는 것으로 생각될 수 있다(극들은 채널 응답의 주파수 성분들을 증폭시키고 응답에서 마루(peak)들 또는 고점(high point)들로서 나타나는 반면, 제로들은 채널 응답의 주파수 성분들을 감쇠시키고 응답에서 골(trough)들, 저점(low point)들 또는 널(null)들로서 나타난다). 변화하는 디지털 필터는 마루들 및 골들의 위치들에 의해 특징지어질 수 있고, 채널 응답은 마루들 및 골들에 의해 유사하게 특징지어질 수 있다. 예를 들어, 일부 구현예들에서, (예를 들어, 주파수 축 상의 위치 및 크기를 마킹함으로써) 채널 응답의 주파수 성분들에서 널(null)들 및 마루들을 분석하여, 움직임이 검출될 수 있다.

[0120] 일부 구현예들에서, 움직임을 검출하기 위해 시계열 집성(time series aggregation)이 사용될 수 있다. 시계열 집성은 이동 윈도우에 걸쳐 채널 응답의 특징부들을 관찰하고 통계적 측정치들(예를 들어, 평균, 분산, 주성분들 등)을 사용하여 윈도우된 결과를 집성함으로써 수행될 수 있다. 움직임의 인스턴스들 동안, 특정 디지털-필터 특징부들은 산란 장면의 연속적인 변화로 인해 일부 값들 사이에서 위치 및 플립-플롭(flip-flop)이 변위될 것이다. 즉, 등가의 디지털 필터는 (움직임으로 인해) 그 마루들 및 널들에 대한 값들의 범위를 나타낸다. 이러한 범위의 값들을 검토함으로써, 고유 프로파일들(예들에서, 프로파일들은 또한 시그니처(signature)들로 지칭될 수 있음)은 공간 내의 별개의 영역들에 대해 식별될 수 있다.

[0121] 일부 구현예들에서, 인공 지능 (AI) 모델은 데이터를 처리하는 데 사용될 수 있다. AI 모델은 다양한 유형, 예를 들어, 선형 회귀 모델, 로지스틱 회귀 모델, 선형 판별 분석 모델, 결정 트리 모델, 나이브 베이즈 모델, K-최근접 이웃 모델, 학습 벡터 양자화 모델, 지원 벡터 머신, 배깅 및 랜덤 포레스트 모델(bagging and random forest model), 및 심층 신경망일 수 있다. 일반적으로, 모든 AI 모델들은 입력 값들과 출력 값들 사이의 가장 정밀한 상관관계를 제공하는 함수를 학습하는 것을 목표로 하고, 상관되는 것으로 알려진 입력들 및 출력들의 이력 세트들을 사용하여 트레이닝된다. 예들에서, 인공 지능은 또한 기계 학습으로 지칭될 수 있다.

[0122] 일부 구현예들에서, 공간(400)의 별개의 영역들에서의 움직임과 연관된 채널 응답들의 프로파일들이 학습될 수 있다. 예를 들어, 기계 학습은 공간의 별개의 영역들 내의 객체의 움직임으로 채널 응답 특성들을 카테고리화하는 데 사용될 수 있다. 일부 경우들에서, 무선 통신 디바이스들(402)과 연관된 사용자(예를 들어, 공간(400)의 소유자 또는 다른 점유자)는 학습 프로세스를 보조할 수 있다. 예를 들어, 도 4a 및 도 4b에 도시된 예들을 참조하면, 사용자는 학습 단계 동안 제1 내지 제5 영역들(408, 410, 412, 414, 416) 각각에서 이동할 수 있고, 그/그녀가 공간(400) 내의 특정 영역들 중 하나에서 이동하고 있음을 (예를 들어, 모바일 컴퓨팅 디바이스 상의 사용자 인터페이스를 통해) 나타낼 수 있다. 예를 들어, 사용자가 (예를 들어, 도 4a에 도시된 바와 같이) 제1 영역(408)을 통해 이동하는 동안, 사용자는 모바일 컴퓨팅 디바이스 상에 그/그녀가 제1 영역(408)에 있음을 나타낼 수 있다(그리고, 해당 영역을 "침실", "거실", "주방", 또는 적절한 경우, 건물의 다른 유형의 룸으로서 명명할 수 있다). 채널 응답들은 사용자가 영역을 통해 이동할 때 획득될 수 있고, 채널 응답들은 사용자의 표시된 위치(영역)와 "태깅(tagged)"될 수 있다. 사용자는 공간(400)의 다른 영역들에 대해 동일한 프로세스를 반복할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "태깅된(tagged)"은 사용자의 표시된 위치 또는 임의의 다른 정보로 채널 응답을 마킹하고 식별하는 것을 지칭할 수 있다.

[0123] 그런 다음, 태깅된 채널 응답들은 별개의 영역들에서의 움직임과 연관된 채널 응답들의 고유 특성들을 식별하기 위해 (예를 들어, 기계 학습 소프트웨어에 의해) 처리될 수 있다. 일단 식별되면, 식별된 고유 특성들은 새롭게 계산된 채널 응답들에 대한 검출된 움직임의 위치를 결정하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, AI 모델은 태깅된 채널 응답을 사용하여 트레이닝될 수 있고, 트레이닝되면 새롭게 계산된 채널 응답이 AI 모델에 입력될 수 있고, AI 모델은 검출된 움직임의 위치를 출력할 수 있다. 예를 들어, 일부 경우들에서, 평균, 범위 및 절대값이 AI 모델에 입력된다. 일부 경우들에서, 복소 채널 응답 자체의 크기 및 위상이 또한 입력될 수 있다. 이러한 값들은 AI 모델이 공간의 별개의 영역들에서 움직임에 대해 정확한 예측들을 하는 것과 가장 관련이 있는 특징부들을 픽업하기 위해 임의의 프론트-엔드 필터들을 디자인할 수 있게 한다. 일부 구현예들에서, AI 모델은 확률적 구배 강하(stochastic gradient descent)를 수행함으로써 트레이닝된다. 예를 들어, 특정 구역 동안 가장 활성인 채널 응답 변동들이 트레이닝 동안 모니터링될 수 있고, 특정 채널 변동들은 (이러한 형상들, 경향들 등

과 상관하기 위해 제1 계층에서 가중치들을 트레이닝 및 적응시킴으로써) 크게 가중될 수 있다. 가중된 채널 변동들은 사용자가 특정 영역에 존재할 때 활성화되는 메트릭을 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0124] 채널 응답 널들 및 마루들과 같은 추출된 특징부들에 대해, (널(null)들/마루(peak)들의) 시계열은 이동 윈도우 내의 집성을 사용하여, 과거 및 현재 몇 개의 특징부들의 스냅샷을 취하고, 네트워크에 대한 입력으로서 해당 집성된 값을 사용하여 생성될 수 있다. 따라서, 네트워크는, 가중치들을 적응시키면서, 특정 영역에서 값들을 집성하여 이들을 클러스터링하려고 시도할 것이며, 이는 로지스틱 분류기 기반 결정 표면(logistic classifier based decision surface)들을 생성함으로써 행해질 수 있다. 결정 표면들은 상이한 클러스터들을 분할하고, 후속 계층들은 단일 클러스터 또는 클러스터들의 조합에 기초하여 카테고리들을 형성할 수 있다.

[0125] 일부 구현예들에서, AI 모델은 2개 이상의 추론 계층을 포함한다. 제1 계층은 상이한 농도의 값들을 별개의 클러스터들로 분할할 수 있는 로지스틱 분류기(logistic classifier)로서 작용하는 한편, 제2 계층은 별개의 영역에 대한 카테고리들을 생성하기 위해 이들 클러스터들 중 일부를 함께 조합한다. 추가적으로, 후속 계층들은 2개 초과와 카테고리들의 클러스터들에 걸쳐 별개의 영역들을 확장하는 것을 도울 수 있다. 예를 들어, 완전-연결된 AI 모델은 추적된 특징부들의 수에 대응하는 입력 계층, (선택들 사이의 반복을 통해) 유효 클러스터들의 수에 대응하는 중간 계층, 및 상이한 영역들에 대응하는 최종 계층을 포함할 수 있다. 완전한 채널 응답 정보가 AI 모델에 입력되는 경우, 제1 계층은 특정 형상들을 상관시킬 수 있는 형상 필터로서 작용할 수 있다. 따라서, 제1 계층은 특정 형상으로 고정될 수 있고, 제2 계층은 이러한 형상들에서 발생하는 변동의 척도를 생성할 수 있고, 제3 및 후속 계층들은 이러한 변동들의 조합을 생성하고 이들을 공간 내의 상이한 영역들에 맵핑할 수 있다. 그런 다음, 상이한 층들의 출력은 융합 계층을 통해 조합될 수 있다.

[0126] B. Wi-Fi 감지를 위한 시간 도메인 채널 표현 정보를 위한 시스템들 및 방법들

[0127] 본 개시는 전반적으로 Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 특히, 본 개시는 Wi-Fi 감지를 위한 시간 도메인 채널 표현 정보를 생성하기 위한 Wi-Fi 시스템들 및 방법들을 구성하는 것에 관한 것이다.

[0128] 도 5는 일부 실시예들에 따른 Wi-Fi 감지를 위한 시스템(500)의 구현의 아키텍처 중 일부의 구현을 도시한다.

[0129] 시스템(500)(대안적으로 Wi-Fi 감지 시스템(500) 및 무선 감지 시스템(500)으로 지칭됨)은 감지 디바이스(502), 복수의 원격 디바이스들(504-(1-K)), 감지 알고리즘 관리자(sensing algorithm manager)(506), 및 정보 교환을 위해 시스템 컴포넌트들 사이의 통신을 가능하게 하는 네트워크(560)를 포함할 수 있다. 시스템(500)은 무선 통신 시스템(100)의 예 또는 인스턴스(instance)일 수 있고, 네트워크(560)는 무선 네트워크 또는 셀룰러 네트워크의 예 또는 인스턴스일 수 있으며, 이의 세부사항들은 도 1 및 첨부 설명을 참조하여 제공된다. 시스템(500)이 단일 감지 디바이스(502)를 포함하는 것으로 설명되지만, 일부 구현예들에서, 시스템(500)은 (예를 들어, n 개의 감지 디바이스들과 같은) 다수의 감지 디바이스들을 포함할 수 있다.

[0130] 일부 실시예들에 따르면, 감지 디바이스(502)는 감지 송신을 수신하고, Wi-Fi 감지에 유용한 하나 이상의 감지 측정들을 수행하도록 구성될 수 있다. 이러한 측정들은 감지 측정들(sensing measurement)로 알려질 수 있다. 감지 측정들은 시스템(500)의 감지 목표를 달성하기 위해 처리될 수 있다. 일 실시예에서, 감지 디바이스(502)는 액세스 포인트(AP)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 감지 디바이스(502)는, 예를 들어, 메시 네트워크 시나리오에서 스테이션(STA)일 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 도 1에 도시된 무선 통신 디바이스(102)와 같은 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 디바이스(502)는 도 2a 및 도 2b에 도시된 무선 통신 디바이스(204)와 같은 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 감지 디바이스(502)는 도 4a 및 도 4b에 도시된 무선 통신 디바이스(402)와 같은 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 복수의 원격 디바이스들(504-(1-K)) 사이의 통신을 조정 및 제어할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는, 요구되는 감지 송신들이 요구되는 시간에 행해지는 것을 보장하고, 감지 측정의 정확한 결정을 보장하기 위해 측정 캠페인을 제어하도록 인에이블될 수 있다. 일부 실시예들에서, 감지 디바이스(502)는 시스템(500)의 감지 목표를 달성하기 위해 감지 측정들을 처리할 수 있다. 일부 실시예들에서, 감지 디바이스(502)는 감지 측정들을 감지 알고리즘 관리자(506)에 송신하도록 구성될 수 있고, 감지 알고리즘 관리자(506)는 시스템(500)의 감지 목표를 달성하기 위해 감지 측정들을 처리하도록 구성될 수 있다.

[0131] 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 WLAN 감지 세션을 개시할 수 있고, 복수의 원격 디바이스들(504-(1-K))은 감지 디바이스(502)에 의해 개시된 WLAN 감지 세션에 참여할 수 있다. 일부 구현예들에서, 복수의 원격 디바이스들(504-(1-K))은 WLAN 감지 세션에서 측정들을 감지하기 위해 사용되는 PPDU들을 송신할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 WLAN 감지 세션에서 PPDU들을 수신하고, PPDU들을 감지 측정들로 처리할 수

있다.

[0132] 도 5를 다시 참조하면, 일부 실시예들에서, 원격 디바이스(504-1)는 하나 이상의 감지 측정들이 Wi-Fi 감지를 위해 수행될 수 있는 것에 기초하여 감지 송신을 감지 디바이스(502)에 발송하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 원격 디바이스(504-1)는 STA일 수 있다. 일부 실시예들에서, 원격 디바이스(504-1)는, 예를 들어, 감지 디바이스(502)가 STA로서 작용하는 시나리오들에서, Wi-Fi 감지를 위한 AP일 수 있다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 도 1에 도시된 무선 통신 디바이스(102)와 같은 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 일부 구현예들에서, 원격 디바이스(504-1)는 도 2a 및 도 2b에 도시된 무선 통신 디바이스(204)와 같은 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 또한, 원격 디바이스(504-1)는 도 4a 및 도 4b에 도시된 무선 통신 디바이스(402)와 같은 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 디바이스(502)와 원격 디바이스(504-1) 사이의 통신은 SME(Station Management Entity) 및 MLME(MAC Layer Management Entity) 프로토콜들을 통해 제어될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 복수의 원격 디바이스(504-(1-K)) 각각은 감지 송신을 감지 디바이스(502)에 발송하도록 구성될 수 있다.

[0133] 일부 실시예들에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 디바이스(502)로부터 감지 측정들을 수신하고, 시스템(500)의 감지 목표를 달성하기 위해 감지 측정들을 처리하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 모션 및/또는 움직임 검출하는 감지 목표를 달성하기 위해 감지 측정을 처리하고 분석할 수 있다. 일부 구현예들에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 알고리즘을 포함/실행할 수 있다. 감지 알고리즘은 감지 목표를 달성하는 계산 알고리즘일 수 있다. 일 예에서, 감지 알고리즘은 움직임 및/또는 모션을 검출하는 감지 목표를 달성하기 위해 채널 표현 정보(CRI)를 이용할 수 있다. 일 실시예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 STA에서 구현될 수 있다. 일부 실시예들에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 AP에서 구현될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 도 1에 도시된 무선 통신 디바이스(102)와 같은 디바이스에 의해 구현될 수도 있다. 일부 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 도 2a 및 도 2a에 도시된 무선 통신 디바이스(204)와 같은 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 또한, 감지 알고리즘 관리자(506)는 도 4a 및 도 4b에 도시된 무선 통신 디바이스(402)와 같은 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 일부 실시예들에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 데스크톱 컴퓨터, 랩톱, 태블릿 컴퓨터, 모바일 디바이스, PDA(Personal Digital Assistant) 또는 임의의 다른 컴퓨팅 디바이스와 같은 임의의 컴퓨팅 디바이스일 수 있다. 실시예들에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 알고리즘이 측정 캠페인 및 측정 캠페인을 이행하기 위해 요구되는 감지 측정들을 결정하는 감지 개시자의 역할을 할 수 있다. 감지 알고리즘 관리자(506)는 복수의 원격 디바이스들(504-(1-K)) 사이의 통신을 조정 및 제어하기 위해 감지 디바이스(502)에 측정 캠페인을 수행하는 데 필요한 감지 측정들을 통신할 수 있다. 감지 알고리즘 관리자(506)가 별개의 디바이스인 것으로 설명되었지만, 일부 구현예들에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 원격 디바이스(504-1) 내에 구현될 수 있다.

[0134] 도 5를 참조하면, 보다 상세하게는, 감지 디바이스(502)는 프로세서(508) 및 메모리(510)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 감지 디바이스(502)의 프로세서(508) 및 메모리(510)는 개별적으로 도 1에 도시된 프로세서(114) 및 메모리(116)일 수 있다. 일 실시예에서, 감지 디바이스(502)는 송신 안테나(들)(512), 수신 안테나(들)(514), 및 감지 에이전트(516)를 더 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나는 반이중 포맷(half-duplex format)으로 신호들을 송신 및 수신하기 위해 사용될 수 있다. 안테나가 송신하고 있을 때, 그것은 송신 안테나(512)로 지칭될 수 있고, 안테나가 수신하고 있을 때, 그것은 수신 안테나(514)로 지칭될 수 있다. 동일한 안테나가 일부 경우들에서 송신 안테나(512) 일 수도 있고, 다른 경우들에서 수신 안테나(514) 일 수도 있다는 것이 당업자에 의해 이해된다. 안테나 어레이의 경우, 예를 들어, 빔포밍 환경에서, 하나 이상의 안테나 엘리먼트들이 신호를 송신 또는 수신하는데 사용될 수 있다. 일부 예들에서, 복합 신호(complex signal)를 송신하는데 사용되는 안테나 엘리먼트들의 그룹은 송신 안테나(512)로 지칭될 수 있고, 복합 신호를 수신하는데 사용되는 안테나 엘리먼트들의 그룹은 수신 안테나(514)로 지칭될 수 있다. 일부 예들에서, 각각의 안테나는 자신의 송신 및 수신 경로들이 구비되어, 안테나가 송신 안테나(512)로서 동작하는지 또는 수신 안테나(514)로서 동작하는지에 따라 안테나에 연결하기 위해 교번하여 스위칭될 수 있다.

[0135] 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 송신들 및 연관된 송신 파라미터들을 수신하고, Wi-Fi 감지를 위해 감지 측정들을 계산하는 것을 담당할 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 송신들 및 연관된 송신 파라미터들을 수신하는 것, 및 감지 측정들을 계산하는 것은 감지 디바이스(502)의 매체 액세스 제어(MAC) 계층에서 실행되는 알고리즘에 의해 수행될 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 송신 안테나(들)(512)의 적어도 하나의 송신 안테나가 메시지들을 원격 디바이스(504-1)에 송신하게 하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 수신 안테나들(들)(514) 중 적어도 하나의 수신 안테나를 통해, 원격 디바이스(504-1)로부터 메시지들

을 수신하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 원격 디바이스(504-1)로부터 수신된 감지 송신들에 기초하여 감지 측정들을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0136] 일부 실시예들에서, 감지 디바이스(502)는 구성 스토리지(518) 및 채널 표현 정보 스토리지(520)를 포함할 수 있다. 구성 스토리지(518)는 채널 표현 정보 구성을 저장할 수 있다. 비제한적인 예에서, 채널 표현 정보 구성은 시간 도메인 펄스들(N)의 수, 시간 지연 필터의 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일 예에서, 각각의 시간 도메인 펄스는 복소수로 표현될 수 있다. 복소수는 진폭 및 위상을 포함할 수 있다. 진폭 마스크는 최소 진폭 마스크 및 최대 진폭 마스크 중 하나 또는 둘 모두를 포함할 수 있다. 일 예에서, 최대 시간 지연 경계, 최소 진폭 마스크, 및/또는 최대 진폭 마스크는 총괄하여 시간 도메인 마스크로 지칭될 수 있다. 채널 표현 정보 스토리지(520)는 감지 디바이스(502)와 원격 디바이스(504-1) 사이의 채널의 상태를 나타내는 감지 측정들에 관련된 정보를 저장할 수 있다. 일 예에서, 채널 표현 정보 스토리지(520)는 채널 상태 정보 (CSI), 풀 TD-CRI, 필터링된 TD-CRI, 재구성 필터링된 TD-CRI, 및 재구성된 CSI 중 하나 이상을 저장할 수 있다. 구성 스토리지(518)에 저장된 채널 표현 정보 구성과 관련된 정보 및 채널 표현 정보 스토리지(520)에 저장된 감지 측정들과 관련된 정보는 필요에 따라 주기적으로 또는 동적으로 업데이트될 수 있다. 일 구현예에서, 구성 스토리지(518) 및 채널 표현 정보 스토리지(520)는 데이터베이스 또는 파일 시스템과 같은 또는 메모리(510)에 결합된 임의의 유형 또는 형태의 스토리지를 포함할 수 있다.

[0137] 도 5를 다시 참조하면, 원격 디바이스(504-1)는 프로세서(528-1) 및 메모리(530-1)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 원격 디바이스(504-1)의 프로세서(528-1) 및 메모리(530-1)는 도 1에 도시된 바와 같이 개별적으로 프로세서(114) 및 메모리(116)일 수 있다. 일 실시예에서, 원격 디바이스(504-1)는 송신 안테나(들)(532-1), 수신 안테나(들)(534-1) 및 감지 에이전트(536-1)를 더 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 물리적 및 MAC 계층 파라미터들을 원격 디바이스(504-1)의 MAC로 또는 그로부터 애플리케이션 계층 프로그램들로 전달하는 블록일 수 있다. 감지 에이전트(536-1)는 송신 안테나(들)(532-1) 중 적어도 하나의 송신 안테나 및 수신 안테나(들)(534-1) 중 적어도 하나의 수신 안테나로 하여금 감지 디바이스(502)와 메시지들을 교환하게 하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나는 반이중 포맷(half-duplex format)으로 송신 및 수신 둘 모두를 위해 사용될 수 있다. 안테나가 송신하고 있을 때, 그것은 송신 안테나(532-1)로 지칭될 수 있고, 안테나가 수신하고 있을 때, 그것은 수신 안테나(534-1)로 지칭될 수 있다. 동일한 안테나가 일부 경우들에서 송신 안테나(532-1)이고 다른 경우들에서 수신 안테나(534-1)일 수 있다는 것이 당업자에 의해 이해된다. 안테나 어레이의 경우, 예를 들어, 빔포밍 환경에서, 하나 이상의 안테나 엘리먼트들이 신호를 송신 또는 수신하는데 사용될 수 있다. 일부 예들에서, 복합 신호를 송신하는데 사용되는 안테나 엘리먼트들의 그룹은 송신 안테나(532-1)로 지칭될 수 있고, 복합 신호를 수신하는데 사용되는 안테나 엘리먼트들의 그룹은 수신 안테나(534-1)로 지칭될 수 있다. 일부 예들에서, 각각의 안테나는 자신의 송신 및 수신 경로들이 구비되며, 안테나가 송신 안테나(532-1)로서 동작하고 있는지 또는 수신 안테나(534-1)로서 동작하고 있는지에 따라 안테나에 연결되도록 교번하여 스위칭될 수 있다.

[0138] 하나 이상의 구현예에 따르면, 네트워크(560)에서의 통신은 IEEE에 의해 개발된 표준들의 802.11 패밀리를 중 하나 이상에 의해 통제될 수 있다. 일부 예시적인 IEEE 표준들은 IEEE P802.11-REVmd/D5.0, IEEE P802.11ax/D7.0, 및 IEEE P802.11be/D0.1을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 통신은 다른 표준(다른 또는 추가 IEEE 표준 또는 다른 유형의 표준)에 의해 통제될 수 있다. 일부 실시예들에서, 시스템(500)에 의해 802.11 표준 패밀리를 중 하나 이상에 의해 통제될 필요가 없는 네트워크(560)의 부분들은 무선 네트워크 또는 셀룰러 네트워크를 포함하는 임의의 유형의 네트워크의 인스턴스에 의해 구현될 수 있다.

[0139] 일 실시예에 따르면, 감지 디바이스(502)와 감지 알고리즘 관리자(506)의 초기 연관시, 감지 알고리즘 관리자(506)는 장래의 Wi-Fi 감지 세션(들)에서 사용하기 위해 채널 표현 정보 구성을 감지 디바이스(502)에 통신할 수 있다. 일부 실시예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 Wi-Fi 감지 세션의 초기화 시에 감지 디바이스(502)에 채널 표현 정보 구성을 통신할 수 있다. 일 예에서, 채널 표현 정보 구성은 채널 표현 정보가 시간 도메인에서 제공되어야 함을 나타낼 수 있다. 채널 표현 정보 구성은 TD-CRI(Time Domain Channel Representation Information) 구성으로 지칭될 수 있다.

[0140] 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 구성 메시지를 통해 채널 표현 정보 구성을 감지 디바이스(502)에 통신할 수 있다. 일 구현예에서, 채널 표현 정보 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신한 것에 응답하여, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 응답 메시지를 통해 확인 응답(acknowledgment)을 전송할 수 있다. 또한, 감지 디바이스(502)는 향후 사용을 위해 구성 스토리지(518)에 채널 표현 정보 구성을 저장할 수 있다.

- [0141] 일 구현예에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 레인징 프로세스(ranging process)에 따라 CSI를 정확하게 표현하기 위해 N 을 동적으로 결정할 수 있다. N 개의 선택된 시간 도메인 펄스들은 필터링된 TD-CRI 값들로 상호교환가능하게 지칭될 수 있다. 일 예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 디바이스(502)와 감지 알고리즘 관리자(506) 사이의 연관 프로세스 동안 레인징 프로세스를 수행할 수 있다. 일 예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 채널 대역폭, 송신 주파수, 채널 복잡도(반사 경로들의 수), 및 동작 감지 모드(스캐닝 모드 대 검출 모드)를 포함하는 동작 파라미터들 중 하나 이상에 기초하여 N 을 결정할 수 있다. 채널 복잡도(channel complexity)는 얼마나 많은 시간 도메인 펄스들이 베이스라인(baseline)으로서 필요한지를 나타낼 수 있다. 일 예에서, 많은 반사들을 갖는 채널을 통한 경로는 적은 반사들을 갖는 것보다 더 많은 시간 도메인 펄스들을 필요로 할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 스캐닝 모드 또는 검출 모드 중 하나로 동작할 수 있다. 일 예에서, 스캐닝 모드는 저 분해능에서 감지 측정들을 인에이블할 수 있고, 검출 모드는 고분해능에서 감지 측정들을 인에이블할 수 있다. 따라서, 모션 및/또는 움직임 검출의 분해능은 검출 모드에서 보다 스캐닝 모드에서 더 낮다. 따라서, 감지 디바이스(502)가 검출 모드에서 동작하고 있을 때와 비교하여 감지 디바이스(502)가 스캐닝 모드에서 동작하고 있을 때 더 적은 시간 도메인 펄스들이 필요할 수 있다. 예시적인 구현의 레인징 프로세스 동안 20 MHz 채널 대역폭에 대해 N 이 계산되는 방식이 이하에서 설명된다.
- [0142] 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 트레이닝 측정 캠페인(training measurement campaign)을 개시할 수 있다. 트레이닝 측정 캠페인에서, 감지 디바이스(502)와 원격 디바이스(504-1) 사이의 송신들의 교환이 발생할 수 있다. 예시적인 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 하나 이상의 트레이닝 감지 트리거 메시지들을 통해 트레이닝 측정 캠페인을 개시할 수 있다. 트레이닝 감지 트리거 메시지는 감지 트리거 메시지의 일례일 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 트레이닝 감지 트리거 메시지를 생성하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 트레이닝 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 포함할 수 있다. 본원에서 논의되지 않은 트레이닝 감지 트리거 메시지에 포함된 정보/데이터의 다른 예들이 고려된다.
- [0143] 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스(502)로부터 트레이닝 감지 트리거 메시지를 수신할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 트레이닝 감지 트리거 메시지에 포함된 요청된 송신 구성을 적용할 수 있다. 이어서, 감지 에이전트(536-1)는 트레이닝 감지 트리거 메시지에 응답하여 그리고 요청된 송신 구성에 따라 트레이닝 감지 송신을 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다. 트레이닝 감지 송신은 감지 송신의 예일 수 있다.
- [0144] 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 트레이닝 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 트레이닝 감지 송신을 원격 디바이스(504-1)로부터 수신할 수 있다. 감지 에이전트(516)는 트레이닝 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 트레이닝 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성하는 단계는 CSI를 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)의 기저대역 수신기는 트레이닝 감지 송신에 기초하여 CSI를 계산하도록 구성될 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 디바이스(502)는 수신기 체인에 의해 CSI에 대한 기여도를 계산할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)의 수신기 체인은 아날로그 엘리먼트들 및 디지털 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 수신기 체인은 수신된 신호가 기준점으로부터 수신된 신호가, 즉 감지 디바이스(502)의 감지 에이전트(516)에 의해 판독될 수 있는 점까지 이동할 수 있는 아날로그 및 디지털 컴포넌트를 포함할 수 있다. 감지 디바이스(502)의 수신기 체인의 표현(600)이 도 6에 예시된다. 도 6에서 설명된 바와 같이, 동위상(I) 및 쿼드라 위상(Quadra phase)(Q) 변조된 심볼들은 주파수 및 타이밍 복구를 포함하는 동기화가 수행되는 수신기의 전단(front end)에 도달한다. 또한, 시간 도메인 가드 구간(사이클릭 프리픽스(cyclic prefix))가 제거되고, 수신기는 수신 신호(예를 들어, I 및 Q 변조된 심볼)에 대해 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, FFT)을 수행한다. 그런 다음 가드 톤 및 DC 톤이 제거된다. 그런 다음 CSI가 데이터 디매핑(de-mapping), 디인터리빙(de-interleaving)(디인터리버를 사용하여), 디펄처링(de-puncturing), 디코딩(비터비 디코더(Viterbi decoder)를 사용하여) 및 최종적으로 디스크램블링(descrambling)(디스크램블러를 사용하여) 전에 생성된다. 디스크램블링의 결과로서, 데이터 비트들이 생성된다. 생성된 CSI는 감지 에이전트(516)에 제공된다.
- [0145] 일부 구현예들에서, 자동 이득 제어(AGC)는 디지털화 전에 I 및 Q 샘플들을 프리컨디셔닝(precondition)할 수 있다. AGC는 동적인 프로세스이고, 그 이득은 전파 채널에서의 조건들에 따라 시간에 따라 변할 수 있다. 일부 예들에서, 신호에 적용된 이득의 값은 보상 동작을 허용하기 위해 AGC 처리로부터 공급될 수 있다.
- [0146] 일 구현예에 따르면, CSI를 수신하면, 감지 에이전트(516)는 추가 처리를 위해 CSI를 감지 알고리즘 관리자(506)에 발송할 수 있다. 일 구현예에서, CSI를 수신한 것에 응답하여, 감지 알고리즘 관리자(506)는 CSI에 기초하여 역 FFT(IFFT)를 수행하여, CSI의 시간 도메인 표현을 생성하도록 구성될 수 있다. 일 구현예에 따르면,

감지 알고리즘 관리자(506)는 CSI의 시간 도메인 표현으로부터 시간 도메인 펄스들의 후보 수(N-후보)를 선택할 수 있다.

[0147] 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 재구성 필터링된 TD-CRI에 후보 수의 시간 도메인 펄스들을 배열하고, 재구성 필터링된 TD-CRI에 대해 FFT를 수행할 수 있다. 일 예에서, 20MHz 채널 대역폭의 경우, 감지 알고리즘 관리자(506)는 재구성 필터링된 TD-CRI에 기초하여 64-포인트 FFT를 수행할 수 있다. 그 결과, 후보 시간 도메인 펄스들의 수의 주파수 도메인 표현이 생성될 수 있다. 후보 시간 도메인 펄스들의 수의 주파수 도메인 표현은 재구성된 CSI(R-CSI)로 지칭될 수 있다. 일 예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 CSI의 생성을 위해 사용되는 FFT의 동일한 구성으로 후보 시간 도메인 펄스값들의 수를 처리할 수 있다.

[0148] 일 구현예에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 CSI와 R-CSI 사이의 에러 신호(error signal)를 계산할 수 있다. 일 예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 에러 신호를 계산하기 위해 R-CSI를 실제 CSI와 비교할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 에러 신호에 기초하여 시간 도메인 펄스들의 후보 수(N-후보)를 조정할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 에러 신호를 포함하는 R-CSI의 신호-대-잡음비(SNR)를 계산하고, SNR을 SNR 임계치와 비교할 수 있다. 그 후, 감지 알고리즘 관리자(506)는 시간 도메인 펄스들(N)의 요구되는 수를 결정하기 위해 비교 결과에 기초하여 N-후보를 조정할 수 있다. 일 예에서, N-후보는 N과 동일할 수 있다.

[0149] 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 원하는 SNR에 도달할 때까지 N-후보를 조정하도록 구성될 수 있는 적응적 제약 솔버(adaptive constraint solver)를 포함할 수 있다. 도 7은 일부 실시예들에 따른 N을 계산하기 위해 에러 신호를 계산하는 예시적인 프로세스(700)를 예시한다. 도 7의 예에서, 적응적 제약 솔버(702)는 N을 계산하기 위해 N-후보를 조정하도록 구성된다. 일 예에서, N-후보는 원하는 SNR에 도달할 때까지 조정된다(블록(704)에 의해 도시됨). 상기로부터 수집된 바와 같이, 레인징 프로세스는 N-후보 시간 도메인 펄스들로 생성된 R-CSI가 실제 CSI와 비교되고 에러 신호가 생성/계산되는 비교 프로세스를 수반한다. 에러 신호가 특정 에러 임계치를 충족시킬 때, N-후보는 충분한 수의 시간 도메인 펄스들이므로 결정되고, N-후보는 미래의 감지 세션들을 위해 시스템(500)에 의해 사용되도록 N으로 전송된다.

[0150] 예시적인 구현예에서, 적절한 에러 신호 임계치를 결정하기 위해, 디지털 신호 프로세서(DSP)의 입력에서의 신호의 동적 범위는 SNR에 대한 상한을 설정할 수 있다. 일 예에서, DSP에 대한 입력의 SNR은 20 dB 내지 30 dB일 수 있다. 따라서, 에러 신호가 원하는 신호보다 적어도 30 dB 아래이면, 다른 잡음(noise)과 구별할 수 없을 것이고, R-CSI와 CSI 사이의 매칭(matching)은 충분하고, N이 확립되었다.

[0151] N을 결정하는 구현예에 따르면, 최소 에러 신호(즉, R-CSI와 CSI 사이의 최대 허용 에러)가 제한되는데, 그 이유는 (CSI 계산들이 행해지는) 기저대역 수신기 내의 DSP에서의 SNR이 수신기 체인에서 앞선 수신기 잡음 및 손실들에 의해 제한되기 때문이다. 일 예에서, 잡음의 소스는 아날로그-디지털 변환기(ADC)의 양자화 잡음, 환경으로부터의 가우시안 잡음, 수신기 체인에서의 저잡음 증폭기(LNA)로부터의 잡음, 불완전한 타이밍 및 위상 복구 및 로컬 발진기(oscillator) 에러들로 인한 위상 잡음, 및 인쇄 회로 기판에서의 신호 송신 동안 발생하는 스위칭 잡음을 포함한다. 따라서, R-CSI를 생성함에 있어서, CSI의 표현은 DSP에 대한 입력에서 이용가능한 SNR과 대략 동일한 에러 마진 내에서 생성되며, 이 시점에서 시스템(500)은 CSI 대신에 R-CSI를 사용함으로써 분해능 및 정밀도의 손실이 최소로 발생하거나 전혀 발생하지 않는다.

[0152] 도 8은 일부 실시예들에 따른 주파수 도메인에서의 실내 채널 표현(800)을 예시한다. 실내 채널 표현(800)은 20 MHz 채널 (48 데이터 부반송파(subcarrier)들 및 4 파일럿 부반송파들)에서 52 부반송파들 (즉, 톤들)에 걸쳐 측정된다. 도 8에서, X 축은 주파수 도메인 톤 인덱스(frequency domain tone index) 및 주파수 도메인의 표현이고, Y 축은 신호의 진폭(임의 단위(arbitrary unit))의 표현이다. 각각의 작은 원(802)은 이산 CSI 값을 나타낸다.

[0153] 도 9는 일부 실시예들에 따른 시간 도메인에서의 실내 채널 표현(900)을 예시한다. 일 예에서, 실내 채널 표현(900)은 시간 도메인 펄스들을 사용하여 표현된다. 도 9에서, X 축은 시간 도메인 톤 인덱스(time domain tone index)이고, 심볼들에서의 시간 지연의 표현이고, Y 축은 신호의 진폭(임의 단위들)의 표현이다. 일 예에서, "시간 0" 포인트는 수신된 심볼이 예를 들어, 가시선(line-of-sight) 시나리오에서 기저대역 수신기에 도달할 수 있는 가장 이른 시간에 기초하여 선택되는 임의의 기준점이다. 일 예에서, X 축 상의 "시간 0" 포인트는 기저대역 수신기가 감지 송신으로부터 에너지를 검출하는 제1 포인트로 선택될 수 있다. 해당 포인트로부터 나아가는(onward) 심볼들의 에너지의 도달이 도 9에 디스플레이된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 가장 큰 진폭을 갖는 시간 도메인 펄스가 "시간 0" 포인트로부터 밖으로 몇 개의 심볼 출현한다.

[0154] 도 10은 일부 실시예들에 따른 CSI 대 R-CSI의 그래픽 표현(1000)을 예시한다. 도 10에서, X 축은 주파수 도메인 톤 인덱스(frequency domain tone index) 및 주파수 도메인의 표현이고, Y 축은 신호의 진폭(임의 단위)의 표현이다. 일 구현예에서, 도 10은 R-CSI(라인 "1002"에 의해 표현됨)와 CSI 값들(원들 "1004"에 의해 표현됨) 사이의 비교를 예시한다. R-CSI는 20 dB 이상의 SNR을 나타낸다. 일 예에서, SNR은 수신기 체인이 일반적으로 처리하는 최대 SNR(즉, DSP에 대한 입력에서의 SNR)에 가깝기 때문에, CSI 대신에 R-CSI를 사용함으로써 분해능 및 정밀도의 손실이 최소이거나 없다.

[0155] 일 구현예에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 최소 SNR을 달성하는데 필요한 시간 도메인 펄스들의 수의 룩업 테이블을 생성할 수 있다. 20 MHz 채널 대역폭에 대한 예시적인 룩업 테이블이 아래에 제공된 표 1에 도시된다.

표 1: 최소 SNR 요건들에 기초한 시간 도메인 펄스들의 수에 대한 예시적인 룩업 테이블

시간 도메인 펄스 수	최소 SNR (dB)
1	0.00
2	7.53
3	11.93
4	15.05
5	17.47
6	19.45
7	21.13
8	22.58
9	23.86
10	25.00
11	26.03
12	26.98

[0156]

[0157] 감지 알고리즘 관리자(506)가 20 MHz 채널 대역폭에 대한 룩업 테이블을 생성하는 것으로 설명되었지만, 일부 구현예들에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 다수의 그러한 룩업 테이블들, 예를 들어, 동작가능한 채널 대역폭들(예를 들어, 40 MHz, 80 MHz, 및 160 MHz), 송신 주파수, 채널 복잡도, 및 동작 감지 모드 각각에 대한 룩업 테이블을 생성할 수 있다. 따라서, 동작 파라미터들에 기초하여, 감지 알고리즘 관리자(506)는 N을 결정하기 위해 적절한 룩업 테이블을 사용할 수 있다.

[0158] 일 구현예에서, 필요한 SNR을 달성하는데 필요한 시간 도메인 펄스들의 수와 채널 대역폭 사이의 관계는 선형적이지 않다. 도 11은 상이한 채널 대역폭들(예를 들어, 20 MHz 채널 대역폭, 40 MHz 채널 대역폭, 80 MHz 채널 대역폭 및 160 MHz 채널 대역폭)에 대한 시간 도메인 펄스들의 수(N) 대 최소 SNR의 그래픽 표현(1100)을 예시한다. 도 11에 도시된 바와 같이, 최소 SNR을 달성하기 위해 요구되는 N은 대략 대수적(logarithmic)일 수 있다. 따라서, 더 큰 채널 대역폭에 필요한 CSI 값의 수가 선형적으로 증가하더라도, 시간 도메인 펄스의 수는 증가하지 않는다.

[0159] 예시적인 구현예에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 상이한 채널 대역폭들에 대한 감지 모드에 기초하여 N에 대한 룩업 테이블을 생성할 수 있다. 일부 구현예들에서, 주어진 채널 대역폭에 대한 스캐닝 동작 모드와 연관된 N은 주어진 채널 대역폭에 대한 검출 동작 모드와 연관된 N과 상이할 수 있다. 상이한 채널 대역폭들에 대한 감지 모드에 기초한 N에 대한 예시적인 룩업 테이블이 표 2에 도시된다.

표 2: 상이한 채널 대역폭들에 대한 감지 모드에 기초한 N에 대한 예시적인 룩업 테이블

채널 대역폭	감지 모드	
	스캐닝 모드	검출 모드
20 MHz	7	15
40 MHz	10	20
80 MHz	12	24
160 MHz	13	26

[0160]

[0161]

일 구현예에 따르면, 만약 N이 각각의 감지 모드에 대해 그리고 각각의 채널 대역폭에 대해 고정되면, 감지 디바이스(502)가 동작하고 있는 감지 모드 및 감지 디바이스(502)가 사용하고 있는 채널 대역폭에 기초하여 감지 디바이스(502)가 사용할 N을 도출할 수 있기 때문에, N이 감지 디바이스(502)에 제공되지 않을 수 있다.

[0162]

일부 구현예들에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 시뮬레이션 프로세스에 따라 N을 결정할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 특정 에러율을 달성하기 위해 필요한 각각의 채널 대역폭에 대한 시간 도메인 펄스들의 최소 수를 결정하기 위해 시뮬레이션들을 사용할 수 있다. 일 예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 시간 도메인 펄스들의 수에 대한 테이블을 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 테이블은 감지 디바이스(502)에 미리 구성되거나 구성 프로세스의 일부로서 감지 디바이스(502)에 발송될 수 있다. 예를 들어, 테이블은 감지 디바이스(502)에 하드 코딩(hard coded)될 수 있다. 예시적인 구현예에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 테이블로의 인덱스를 감지 디바이스(502)에 통신할 수 있다.

[0163]

일 구현예에 따르면, 라인징 프로세스의 일부로서 또는 감지 알고리즘 디바이스(506)와 감지 디바이스(502) 사이의 연관 프로세스 시에, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 구성 메시지에 N을 포함하는 채널 표현 정보 구성을 감지 디바이스(502)에 통신할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 N을 하나 이상의 룩업 테이블들(예를 들어, 표 1 및 표 2)의 형태로 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다.

[0164]

일 구현예에서, N의 선택은 최대 시간 지연 경계에 기초할 수 있다. 최대 시간 지연 경계는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 선택 가능한 시간 도메인 펄스의 최대 시간 지연을 나타낼 수 있다. 일 예에서, 최대 시간 지연 경계는 시간 도메인 펄스들의 시간 지연에 대한 상한 뿐만 아니라, 옵션으로 시간 도메인 펄스들의 최대 및 최소 진폭 마스크들을 설정할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 알고리즘 관리자(506)와 감지 디바이스(502) 사이의 연관 프로세스의 일부로서 시간 도메인 마스크 특성들(즉, 최대 시간 지연 경계, 최소 진폭 마스크, 및 최대 진폭 마스크의 특성들)을 감지 디바이스(502)에 통신할 수 있다. 일부 구현예들에서, 시간 도메인 마스크 특성들은 감지 디바이스(502)로 미리 구성되거나 구성 프로세스의 일부로서 감지 디바이스(502)에 발송될 수 있다. 일 예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 시간 도메인 마스크 특성들에 대한 테이블을 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 테이블은 감지 디바이스(502)로 미리 구성되거나 구성 프로세스의 일부로서 감지 디바이스(502)에 발송될 수 있다. 예를 들어, 테이블은 감지 디바이스(502)에 하드 코딩될 수 있다. 예시적인 구현예에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)는 테이블로의 인덱스를 감지 디바이스(502)에 통신할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 구성 메시지에 시간 도메인 마스크를 포함하는 채널 표현 정보 구성을 감지 디바이스(502)로 통신할 수 있다.

[0165]

일부 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 최대 시간 지연 경계 내에서 시간 도메인 펄스의 최소 수 및 시간 도메인 펄스의 최대 수를 결정할 수 있다. 진폭 마스크 내에 있는 시간 도메인 펄스들의 최대 수를 선택하기 위해 최대 시간 지연 경계 내에 충분한 수의 시간 도메인 펄스들이 있는 경우, 감지 알고리즘 관리자(506)는 N에 대한 값으로서 시간 도메인 펄스들의 최대 수를 선택할 수 있다. 또한, 진폭 마스크 내에 있는 최대 시간 지연 경계 내에 시간 도메인 펄스들의 최대 수보다 작지만 시간 도메인 펄스들의 최소 수보다 큰 시간 도메인 펄스들이 있는 경우, 감지 알고리즘 관리자(506)는 시간 도메인 마스크 기준들을 충족시키는 톤들을 선택할 수 있다. 예시적인 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)가 시간 도메인 마스크(즉, 최대 시간 지연 경계, 최소 진폭 마스크, 및 최대 진폭 마스크)를 감지 디바이스(502)에 통신하는 방식이 이하에서 설명된다.

[0166]

도 12는 일부 실시예들에 따른 시간 도메인 마스크(1202)의 예시(1200)를 도시한다. 도 12에 설명된 바와 같이, 시간 도메인 마스크(1202)는 시간 지연 필터(1204)(최대 시간 지연 경계) 및 진폭 마스크(1206)(최소 진폭 마스크

크 및 최대 진폭 마스크)의 집성(aggregation)이다.

[0167]

일부 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 최소 진폭 마스크(1206) 및 최대 진폭 마스크(1206)를 주어진 심볼과 연관시키는 시간 도메인 마스크(1202)에 대한 테이블을 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 최소 진폭 마스크(1206) 및 최대 진폭 마스크(1206)를 0으로 설정할 수 있다. 예가 표 3에 예시되며, 여기서 진폭 경계는 최고 시간 도메인 펄스의 진폭에 기초한 정규화된 값이다(즉, 정규화된 진폭은 0과 1.0 사이의 수이고, 여기서 최고 시간 도메인 펄스는 1.0의 정규화된 진폭을 갖는다). 도 13은 표 3에서 캡처된 시간 도메인 마스크(1302)의 예시(1300)를 도시한다.

표 3: 시간 도메인 마스크 예시

시간 도메인 마스크 정의		
심볼	정규화된 최대 진폭	최소 정규화 진폭
1	1.00	0.16
2	1.00	0.16
3	1.00	0.16
4	1.00	0.16
5	1.00	0.16
6	1.00	0.16
7	1.00	0.16
8	1.00	0.16
9	0.65	0.16
10	0.65	0.16
11	0.65	0.16
12	0.65	0.00
13	0.65	0.00
14	0.65	0.00
15	0.65	0.00
16	0.00	0.00
17	0.00	0.00
18	0.00	0.00
19	0.00	0.00
20	0.00	0.00

[0168]

[0169]

일부 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 다수의 시간 도메인 마스크를 감지 디바이스(502)로 미리 구성할 수 있다. 일 예에서, 다수의 시간 도메인 마스크들 중에서 하나의 시간 도메인 마스크는 다수의 미리 구성된 시간 도메인 마스크들로의 인덱스를 사용함으로써 선택될 수 있다.

[0170]

다시 도 5를 참조하면, 하나 이상의 구현예들에 따르면, Wi-Fi 감지를 위해, 감지 디바이스(502)는 측정 캠페인(Wi-Fi 감지 세션으로도 지칭됨)을 개시할 수 있다. 측정 캠페인에서, 감지 디바이스(502)와 원격 디바이스(504-1) 사이의 송신들의 교환이 발생할 수 있다. 일 예에서, 이러한 송신들의 제어는 IEEE 802.11 스택의 MAC 계층을 이용하여 이루어질 수 있다. 예시적인 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 하나 이상의 감지 트리거 메시지들을 통해 측정 캠페인을 개시할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 트리거 메시지를 생성하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 포함할 수 있다. 본원에서 논의되지 않은 감지 트리거 메시지에 포함된 정보/데이터의 다른 예들이 고려된다. 일 구현예에서, 감지 에이전

트(516)는 감지 트리거 메시지를 송신 안테나(512)를 통해 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다.

- [0171] 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 수신 안테나(534-1)를 통해 감지 디바이스(502)로부터 감지 트리거 메시지를 수신할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 트리거 메시지에 포함된 요청된 송신 구성을 적용할 수 있다. 이어서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 그리고 요청된 송신 구성에 따라 감지 송신을 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 송신을 송신 안테나(532-1)를 통해 감지 디바이스(502)에 송신하도록 구성될 수 있다.
- [0172] 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 송신을 원격 디바이스(504-1)로부터 수신할 수 있다. 감지 디바이스(502)는 수신 안테나(514)를 통해 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 송신을 수신하도록 구성될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성하는 단계는 CSI를 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 감지 측정을 생성한 후에, 감지 에이전트(516)는 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성하기 위해 감지 측정에 대해 IFFT를 수행할 수 있다.
- [0173] 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 채널 표현 정보 구성에 기초하여 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 선택할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 구성 스토리지(518)로부터 채널 표현 정보 구성을 검색할 수 있다.
- [0174] 예시적인 구현예에 따르면, 채널 표현 정보 구성은 N만을 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 그 많은 수의 시간 도메인 펄스들만을 선택할 수 있다. 일 예에서, N=8이면, 감지 에이전트(516)는 8개의 시간 도메인 펄스들을 선택할 수 있고, 나머지 시간 도메인 펄스들(즉, 선택되지 않은 시간 도메인 펄스들)은 제로화되거나 널링된다.
- [0175] 다른 구현예에 따라, 채널 표현 정보 구성은 시간 지연 필터의 최대 시간 지연 경계를 포함할 수 있다. 따라서, 감지 에이전트(516)는 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 선택하기 위해 시간 지연 필터의 최대 시간 지연 경계를 적용할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 시간 지연 필터의 최대 시간 지연 경계까지 모든 시간 도메인 펄스들을 선택하고, 정의된 최대 시간 지연 경계를 초과하는 시간 도메인 펄스들을 배제할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 최대 시간 지연 경계보다 작은 시간 지연을 갖는 모든 시간 도메인 펄스들을 선택할 수 있다. 도 14는 시간 지연 필터(1402)에 의해 정의된 경계를 갖는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 예시(1400)를 도시한다. 도 14에 도시된 예에서, 시간 지연 필터(1402)에 의해 정의된 경계는 처음 15개의 시간 도메인 톤들이다. 도 14에 도시된 바와 같이, 13번째 시간 도메인 톤(도면 번호 "1404"로 표현됨)이 어떠한 에너지도 함유하지 않기 때문에 처음 15개의 시간 도메인 톤들에 단지 14 개의 시간 도메인 펄스들이 존재한다. 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 15번째 시간 도메인 톤까지의 각각의 시간 도메인 톤에서 모든 시간 도메인 펄스들을 선택할 수 있다. 또한, 나머지 시간 도메인 펄스들(즉, 시간 도메인 톤 16 및 그 이상에서)은 널링된다(nullled). 도 15는 일부 실시예들에 따른 도 14의 시간 지연 필터(1402)에 의해 정의된 경계까지의 선택된 시간 도메인 펄스들의 예시(1500)를 도시한다. 도 15의 예시(1500)에 도시된 바와 같이, 시간 도메인 필터(1402)에 의해 정의된 경계 내에 있는 시간 도메인 펄스들(즉, 15번째 시간 도메인 톤까지의 각각의 시간 도메인 톤에서의 모든 시간 도메인 펄스들)은 유지되고, 시간 지연 필터(1402)에 의해 정의된 경계를 넘는 다른 시간 도메인 펄스들(즉, 시간 도메인 톤 16 및 그 이상에서의 시간 도메인 펄스)은 널링된다.
- [0176] 또 다른 구현예에 따르면, 채널 표현 정보 구성은 N 및 시간 지연 필터의 최대 시간 지연 경계를 포함할 수 있다. 따라서, 선택을 위해 이용가능한 시간 도메인 펄스들은 시간 지연 필터에 의해 경계가 정해지고(bound), 즉, 시간 지연 필터에 의해 정의된 경계보다 더 큰 시간 지연을 갖는 임의의 시간 도메인 펄스는 감지 에이전트(516)에 의해 널링될 것이다. 도 16은 일부 실시예들에 따른 시간 지연 필터(1602) 및 다수의 시간 도메인 펄스들에 의해 정의된 경계를 갖는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 예시(1600)를 도시한다. 도 16에 도시된 바와 같이, N=8이고, 시간 지연 필터(1602)에 의해 정의된 경계는 처음 15개의 시간 도메인 톤들이다. 따라서, 감지 에이전트(516)는 시간 지연 필터(1602)에 의해 정의된 경계 내에 있는 모든 시간 도메인 펄스들 중 가장 높은 진폭을 갖는 8개의 시간 도메인 펄스들을 선택할 수 있다. 또한, 다른 모든 시간 도메인 톤들의 에너지는 널링된다. 도 17은 일부 실시예들에 따른 도 16의 시간 지연(1602) 필터에 의해 정의된 경계까지 및 N에 따라 선택된 시간 도메인 펄스들의 예시(1700)를 도시한다. 도 17의 예에서, 최고 진폭을 갖고, 15개의 시간 도메인 톤의 경계 내에 있는 8개의 시간 도메인 펄스가 감지 에이전트(516)에 의해 선택된다.
- [0177] 또 다른 구현예에 따르면, 채널 표현 정보 구성은 N, 시간 지연 필터의 최대 시간 지연 경계 및 최대 진폭 마스

크를 포함할 수 있다. 일 예에서, 최대 진폭 마스크는 감지 측정의 시간 도메인 표현에 적용될 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 진폭 마스크, N, 및 시간 지연 필터의 최대 시간 지연 경계에 기초하여 시간 도메인 펄스들을 선택할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 최대 진폭 마스크 내에 그리고 시간 지연 필터에 의해 정의된 경계 내에 있는 N개의 시간 도메인 펄스들을 선택할 수 있다. 또한, 감지 에이전트(516)는 최대 진폭 마스크 외부에 있고, 시간 지연 필터에 의해 정의된 경계를 넘는 시간 도메인 펄스들을 배제할 수 있다. 일 예에서, 최대 진폭 마스크는 시간 지연이 증가함에 따라 감소할 수 있다. 따라서, 최대 진폭 마스크의 적용은, 상당한 시간 지연을 겪는 송신된 신호의 진정한 반사가 자유 공간 손실로 인해 높은 진폭을 가질 가능성이 적기 때문에, 전기적 잡음으로 인한 것일 수 있는 에너지를 반사하는 선택 시간 도메인 펄스들로부터 제거하는 역할을 할 수 있다. 도 18은 일부 실시예들에 따른 시간 지연 필터(1802), 최대 진폭 마스크(1804), 및 N에 의해 정의된 경계를 갖는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 예시(1800)를 도시한다. 도 19는 일부 실시예들에 따른 N, 최대 진폭 마스크(1804), 및 도 18의 시간 지연 필터(1802)에 의해 정의된 경계까지 따른 선택된 시간 도메인 펄스들의 예시(1900)를 도시한다. 도 19의 예에서, 감지 에이전트(516)는 시간 도메인 필터(1802) 및 최대 진폭 마스크(1804) 내에서 최고 진폭의 8개의 시간 도메인 펄스들을 선택한다. 다른 모든 시간 도메인 펄스들은 널링된다.

[0178] 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)가 감지 알고리즘 관리자(506)로 리턴(return)하도록 요구되는 시간 도메인 펄스들의 수(N)가 시간 도메인 마스크 내에 존재하는 시간 도메인 펄스들의 수를 초과하면, 감지 디바이스(502)는 옵션으로 감지 알고리즘 관리자(506)에 의해 요청된 N개의 시간 도메인 펄스들을 리턴할 수 있도록 시간 도메인 마스크(시간 지연 필터의 경계 또는 진폭 마스크의 한계들)를 수정할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 알고리즘 관리자(506)에 의해 특정된 시간 도메인 마스크 특성들은, 시간 도메인에서, 진폭 마스크에 부합하는 시간 도메인 펄스들이 현출하는 곳, 및 감지 디바이스(502)가 감지 알고리즘 관리자(506)에 발송하도록 요청되는 시간 도메인 펄스들의 수(N)에 따라 감지 디바이스(502)에 의해 가변적으로 적용될 수 있다. 예를 들어, 감지 디바이스(502)는 10개의 시간 도메인 펄스(N=10)를 발송하도록 요구될 수 있고, 시간 도메인 마스크의 최대 시간 지연 경계는 처음 20개의 톤일 수 있다. 진폭 마스크를 충족하는 (즉, 최소 진폭 마스크보다 더 큰 파워 및 최대 진폭 마스크보다 더 작은 파워를 갖는) 처음 20개의 톤들 내에 10개 초과 시간 도메인 펄스들이 존재하면, 감지 디바이스(502)는 이들 10개의 시간 도메인 펄스들을 선택할 수 있다. 그러나, 진폭 마스크를 충족시키는 처음 20개의 톤들 내에 10개 미만의 시간 도메인 펄스들이 존재하면, 감지 디바이스(502)는 10개의 요청된 시간 도메인 펄스들을 포함하는 데 요구되는 범위까지 시간 도메인 마스크의 최대 시간 지연 경계를 확장할 수 있다. 일부 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 시간 도메인 마스크의 최대 시간 지연 경계 한계를 유지할 수 있고, 최소 진폭 마스크의 진폭(즉, 시간 도메인 마스크 내에서 시간 도메인 펄스를 선택하기 위해 요구되는 최소 진폭)을 감소시킬 수 있다. 다른 예에서, 감지 디바이스(502)는 최대 진폭 마스크의 진폭(즉, 시간 도메인 마스크 내에서 시간 도메인 펄스를 선택하기 위해 요구되는 최대 진폭)을 증가시킬 수 있다.

[0179] 일부 구현예들에서, 감지 디바이스(502)는 N개 미만의 시간 도메인 펄스들을 발송할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 시간 도메인 마스크 특성들을 충족시키는 시간 도메인 펄스들만을 발송할 수 있다. 일부 예들에서, 감지 디바이스(502)는 요청되지만 적격의(eligible) 시간 도메인 펄스가 없는 시간 도메인 펄스들에 대한 표시를 발송할 수 있다. 일 예에서, 시간 도메인 마스크의 한계들이 N과 양립가능하지 않다면(즉, 감지 디바이스(502)가 감지 알고리즘 관리자(506)로 리턴하도록 요구되는 시간 도메인 펄스들의 수가 시간 도메인 마스크 내에 존재하는 시간 도메인 펄스들의 수를 초과하면), 감지 디바이스(502)는 요청되지만 적격한 시간 도메인 펄스가 존재하지 않는 시간 도메인 펄스들에 대해 제로 값을 발송할 수 있다.

[0180] 일 구현예에서, 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들은 (연속적인 심볼들로) 연접(contiguous)하지 않을 수 있다. 일 예에서, 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스는 필터링된 TD-CRI로 상호교환가능하게 지칭될 수 있다. 또한, 필터링된 TD-CRI는 채널 표현 정보(CRI)의 일례일 수 있다. 도 20은 일부 실시예들에 따른 연접하지 않은 선택된 시간 도메인 펄스들을 예시하는 시간 도메인 표현(2000)을 도시한다. 일 예에서, 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 감지 디바이스(502)로부터 감지 알고리즘 관리자(506)로 발송하기 위해 필요한 것보다 더 긴 데이터 필드를 사용하는 것을 피하기 위해, 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스는 데이터 메시지 필드에 연속적으로 배열될 수 있고, 이들 사이에 갭(gap) 또는 널(null)이 없다. 예를 들어, 감지 디바이스(502)는 널링되거나 누락된 시간 도메인 펄스들에 대한 위치 홀더들 없이 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들에 대한 실수 및 허수 값들만을 발송할 수 있다. 그러나, (예를 들어, 도 20에 도시된 바와 같이) 시간 도메인 펄스들 사이에 갭들이 존재할 수 있고, 따라서 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치에 관한 정보가 감지 디바이스(502)에 의해 알려질 수 있다. 시간 도메인 펄스들의 위치에 관한 정보가 채널 측정마다 변할 수 있기 때문에, 감지 디바이스(502)는 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치 정보를 감지 알고리즘 관리

자(506)에 통신하도록 요구될 수 있다. 일 예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 R-CSI를 생성하기 위해 FFT를 수행하기 전에 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들(재구성 필터링된 TD-CRI)의 시간 도메인 표현을 재구성하도록 요구될 수 있다. 일 구현예에서, 필터링된 TD-CRI로부터 R-CSI를 정확하게 생성하기 위해 감지 알고리즘 관리자(506)에 대해, 감지 알고리즘 관리자(506)는 FFT를 수행하기 전에 재구성 필터링된 TD-CRI에서의 톤들의 관점에서, 감지 디바이스(502)로부터 수신하는 필터링된 TD-CRI 복소 값들 각각을 어디에 배치할지를 식별할 수 있다.

[0181] 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 재구성 필터링된 TD-CRI에서 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 데이터 또는 파일럿 정보를 반송하는 모든 풀(full) TD-CRI 값들을 표현하는데 요구되는 길이의 비트맵을 생성할 수 있다. 일 예에서, 비트맵(bitmap)의 길이는 감지 측정에서의 감지 측정 포인트들의 수에 대응한다. 일 예에서, 비트맵의 길이는 풀 TD-CRI에서의 포인트들의 수에 대응한다. 다른 예에서, 비트맵의 길이는 수신된 신호의 주파수 도메인 표현에서 가드 톤들 및 DC 톤들의 수를 뺀 풀 TD-CRI에서의 포인트들의 수에 대응한다. 풀 TD-CRI에서 포인트들의 수에 대응하는 길이를 갖는 비트맵은 풀 비트맵(full bitmap)으로 지칭될 수 있고, 수신된 신호의 주파수 도메인 표현에서 가드 톤들 및 DC 톤들의 수를 뺀 풀 TD-CRI에서의 포인트들의 수에 대응하는 길이를 갖는 비트맵은 활성 톤 비트맵(active tone bitmap)으로 지칭될 수 있다. 일 예에서, 20 MHz 채널 대역폭에 대해, 활성 톤 비트맵은 52 비트 길이일 수 있다. 다른 예들에서, 40 MHz 채널 대역폭의 경우, 활성 톤 비트맵은 104 비트 길이일 수 있다. 일 구현예에 따르면, 풀 TD-CRI에서 선택된 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현은 Z-비트 정수일 수 있으며, 여기서 2^Z 는 IFFT에서 포인트들의 수를 설명한다.

[0182] 일 구현예에서, 풀 TD-CRI에서 하나 이상의 시간 도메인 펄스의 위치의 표현은 비트맵을 포함할 수 있으며, 여기서 "1"은 시간 도메인 펄스의 위치를 나타내고 "0"은 널(null)(즉, 선택되지 않은 시간 도메인 펄스)의 위치를 나타낸다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 시간 도메인 펄스가 있는 경우 "1"로 비트맵을 채우고(populate), 시간 도메인 펄스가 없는 경우 "0"으로 비트맵을 채울 수 있다. 일 예에서, 비트맵의 최상위 비트(MSB)는 (가드 톤들 이후의) 제1 풀 TD-CRI 톤을 지칭하고, 비트맵의 최하위 비트(LSB)는 (DC 톤들 및 가드 톤들 이전의) 마지막 풀 TD-CRI 톤을 지칭한다.

[0183] 하나 이상의 실시예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 모션 또는 움직임을 결정하는 데 사용하기 위해 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 CRI 송신 메시지를 통해 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다. 예시적인 구현에서, 감지 에이전트(516)는 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 포함하는 CRI 송신 메시지를 송신 안테나(512)를 통해 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 재구성 필터링된 TD-CRI 내의 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 활성 톤 비트맵을 사용하여 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다. 일부 예들에서, 감지 에이전트(516)는 풀 비트맵을 사용하여 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다.

[0184] 도 21은 활성 톤 비트맵을 사용하여 감지 디바이스(502)로부터 감지 알고리즘 관리자(506)로의 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 통신의 표현(2100)을 예시한다. 표현(2100)의 예에서, 감지 디바이스(502)로부터 감지 알고리즘 관리자(506)로 전송된 활성 톤 비트맵은 16-포인트 FFT의 10개의 파일럿 및 데이터 톤들에 대응하는 10비트 길이이다. 활성 톤 비트맵의 값 "1110111011"은 (활성 톤 비트맵에 8개의 "1"이 있기 때문에) 8개의 필터링된 TD-CRI 값들이 후속할 것임을 나타내고, 감지 알고리즘 관리자(506)는 활성 톤 비트맵에 따라 재구성 필터링된 TD-CRI 톤에 각각의 필터링된 TD-CRI를 순서대로, 즉, 톤 1에 TD-CRI 1, 톤 2에 TD-CRI 2, 톤 3에 TD-CRI 3, 톤 4에 널, 톤 5에 TD-CRI 4, 톤 6에 TD-CRI 5, 톤 7에 TD-CRI 6, 톤 8에 널, 톤 9에 TD-CRI 7, 및 톤 10에 TD-CRI 8을 적용함으로써 10개의 톤들에서 수신된 필터링된 TD-CRI를 배열해야 한다.

[0185] 도 22는 풀 비트맵(full bitmap)을 사용하여 감지 디바이스(502)로부터 감지 알고리즘 관리자(506)로의 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스의 위치의 통신의 표현(2200)을 예시한다. 일 예에서, 풀 비트맵은 가드 톤들 및 DC 톤들을 포함하는 풀 TD-CRI 내의 톤들의 총 수, 예를 들어, 20 MHz 채널 대역폭에 대해 64 비트들 및 40 MHz 채널 대역폭에 대해 128 비트들과 동일할 수 있다. 일 예에서, 일부 비트들은 가드 톤들을 설명하기 위해 "0"일 것이고, 일부 비트들은 또한 DC 톤들을 설명하기 위해 "0"일 것이다. 도 22에 도시된 16-포인트 FFT 예에서, 0들이 풀 비트맵의 처음 3개의 위치들에 배치되고, 이어서 8개의 TD-CRI의 위치에 배치되며, 이어서 3개의 더 많

은 0들이 배치된다.

- [0186] 일부 구현예들에 따르면, 각각의 필터링된 TD-CRI에 대해, 감지 에이전트(516)는 2개의 값들(제1 값은 복소수의 진폭이고, 제2 값은 복소수의 위상임) 대신에 3개의 값들을 발송할 수 있다. 일 예에서, 3번째 값은 재구성 필터링된 TD-CRI에서의 필터링된 TD-CRI 값의 위치를 나타낼 수 있다. 일 예에서, 3번째 값을 나타내는 데 사용되는 비트 수는 채널 대역폭에 종속하여 따라서 폴 TD-CRI의 포인트 수에 종속하여 변화할 수 있다. 예를 들어, 채널 대역폭이 20 MHz이고, 64-포인트 FFT가 요구되는 경우, 추가 값은 6 비트 길이일 수 있다. 채널 대역폭이 40 MHz이고, 128-포인트 FFT가 요구되는 경우, 추가 값은 7 비트 길이일 수 있다. 일 예에서, 추가적인 값은 필터링된 TD-CRI의 값들에 선행할 수 있다. 일부 예들에서, 추가적인 값은 필터링된 TD-CRI의 값들을 뒤따를 수 있다. 일 예에서, 필터링된 TD-CRI를 위해 사용되는 비트들의 수는 기저대역 수신기에 의해 출력되는 실제 CSI의 분해능에 기초하여 결정될 수 있다. 도 23은 일부 실시예들에 따른 필터링된 TD-CRI 내의 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치를 사용하여 감지 디바이스(502)로부터 감지 알고리즘 관리자(506)로의 필터링된 TD-CRI의 위치의 통신의 표현(2300)을 예시한다. 도 23의 예에서, 심볼들의 넘버링은 제3 값으로의 심볼들의 매핑을 용이하게 하기 위해 "0"에서 시작하고 "15"에서 종료하도록 시프트되었다. 도 21 내지 도 23은 (파일럿 및 데이터 심볼들을 위해 10 개의 톤들을 남기는) 양쪽에 3 개의 가드 톤들을 갖는 16-포인트 FFT를 이용하여 시그널링하는 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 통신의 예들을 예시하지만, 그 설명은 32-포인트 FFT, 64-포인트 FFT, 128-포인트 FFT, 256-포인트 FFT, 512-포인트 FFT, 1024-포인트 FFT, 및 FFT에서의 임의의 다른 수의 포인트들, 및 DC 톤들 및 가드 톤들의 가변적인 수에 동등하게 적용가능하다.
- [0187] 일 구현예에 따르면, 폴 TD-CRI에서 선택된 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 수신한 것에 응답하여, 감지 알고리즘 관리자(506)는 R-CSI를 생성하기 위해 FFT를 수행하기 전에 재구성 필터링된 TD-CRI를 구성하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 정확하게 위치된 재구성 필터링된 TD-CRI는, FFT를 통해 주파수 도메인으로 다시 변환될 때, R-CSI를 생성한다. 일 구현예에서, CSI 값들보다 상당히 더 적은 필터링된 TD-CRI가 존재하기 때문에, 감지 알고리즘 관리자(506)의 성능을 손상시킬 정보의 충실도(fidelity)를 상실하지 않으면서 감지 알고리즘 관리자(506)에 CRI로서 무선으로 송신될 필요가 있는 정보의 양의 상당한 감소가 존재한다. 예를 들어, (20 MHz 채널 대역폭을 나타내는) 52 개의 CSI 값들에 대해, 필터링된 TD-CRI에서의 10 내지 15 개의 시간 도메인 펄스는 최소 충실도 손실로 송신 채널을 정확하게 표현하기 위해 사용될 수 있다. 따라서, 발송될 필요가 있는 정보의 양을 최소화하는 것은 시스템(500)이 네트워크(560)에 가하는 오버헤드를 최소화한다.
- [0188] 도 24는 일부 실시예들에 따른 감지 디바이스(502), 원격 디바이스(504-1), 및 감지 알고리즘 관리자(506) 사이의 통신을 위한 시퀀스 다이어그램(2400)을 도시하며, 여기서 감지 디바이스(502)는 감지 개시자(sensing initiator)이다. 도 24는 감지 알고리즘 관리자(506)가 별개의 디바이스인 네트워크(예를 들어, 802.11 네트워크)의 예를 도시한다.
- [0189] 도 24에 도시된 바와 같이, 단계(2402)에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 구성 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 일 예로, 감지 설정 메시지는 채널 표현 정보 설정을 포함할 수 있다. 단계 2404에서, 감지 구성 메시지에 응답하여, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 응답 메시지를 사용하여 확인 응답을 발송하고, 필터링된 TD-CRI 및 재구성 필터링된 TD-CRI를 생성하는데 사용하기 위한 채널 표현 정보 구성으로 감지 에이전트(516)를 구성할 수 있다. 단계(2406)에서, 감지 디바이스(502)는 감지 세션을 개시하고, 감지 송신을 요청하는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 발송할 수 있다. 단계(2408)에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 감지 송신을 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 감지 송신을 수신하면, 감지 디바이스(502)는 수신된 감지 송신에 기초하여 채널 상태 측정을 수행하고, 채널 표현 정보 구성을 사용하여 채널 표현 정보를 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 필터링된 TD-CRI를 생성할 수 있다. 단계(2410)에서, 감지 디바이스(502)는 추가 처리를 위해 채널 상태 측정(즉, 필터링된 TD-CRI)을 포함하는 CRI 전송 메시지를 무선으로(over the air) 감지 알고리즘 관리자(506)로 발송할 수 있다.
- [0190] 도 25는 일부 실시예들에 따른 감지 디바이스(502), 원격 디바이스(504-1), 및 감지 알고리즘 관리자(506) 사이의 통신을 위한 시퀀스 다이어그램(2500)을 도시하며, 여기서 원격 디바이스(504-1)는 감지 개시자이다. 도 25는 감지 알고리즘 관리자(506)가 별개의 디바이스인 네트워크(예를 들어, 802.11 네트워크)의 예를 도시한다.
- [0191] 도 25에 도시된 바와 같이, 단계(2502)에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 감지 구성 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 일 예로, 감지 구성 메시지는 채널 표현 정보 구성을 포함할 수 있다. 단계(2504)에서, 감지 구성 메시지에 응답하여, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 응답 메시지를 사용하여 확인 응답을 발송하고, 필터링된 TD-CRI 및 재구성 필터링된 TD-CRI를 생성하는데 사용하기 위한 채널 표현 정보 구

성으로 감지 에이전트(516)를 구성할 수 있다. 단계(2506)에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 세션을 개시할 수 있고, 감지 송신 통지 메시지에 이어 감지 송신 NDP를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 단계(2508)에서 설명된 바와 같이, 감지 송신 NDP는 하나의 SIFS 후에 감지 송신 통지 메시지에 후속한다. 일 예에서, SIFS의 지속기간은 $10\mu s$ 이다. 감지 디바이스(502)는 감지 송신 NDP에 대해 채널 상태 측정을 수행하고, 채널 표현 정보 구성에 기초하여 채널 표현 정보를 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 필터링된 TD-CRI를 생성할 수 있다. 단계(2510)에서, 감지 디바이스(502)는 추가 처리를 위해 채널 상태 측정(즉, 필터링된 TD-CRI)을 포함하는 CRI 송신 메시지를 무선으로(over the air) 감지 알고리즘 관리자(506)로 발송할 수 있다.

[0192] 도 26은 일부 실시예들에 따른 감지 디바이스(502)와 감지 알고리즘 관리자(506)를 포함하는 원격 디바이스(504-1) 사이의 통신을 위한 시퀀스 다이어그램(2600)을 도시하며, 원격 디바이스(504-1)는 감지 개시자이다. 도 26은 원격 디바이스(504-1)가 감지 알고리즘 관리자(506)를 포함하는 네트워크(예를 들어, 802.11 네트워크)의 예를 도시한다.

[0193] 도 26에 도시된 바와 같이, 단계(2602)에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 세션을 개시할 수 있고, 감지 송신 통지 메시지에 이어 감지 송신 NDP를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 일 예로, 감지 송신 통지 메시지는 채널 표현 정보 구성을 포함할 수 있다. 단계(2604)에서 설명된 바와 같이, 감지 송신 NDP는 하나의 SIFS 후에 감지 송신 통지 메시지에 후속한다. 일 예에서, SIFS의 지속기간은 $10\mu s$ 이다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 송신 NDP에 기초하여 채널 상태 측정을 수행하고, 채널 표현 정보 구성에 기초하여 채널 표현 정보를 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 필터링된 TD-CRI를 생성할 수 있다. 다른 예에서, 감지 디바이스(502)는 폴 TD-CRI를 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 채널 상태 측정을 채널 표현 정보 스토리지(520)와 같은 임시 스토리지에 저장할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 측정 폴 메시지(poll message)를 수신할 때까지 채널 상태 측정을 홀딩(hold)할 수 있다. 단계(2606)에서, 원격 디바이스는, 이미 포맷팅된 채널 상태 측정(즉, 필터링된 TD-CRI)을 발송하고, 채널 상태 측정을 원격 디바이스(504-1)에 전송하도록 감지 디바이스(502)를 트리거하는 감지 측정 폴 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 다른 예에서, 단계(2606)에서, 원격 디바이스(504-1)는 채널 상태 측정을 포맷팅하고(즉, 폴 TD-CRI로부터 필터링된 TD-CRI를 생성하고), 채널 상태 측정을 원격 디바이스(504-1)로 전송하도록 감지 디바이스(502)를 트리거하는 감지 측정 폴 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 단계(2608)에서, 감지 디바이스(502)는 채널 상태 측정(즉, 필터링된 TD-CRI)을 포함하는 CRI 송신 메시지를 무선으로 원격 디바이스(504-1)에 발송할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)는 채널 상태 측정을 추가로 처리할 수 있다. 일부 구현예들에서, 원격 디바이스(504-1)는 채널 표현 정보 구성을 감지 측정 폴 메시지에 포함시킬 수 있다. 일부 구현예들에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 다수의 감지 측정 폴 메시지들을 사용하여 다수의 포맷들로 채널 표현 정보를 요청할 수 있다.

[0194] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일부 실시예는 Wi-Fi 감지를 위한 두 가지 감지 메시지 유형, 즉 감지 구성 메시지 및 감지 구성 응답 메시지를 정의한다. 일 예에서, 감지 구성 메시지 및 감지 구성 응답 메시지는 IEEE 802.11에 설명된 유형의 관리 프레임에 대한 새로운 확장으로 반송된다. 도 27은 감지 송신을 반송하는 관리 프레임(2700)의 컴포넌트의 예를 도시한다. 일 예에서, 시스템(500)은 확인 응답 프레임들을 요구할 수 있고, 감지 메시지들을 반송하는 관리 프레임은 액션 프레임(Action frame)으로서 구현될 수 있고, 다른 예에서, 시스템(500)은 확인 응답 프레임들을 요구하지 않을 수 있고, 감지 메시지들을 반송하는 관리 프레임은 액션 노(Action No) Ack 프레임으로서 구현될 수 있다. 일부 예들에서, 모든 메시지 유형들은 IEEE 802.11 제어 프레임에 대한 새로운 확장으로 반송된다. 일부 예들에서, 이러한 감지 메시지 유형들을 실현하기 위해 관리 및 제어 프레임들의 조합이 사용될 수 있다.

[0195] 일 구현예에서, 모든 감지 메시지 유형들의 정보 콘텐츠는 도 27에 도시된 바와 같은 포맷으로 반송될 수 있다. 일부 예들에서, 도 27에 설명된 송신 구성, 타이밍 구성, 스티어링 매트릭스 구성, 및 TD-CRI 구성은 IEEE 802.11 엘리먼트들로서 구현된다. 일부 예들에서, TD-CRI 구성 엘리먼트는 송신 구성 엘리먼트의 일부이다. 다른 예에서, 관리 프레임(2700)의 컴포넌트는 그 전체로서 감지 측정 파라미터 엘리먼트로 지칭될 수 있다.

[0196] 하나 이상의 실시예들에서, 감지 메시지 유형들은 메시지 유형 필드에 의해 식별될 수 있고, 각각의 감지 메시지 유형은 일부 실시예들에 따라 다른 식별된 엘리먼트들을 반송할 수 있다. 감지 메시지 유형들 및 TD-CRI 구성 엘리먼트들의 예들이 표 4에 도시된다. 또한, TD-CRI 구성 엘리먼트 세부 사항은 표 5와 같다.

표 4: 감지 메시지 유형 및 TD-CRI 구성 엘리먼트

값	메시지 유형	메시지 방향	TD-CRI 구성
0	감지 구성 메시지	감지 알고리즘 관리자에서 감지 디바이스로	<p>옵션</p> <p>감지 디바이스가 감지 알고리즘 관리자에게 발송하기 위해 필터링된 TD-CRI 값들을 생성하기 위해 사용할 수 있는 TD-CRI 구성 파라미터들을 특정한다.</p> <p>감지 구성 메시지는 TD-CRI 구성 파라미터들이 미래의 감지 세션에서 사용하기 위해 감지 디바이스로 발송될 때 (즉, 값들이 메모리에 홀딩되거나 감지 디바이스에 저장됨) 사용될 수도 있다.</p> <p>감지 구성 메시지는 감지 알고리즘 관리자와 감지 디바이스의 연관시 발송될 수 있다. 감지 구성 메시지는 802.11 네트워크상의 (원격 디바이스와 같은) 별개의 디바이스상에 존재할 수 있는 감지 알고리즘 관리자로부터 발송될 수 있다.</p> <p>이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 감지 디바이스는 채널 표현 정보가 요청될 때 CSI 값들을 제공할 수 있다.</p>
1	감지 구성 응답 메시지	감지 알고리즘 관리자로부터 감지 디바이스로	<p>옵션</p> <p>감지 구성 메시지에서의 이러한 엘리먼트에 응답하여, 메시지를 수신하는 감지 디바이스는 TD-CRI 구성 필드에 확인 응답을 발송하고, 필터링된 TD-CRI를 생성하는데 사용하기 위해 제공된 값들로 감지 에이전트를 구성한다 (아마도 그렇게 하도록 트리거될 때, 또는 항상 채널 표현 정보를 발송할 때).</p>
2~5 및 7~255	리저브됨	N/A	N/A

[0197]

표 5: TD-CRI 구성 엘리먼트 세부사항

이름	유형	유효 범위	설명
N	정수	0 ... N_{FFT}	감지 디바이스가 필터링된 TD-CRI로서 리턴해야 하는 시간 도메인 펄스들의 수를 특정한다. 하나 이상의 테이블의 형태로 제공될 수 있다
시간 지연 필터	정수	0 ... N_{FFT}	시간 도메인 마스크의 일부로서 필터링된 TD-CRI 값들에 포함시키기 위해 고려될 수 있는 최고 심볼(톤)을 특정한다.

[0198]

최대 진폭 마스크	정렬된 쌍 (정수, 분수)	(1 ... NFFT, 0 ... 1)	지정된 심볼(톤)의 최대 진폭 마스크를 시간 도메인 마스크의 일부로 특정한다.
최소 진폭 마스크	정렬된 쌍 (정수, 분수)	(1 ... NFFT, 0 ... 1)	지정된 심볼(톤)의 최소 진폭 마스크를 시간 도메인 마스크의 일부로 특정한다. 쌍의 제2 값은 모든 심볼(톤)에 대해 최대 진폭 마스크의 제2 값 보다 작아야한다.
시간 지연 유연성	비트 플래그	0 또는 1	진폭 마스크 (최대 진폭 마스크와 최소 진폭 마스크 사이의 영역으로서 정의됨) 내에 있는 N개의 필터링된 TD-CRI 값들을 달성하기 위해 시간 지연 필터의 최고 심볼(톤)이 증가될 수 있는지 여부를 나타낸다.
최대 진폭 유연성	비트 플래그	0 또는 1	시간 지연 필터내에 있는 N 개의 필터링된 TD-CRI 값들을 달성하기 위해 최대 진폭 마스크가 증가될 수 있는지 여부를 나타낸다.
최소 진폭 유연성	비트 플래그	0 또는 1	시간 지연 필터내에 있는 N개의 필터링된 TD-CRI 값들을 달성하기 위해 최소 진폭 마스크가 감소될 수 있는지 여부를 나타낸다.

[0199]

[0200]

일 예에서, 표 5에 제공된 데이터는 감지 디바이스(502)와 감지 알고리즘 관리자(506) 사이의 감지 메시지들에 포함시키기 위한 엘리먼트로 인코딩될 수 있다.

[0201]

일부 구현예들에 따르면, 감지 송신 통지는 IEEE 802.11에 설명된 유형의 제어 프레임에 대한 새로운 확장으로 반송될 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 송신 통지는 IEEE 802.11에 설명된 제어 프레임 확장으로의 새로운 확장에 반송될 수도 있다. 도 28a는 제어 프레임(2800)의 포맷의 예를 예시하고, 도 28b는 제어 프레임(2800)의 감지 송신 제어 필드의 포맷을 예시한다. 일 예에서, 감지 송신 제어 필드의 STA 정보 필드는 연관 ID를 통해 n 개까지의 감지 디바이스들을 어드레싱할 수 있다. 예시적인 구현예에서, 감지 송신 통지는 감지 측정을 행하고, 채널 표현 정보를 감지 개시자로 다시 중계하는 하기 위해 요구되는 n개의 감지 디바이스들을 어드레싱할 수 있다. 감지 송신 제어 및 TD-CRI 구성 엘리먼트들의 예들은 아래에 제공된 표 6에 도시된다.

표 6: 감지 송신 제어 및 TD-CRI 구성 엘리먼트

메시지 유형	메시지 방향	TD-CRI 구성
감지 송신 통지	원격 디바이스로부터 감지 디바이스로	<p>옵션</p> <p>이 엘리먼트는 (감지 송신 NDP에 선행하는) 감지 송신 통지에 포함되어, 감지 송신 NDP에 기초하여 행해지는 채널 표현 정보의 송신시에, 감지 디바이스가 TD-CRI 구성을 적용해야 한다는 것을 감지 디바이스에 알린다.</p> <p>TD-CRI 구성이 감지 구성 메시지에 이미 제공되었다면, 이 TD-CRI 구성 엘리먼트는 (오직 하나의 TD-CRI 구성만이 감지 구성 메시지에 제공된 경우) 감지 디바이스가 미리 구성된 TD-CRI 구성 정보를 사용해야 하는지 여부를 나타내는 비트 플래그로 구성될 수 있다.</p> <p>하나 초과된 TD-CRI 구성이 감지 구성 메시지에 제공되었다면, 감지 트리거 메시지에서의 TD-CRI 구성은 어느 TD-CRI 구성이 적용될 지를 감지 디바이스에 표시하기 위해 미리 구성된 TD-CRI 구성들로 인덱스를 제공할 수 있다.</p> <p>일부 예들에서, 제공되는 여러 인덱스들, 예를들어, N을 표시하는 하나의 인덱스, 시간 지연 필터를 선택하는 하나의 인덱스, 최대 진폭 마스크를 선택하는 하나의 인덱스, 및 최소 진폭 마스크를 선택하는 하나의 인덱스가 존재할 수 있다.</p> <p>감지 디바이스는 어느 TD-CRI 구성 파라미터들이 적용될 지를 결정하기 위해 감지 송신 통지에 다른 정보와 함께 제공된 TD-CRI 구성 정보를 조합할 수도 있다. 예를들어, 감지 디바이스는 어느 TD-CRI 구성 파라미터들을 사용할지를 결정함에 있어서 TD-CRI 구성을 채널 대역폭과 조합할 수 있다. 다른 예에서, 감지 디바이스는 어느 TD-CRI 구성 파라미터들을 사용할지를 결정하기 위해 TD-CRI 구성을 감지 모드 (예를들어, 스캐닝 모드 또는 검출 모드) 와 조합할 수 있다.</p> <p>일부 예들에서, 감지 송신 통지에 제공된 TD-CRI 구성은 다음 감지 송신에 기초하여 행해진 측정을 위해서만 사용된다. 다른 예들에서, 감지 송신 통지에 제공된 TD-CRI 구성은 TD-CRI 구성이 업데이트되거나 명시적으로 소거될 때까지 사용된다.</p> <p>이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 감지 디바이스는 채널 표현 정보가 발송될 때 CSI 값들을 제공한다. 다른 예에서, 이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 감지 디바이스는 감지측정을 계산하지만 원격 디바이스에 피드백을 제공하지 않는다.</p> <p>이에에서, 감지 측정값은 채널표현 정보를 제공해야 한다는 것을 감지 디바이스에 시그널링하기 위해 사용될 수 있다.</p>

[0202]

[0203]

일부 구현예들에 따르면, 감지 측정 폴은 IEEE 802.11에 설명된 유형의 제어 프레임에 대한 새로운 확장으로 반송될 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 측정 폴은 IEEE 802.11에 설명된 제어 프레임 확장에 대한 새로운 확장으로 반송될 수 있다. 도 29a는 제어 프레임(2900)의 포맷의 예를 예시하고, 도 29b는 제어 프레임(2900)의 감지 측정 제어 필드의 포맷을 예시한다. 감지 측정 제어 및 TD-CRI 구성 엘리먼트들의 예들은 아래에 제공된 표 7에 도시된다.

표 7: 감지 측정 제어 및 TD-CRI 구성 엘리먼트

메시지 유형	메시지 방향	TD-CRI 구성
감지 송신 폴	원격 디바이스로부터 감지 디바이스로	<p>옵션</p> <p>이 엘리먼트는 감지 송신 폴에 포함되어, 이전 감지측정에서 행해진 CRI 송신 메시지의 송신시에, 감지 디바이스가 TD-CRI 구성을 적용해야 한다는 것을 감지 디바이스에 알린다. TD-CRI 구성이 감지 구성 메시지에 이미 제공되었다면, 이 TD-CRI 구성 엘리먼트는 (오직 하나의 TD-CRI 구성만이 감지 구성 메시지에 제공된 경우) 감지 디바이스가 미리 구성된 TD-CRI 구성 정보를 사용해야 하는지 여부를 나타내는 비트 플래그로 구성될 수 있다.</p> <p>하나 초과된 TD-CRI 구성이 감지 구성 메시지에 제공되었다면, 감지 트리거 메시지에 TD-CRI 구성은 어느 TD-CRI 구성이 적용될 지를 감지 디바이스에 표시하기 위해 미리 구성된 TD-CRI 구성들로 인덱스를 제공할 수 있다. 일부 예들에서, 제공되는 여러 인덱스들, 예를들어, N을 표시하는 하나의 인덱스, 시간 지연 필터를 선택하는 하나의 인덱스, 최대 진폭 마스크를 선택하는 하나의 인덱스, 및 최소 진폭 마스크를 선택하는 하나의 인덱스가 존재할 수 있다.</p> <p>감지 디바이스는 어느 TD-CRI 구성 파라미터들이 적용될 지를 결정하기 위해 감지 송신 폴에 다른 정보와 함께 제공된 TD-CRI 구성 정보를 조합할 수 있다. 예를들어, 감지 디바이스는 어느 TD-CRI 구성 파라미터들을 사용할지를 결정함에 있어서 TD-CRI 구성을 채널 대역폭과 조합할 수 있다. 다른 예에서, 감지 디바이스는 어느 TD-CRI 구성 파라미터들을 사용할지를 결정하기 위해 TD-CRI 구성을 감지 모드 (예를들어, 스캐닝 모드 또는 검출 모드) 와 조합할 수 있다.</p> <p>일부 예들에서, 감지 송신 폴에 제공된 TD-CRI 구성은 마지막 감지 송신에 기초하여 행해진 측정을 위해서만 사용된다. 다른 예들에서, 감지 송신 폴에 제공된 TD-CRI 구성은 TD-CRI 구성이 업데이트되거나 명시적으로 소거될 때까지 사용된다. 이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 감지 디바이스는 채널 표현 정보가 발송될 때 CSI 값들을 제공한다.</p>

[0204]

[0205]

일부 구현예들에 따르면, 감지 디바이스(502)가 감지 측정을 계산하고 (예를 들어, 필터링된 TD-CRI의 형태로) 채널 표현 정보를 생성한 경우, 감지 디바이스(502)는 채널 표현 정보를 감지 알고리즘 관리자(506) 또는 감지 알고리즘 관리자(506)를 포함하는 원격 디바이스(504-1)에 통신하도록 요구될 수 있다. 일 예에서, 필터링된 TD-CRI는 감지 송신 통지 및 감지 송신 NDP에 응답하여 생성될 수 있다. 일부 예들에서, 필터링된 TD-CRI는 감지 측정 폴에 응답하여 생성될 수 있다. 예들에서, 필터링된 TD-CRI는 관리 프레임에 의해 전송될 수 있다. 일 예에서, CRI 송신 메시지를 나타내는 메시지 유형이 정의될 수 있다. 도 30은 일부 실시예들에 따른 CRI 송신 메시지를 반송하는 관리 프레임(3000)의 컴포넌트의 일례를 예시한다. 일 예에서, 시스템(500)은 확인 응답 프레임을 요구할 수 있고, CRI 송신 메시지를 반송하는 관리 프레임은 액션 프레임으로서 구현될 수 있으며, 다른 예에서, 시스템(500)은 확인 응답 프레임을 요구하지 않을 수 있고, CRI 송신 메시지를 반송하는 관리 프레임은 액션 노(Action No) Ack 프레임으로서 구현될 수 있다. CRI 송신 메시지 및 TD-CRI 구성 엘리먼트들의 예들이 표 8에 도시된다. 또한, 상기 CRI 송신 메시지 엘리먼트 세부 사항이 표 9에 도시된다.

표 8: CRI 송신 메시지 및 TD-CRI 구성 엘리먼트

값	메시지 유형	메시지 방향	TD-CRI 구성	CRI 송신 메시지
6	CRI 전송 메시지	감지 디바이스에서 감지 알고리즘 관리자를 포함하는 원격 디바이스로	옵션 감지 디바이스에 의해 발신된 CRI 송신에서, 이 엘리먼트는 필터링된 TD-CRI가 발송되는 경우 존재하고, CSI가 발송되는 경우 존재하지 않는다. 이 엘리먼트가 존재하면, 필터링된 TD-CRI를 생성하기 위해 사용되었던 TD-CRI 구성은 필터링된 TD-CRI 값들과 함께 발송될 수 있다. 다른 예에서, 이 엘리먼트가 존재하면, 엘리먼트는, 감지 디바이스가 응답을 트리거한 감지 송신통지 또는 감지 측정 폴메시지에 있었던 TD-CRI 구성을 적용했음을 나타내는 비트 플래그를 포함할 수 있다. 대안으로, 엘리먼트는 TD-CRI 구성의 양태들 중 어느것이 적용되었는지를 나타내기 위해, TD-CRI 구성의 각각의 양태에 대해 하나씩, 다수의 비트 플래그들을 포함할 수 있다.	표 9에 정의된 CRI 송신 메시지

[0206]

표 9: CRI 송신 메시지 엘리먼트 세부사항

이름	유형	유효 범위	설명
IFFT 길이	정수	NFFT	CSI로부터 풀 TD-CRI를 계산하는데 사용되는 IFFT의 길이를 특정한다. 이 값은 필터링된 TD-CRI에 리턴될 수 있는 활성 시간 도메인 펄스들의 최대 수 및 따라서 활성 시간 도메인 펄스들을 나타내는 비트 필드의 길이를 설명한다.
활성 시간 도메인 펄스	비트 필드	활성 시간 영역 펄스를 나타내는 1을 갖는 NFFT의 길이	활성 시간 도메인 펄스의 풀 TD-CRI에서의 위치를 특정한다. 0의 값은 톤이 비어있음(vacant)을 의미하고, 1의 값은 톤이 점유됨(occupied)을 의미한다. 이 엘리먼트에는 비트 필드에서 1의 각 값에 대해 정확히 하나의 크기값과 하나의 위상값이 뒤따른다.
CRI 최대 크기 1	부호없는 부동 소수점	[0.0,1.0]	제1 활성 시간 도메인 펄스에 대한 최대 크기값 또는 측정된 크기값
CRI 최소 크기 1	부호없는 부동 소수점	[0.0,1.0]	제1 활성 시간 도메인 펄스에 대한 최소 크기값
CRI 위상 1	부호있는 부동 소수점	$[-\pi/2, \pi/2)$	제1 활성 시간 도메인 펄스에 대한 위상값
⋮	⋮	⋮	⋮

[0207]

CRI 최대 크기 m	부호없는 부동 소수점	[0.0,1.0]	m번째 활성 시간 도메인 펄스에 대한 최대 크기값 또는 측정된 크기값.
CRI 최소 크기 m	부호없는 부동 소수점	[0.0,1.0]	m번째 활성 시간 도메인 펄스에 대한 최소 크기값.
CRI 위상 m	부호있는 부동 소수점	$[-\pi/2, \pi/2)$	m번째 활성 시간 도메인 펄스에 대한 위상값.

[0208]

- [0209] 표 9는 활성(포함/선택된) 시간 도메인 펄스들을 나타내기 위해 비트 필드를 사용하여 TD-CRI를 전달하는 CRI 송신 메시지 엘리먼트의 예를 도시한다.
- [0210] 일 구현예에서, 감지 알고리즘 관리자(506)가 별도의 디바이스 상에 구현될 때 (즉, 원격 디바이스(504-1) 내에 구현되지 않을 때), 관리 프레임은 필요하지 않을 수도 있고, 필터링된 TD CRI는 표준 IEEE 802.11 데이터 프레임에 캡슐화되어 감지 알고리즘 관리자(506)로 전송될 수 있다. 일 예에서, 표 9에 설명된 데이터 구조는 필터링된 TD CRI 데이터를 포맷하는데 사용될 수 있다. 일 예에서, 데이터 구조가 CRI 송신 메시지 엘리먼트의 형태임을 감지 알고리즘 관리자(506)가 검출하게 하기 위해 독점 헤더(proprietary header) 또는 디스크립터(descriptor)가 데이터 구조에 추가될 수 있다. 일 예에서, 데이터는 도 30에 도시된 포맷으로 전송될 수 있고, 감지 알고리즘 관리자(506)는 CRI 송신 메시지를 나타내는 메시지 유형 값을 해석하도록 구성될 수 있다.
- [0211] 본 개시의 양태들에 따르면, 감지 디바이스(502)로부터 감지 알고리즘 관리자(506)로 전달되는 정보의 양은, 기저대역 수신기에 의해 제공되는 주파수 도메인 CSI 값들 대신에 필터링된 시간 도메인 값들(필터링된 TD-CRI, 각각의 시간 도메인 펄스에 대한 하나의 복소 값)을 발송함으로써 상당히 감소될 수 있다. 또한, 발송될 필요가 있는 시간 도메인 펄스들의 수는 최소 채널 대역폭(예를 들어, 20 MHz 채널 대역폭)에 대한 CSI 값들의 약 25% 이하일 수 있다. 또한, 이 백분율은 총 채널 대역폭이 증가함에 따라 상당히 감소할 수 있다.
- [0212] 도 31은 일부 실시예들에 따른 모션 또는 움직임을 결정하는 데 사용하기 위해 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신하기 위한 흐름도(3100)를 도시한다.
- [0213] 흐름도(3100)의 구현의 간략한 개요에서, 단계(3102)에서, 시간 도메인에서 채널 상태 정보를 나타내는 채널 표현 정보 구성이 수신된다. 단계(3104)에서, 감지 송신이 수신된다. 단계(3106)에서, 감지 송신에 기초하여 감지 측정이 생성된다. 단계(3108)에서, 감지 측정의 시간 도메인 표현이 생성된다. 단계(3110)에서, 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스들이 채널 표현 정보 구성에 기초하여 선택된다. 단계(3112)에서, 하나 이상의 시간 도메인 펄스들은 모션 또는 움직임을 결정하는 데 사용하기 위해 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신된다.
- [0214] 단계(3102)는 시간 도메인에서 채널 상태 정보를 나타내는 채널 표현 정보 구성을 수신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 채널 표현 정보 구성은 시간 도메인 펄스(N)의 수, 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 최대 시간 지연 경계는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 선택 가능한 시간 도메인 펄스의 최대 시간 지연을 나타낼 수 있다. 일 예에서, 진폭 마스크는 최소 진폭 마스크 및 최대 진폭 마스크 중 하나를 포함한다. 일 구현예에서, N, 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 송신 광고 메시지에서 수신될 수 있다. 일부 구현예들에서, N, 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 구성 메시지에 수신될 수 있다. 일부 구현예들에서, N, 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 측정 폴 메시지에 수신될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 감지 알고리즘 관리자(506)로부터 채널 표현 정보 구성을 수신할 수 있다. 일 구현예에서, N은 레인징 프로세스에 따라 결정될 수 있다. 일부 구현예에서, N은 시뮬레이션 프로세스에 따라 결정될 수 있다.
- [0215] 단계(3104)는 감지 송신을 수신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 송신을 수신할 수 있다.
- [0216] 단계(3106)는 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성하는 단계는 채널 상태 정보(CSI)를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0217] 단계(3108)는 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성할 수 있다. 예시적인 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 측정에 대해 IFFT를 수행하여 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성할 수 있다.
- [0218] 단계(3110)는 채널 표현 정보 구성에 기초하여 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 선택하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 채널 표현 정보 구성에 기초하여 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 선택할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 진폭 마스크에 기초하여 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 선택할 수 있다. 예를 들어, 감지 디바이스(502)는 진폭 마스크 내에 있는 시간 도메인 펄스들을 포함하고, 진폭 마스크 외부에 있는 시간 도메인 펄스들을 배제할 수 있다. 진폭 마스크는 감지 측정의 시간 도메인 표현이다. 또한, 일 예에서, 하나 이상의 시간 도메인 펄스 각각은 복소수로 표현될 수 있다. 복소수는 진폭 및 위상을 포함할 수 있다.

- [0219] 단계(3112)는 모션 또는 움직임을 결정하는 데 사용하기 위해 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 모션 또는 움직임을 결정하는 데 사용하기 위해 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다. 예시적인 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 CRI 송신 메시지를 통해 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다.
- [0220] 도 32a 및 도 32b는 일부 실시예들에 따른 모션 또는 움직임을 결정하는 데 사용하기 위해 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신하기 위한 흐름도(3200)를 도시한다.
- [0221] 흐름도(3200)의 구현의 간략한 개요에서, 단계(3202)에서, 시간 도메인에서 채널 상태 정보를 나타내는 채널 표현 정보 구성이 수신된다. 단계(3204)에서, 감지 송신이 수신된다. 단계(3206)에서, 감지 송신에 기초하여 감지 측정이 생성된다. 단계(3208)에서, 감지 측정의 시간 도메인 표현이 생성된다. 단계(3210)에서, 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스들이 채널 표현 정보 구성에 기초하여 선택된다. 단계(3212)에서, 선택되지 않은 시간 도메인 펄스들은 널링(null)된다. 단계(3214)에서, 재구성 필터링된 TD-CRI 내의 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현이 생성된다. 단계(3216)에서, 재구성 필터링된 TD-CRI 내의 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현은 모션 또는 움직임을 결정하는데 사용하기 위해 감지 알고리즘 관리자(506)로 통신된다.
- [0222] 단계(3202)는 시간 도메인에서 채널 상태 정보를 나타내는 채널 표현 정보 구성을 수신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 채널 표현 정보 구성은 N, 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 최대 시간 지연 경계는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 선택 가능한 시간 도메인 펄스의 최대 시간 지연을 나타낼 수 있다. 일 예에서, 진폭 마스크는 최소 진폭 마스크 및 최대 진폭 마스크 중 하나를 포함한다. 일 구현예에서, N, 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 송신 통지 메시지에 수신될 수 있다. 일부 구현예들에서, N, 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 구성 메시지에 수신될 수 있다. 일부 구현예들에서, N, 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 측정 폴 메시지에 수신될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 감지 알고리즘 관리자(506)로부터 채널 표현 정보 구성을 수신할 수 있다. 일 구현예에서, N은 레인징 프로세스에 따라 결정될 수 있다. 일부 구현예에서, N은 시플레이션 프로세스에 따라 결정될 수 있다.
- [0223] 단계(3204)는 감지 송신을 수신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 송신을 수신할 수 있다.
- [0224] 단계(3206)는 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성하는 단계는 채널 상태 정보(CSI)를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0225] 단계(3208)는 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성할 수 있다. 예시적인 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 측정에 기초하여 IFFT를 수행하여 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성할 수 있다.
- [0226] 단계(3210)는 채널 표현 정보 구성에 기초하여 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 선택하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 채널 표현 정보 구성에 기초하여 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 선택할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 진폭 마스크에 기초하여 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 선택할 수 있다. 예를 들어, 감지 디바이스(502)는 진폭 마스크 내에 있는 시간 도메인 펄스들을 포함하고, 진폭 마스크 외부에 있는 시간 도메인 펄스들을 배제할 수 있다. 진폭 마스크는 감지 측정의 시간 도메인 표현이다. 또한, 일 예에서, 하나 이상의 시간 도메인 펄스 각각은 복소수로 표현될 수 있다. 복소수는 진폭 및 위상을 포함할 수 있다.
- [0227] 단계(3212)는 선택되지 않은 널링 시간 도메인 펄스들을 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 선택되지 않은 시간 도메인 펄스들을 널링(null)할 수 있다. 일 예에서, 선택되지 않은 시간 도메인 펄스들의 에너지는 0이 된다.
- [0228] 단계(3214)는 재구성 필터링된 TD-CRI에 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 생성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 재구성 필터링된 TD-CRI에서 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현의 표현을 생성할 수 있다. 일 예에서, 재구성 필터링된 TD-CRI에서 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현은 비트맵을 포함할 수 있으며, 여기서 "1"은 시간 도메인 펄스의 위치를 나타내고, "0"은 널의

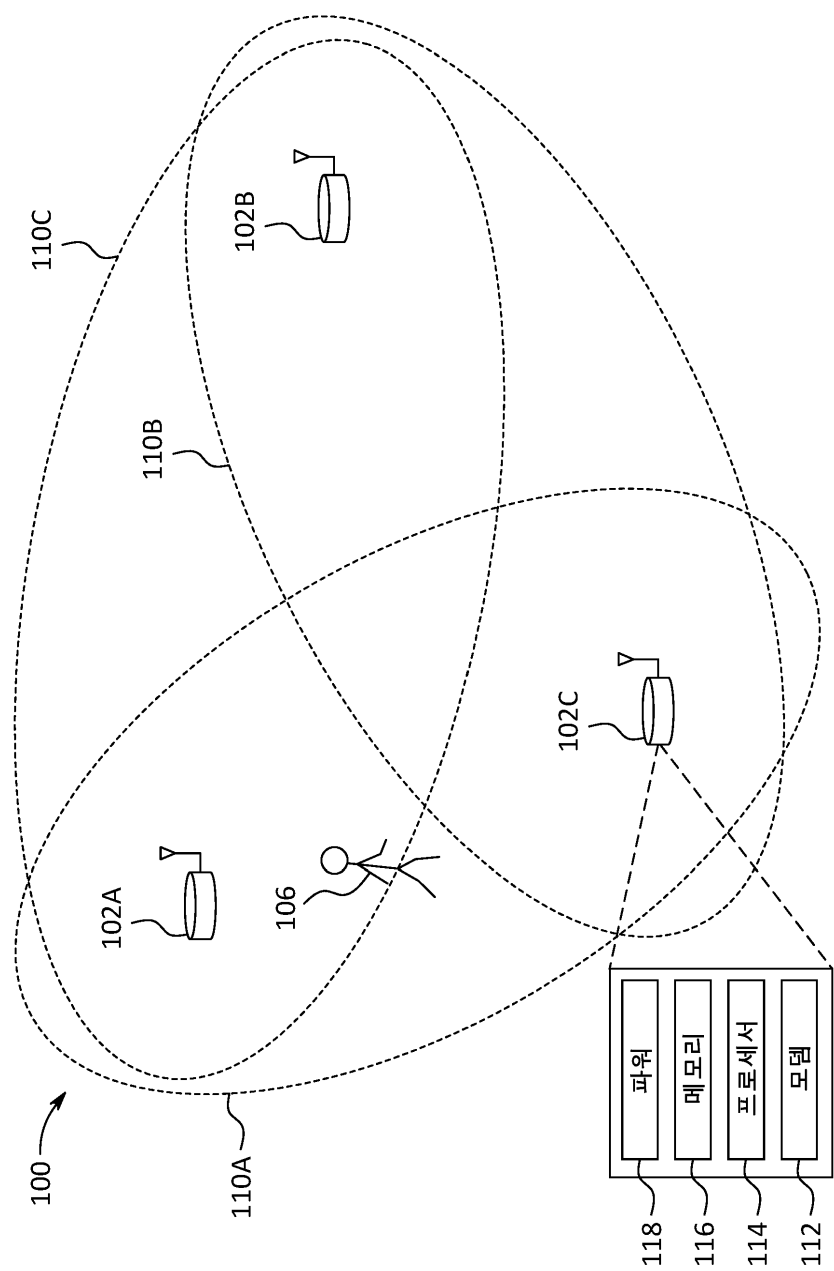
위치를 나타낸다. 또한, 일 예에서, 비트맵의 길이는 감지 측정에서 감지 측정 포인트의 수에 대응한다. 일부 예들에서, 비트맵의 길이는 재구성 필터링된 TD-CRI에서의 포인트들의 수에 대응한다. 일부 예들에서, 비트맵의 길이는 주파수 도메인 수신 신호 표현에서 가드 톤들 및 DC 톤들의 수보다 적은 재구성 필터링된 TD-CRI에서의 포인트들의 수에 대응한다. 일 구현예에서, 재구성 필터링된 TD-CRI에서 선택된 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현은 Z-비트 정수이며, 여기서:

- [0229] 2^Z = IFFT에 포인트들의 수
- [0230] 단계(3216)는 모션 또는 움직임을 결정하는데 사용하기 위해 재구성 필터링된 TD-CRI 내의 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 모션 또는 움직임을 결정하는데 사용하기 위해 재구성 필터링된 TD-CRI 내의 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 CRI 송신 메시지를 사용하여 재구성 필터링된 TD-CRI 내의 하나 이상의 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현을 감지 알고리즘 관리자(506)에 통신할 수 있다.
- [0231] 특정 실시예들은 다음을 포함한다:
- [0232] 실시예 1은 Wi-Fi 감지를 위한 시스템으로서, 송신 안테나, 수신 안테나, 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 감지 수신기를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 수신 안테나에 의해, 시간 도메인에서의 채널 상태 정보의 표현을 식별하는 채널 표현 정보 구성을 수신하고, 수신 안테나를 통해, 감지 송신을 수신하고, 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 생성하고, 감지 측정의 시간 도메인 표현을 생성하고, 채널 표현 정보 구성에 기초하여 시간 도메인 표현을 나타내는 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 선택하고, 송신 안테나에 의해, 모션 또는 움직임을 결정하는데 사용하기 위해 하나 이상의 시간 도메인 펄스들을 감지 알고리즘 관리자에 통신하기 위한 명령들을 실행하도록 구성된다.
- [0233] 실시예 2는 실시예 1의 시스템이고, 채널 표현 정보 구성이 시간 도메인 펄스(N)의 수, 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상을 포함한다.
- [0234] 실시예 3은 실시예 2의 시스템이고, 최대 시간 지연 경계는 감지 측정의 시간 도메인 표현의 선택 가능한 시간 도메인 펄스의 최대 시간 지연을 나타낸다.
- [0235] 실시예 4는 실시예 2 또는 실시예 3의 시스템이고, 진폭 마스크는 최소 진폭 마스크 및 최대 진폭 마스크 중 하나를 포함한다.
- [0236] 실시예 5는 실시예 1 내지 실시예 4 중 어느 하나의 시스템이고, 프로세서는 재구성 필터링된 TD-CRI에서 하나 이상의 시간 도메인 펄스의 위치의 표현을 생성하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0237] 실시예 6은 실시예 5의 시스템이고, 프로세서는 재구성 필터링된 TD-CRI 내의 하나 이상의 시간 도메인 펄스의 위치의 표현을 감지 알고리즘 관리자에 통신하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0238] 실시예 7은 실시예 5 또는 실시예 6의 시스템이고, 재구성 필터링된 TD-CRI 내의 하나 이상의 시간 도메인 펄스의 위치의 표현은 비트맵을 포함하고, "1"은 시간 도메인 펄스의 위치를 나타내고, "0"은 널(null)의 위치를 나타낸다.
- [0239] 실시예 8은 실시예 7의 시스템이고, 비트맵의 길이는 감지 측정에서의 감지 측정 포인트의 수에 대응한다.
- [0240] 실시예 9는 실시예 7의 시스템이고, 비트맵의 길이는 주파수 도메인 수신 신호 표현에서 가드 톤(guard tone)들 및 DC 톤들의 수를 제외한 재구성 필터링된 TD-CRI에서의 포인트들의 수에 대응한다.
- [0241] 실시예 10은 실시예 7의 시스템이고, 비트맵의 길이는 재구성 필터링된 TD-CRI에서의 포인트들의 수에 대응한다.
- [0242] 실시예 11은 실시예 1 내지 실시예 10 중 어느 하나의 시스템이고, 하나 이상의 시간 도메인 펄스 각각은 복소수로 표현된다.
- [0243] 실시예 12는 실시예 11의 시스템이고, 복소수는 진폭 및 위상을 포함한다.
- [0244] 실시예 13은 실시예 5 내지 실시예 10 중 어느 하나의 시스템이고, 재구성 필터링된 TD-CRI 내의 선택된 시간 도메인 펄스들의 위치의 표현은 Z-비트 정수이며, 여기서, 2^Z = IFFT의 포인트들의 수이다.

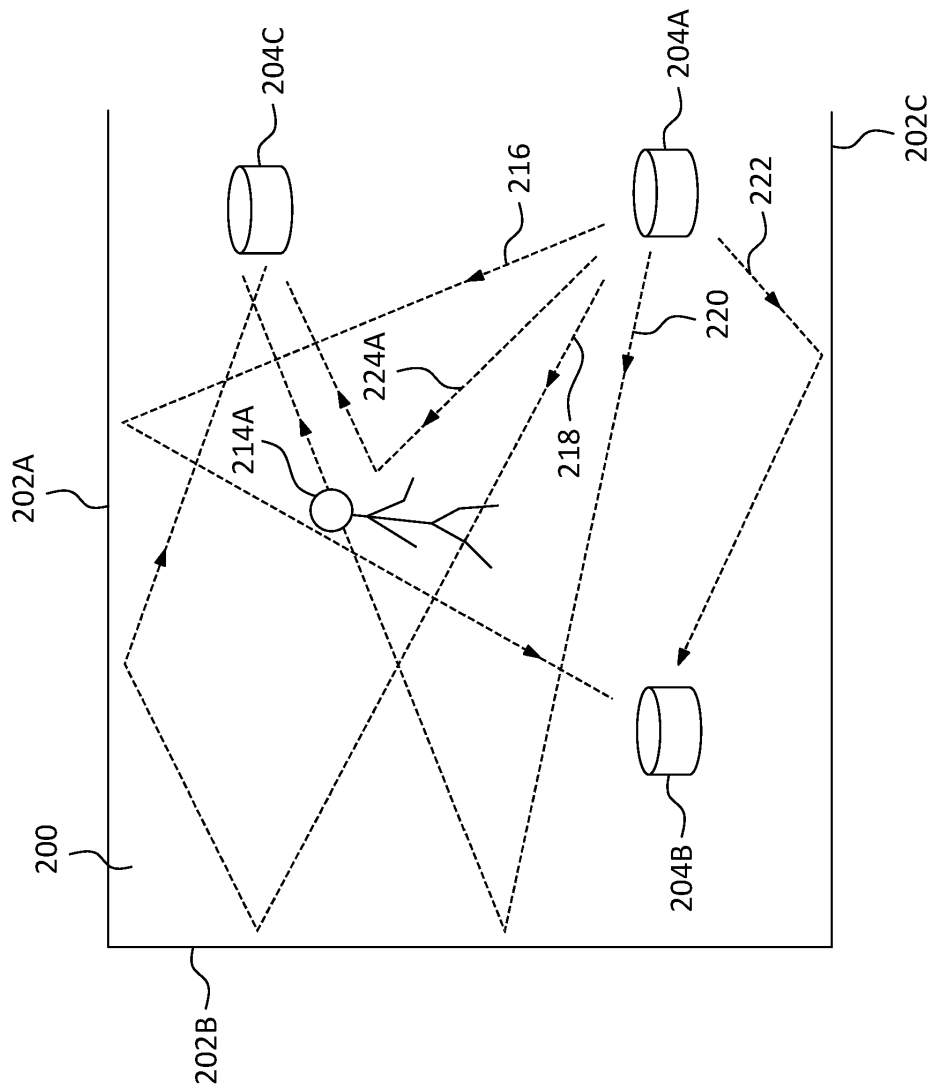
- [0245] 실시예 14는 실시예 2 내지 실시예 13 중 어느 하나의 시스템이고, 시간 도메인 펄스들의 수(N), 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 NDP 통지 프레임에 수신된다.
- [0246] 실시예 15는 실시예 2 내지 실시예 14 중 어느 하나의 시스템이고, 시간 도메인 펄스의 수(N), 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 측정 셋업 요청에 수신된다.
- [0247] 실시예 16은 실시예 1 내지 실시예 15 중 어느 하나의 시스템이고, 프로세서는 채널 상태 정보(CSI)를 계산함으로써 감지 측정을 생성하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0248] 실시예 17은 실시예 2 내지 실시예 16 중 어느 하나의 시스템이고, 시간 도메인 펄스들의 수(N), 최대 시간 지연 경계, 및 진폭 마스크 중 하나 이상은 감지 트리거 보고 프레임(sensing trigger report frame)에 수신된다.
- [0249] 실시예 18은 실시예 2 내지 실시예 17 중 어느 하나의 시스템이고, 하나 이상의 시간 도메인 펄스를 선택하는 것은 진폭 마스크에 기초하고, 진폭 마스크는 감지 측정의 시간 도메인 표현에 대한 것이고, 선택하는 것은 진폭 마스크 내에 있는 시간 도메인 펄스를 포함하고 진폭 마스크 외부에 있는 시간 도메인 펄스를 배제하는 것을 포함한다.
- [0250] 실시예 19는 실시예 1 내지 실시예 18 중 어느 하나의 시스템이고, 프로세서는 선택 동안 선택되지 않은 시간 도메인 펄스들을 널링(nulling)하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0251] 실시예 20은 실시예 2 내지 실시예 19 중 어느 하나의 시스템이고, 프로세서는 프로세서에 의해 수행되는 레인징 프로세스(ranging process)에 따라 시간 도메인 펄스(N)의 수를 결정하기 위한 명령을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0252] 실시예 21은 실시예 2 내지 실시예 19 중 어느 하나의 시스템이고, 프로세서는 시뮬레이션 프로세스에 따라 시간 도메인 펄스(N)의 수를 결정하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0253] 방법들 및 시스템들의 다양한 실시예들이 설명되었지만, 이들 실시예들은 예시적이며, 설명된 방법들 또는 시스템들의 범위를 결코 제한하지 않는다. 관련 기술 분야의 당업자는 설명된 방법들 및 시스템들의 가장 넓은 범위를 벗어나지 않고 설명된 방법들 및 시스템들의 형태 및 세부사항들에 대한 변경들을 수행할 수 있다. 따라서, 본 명세서에 설명된 방법들 및 시스템들의 범위는 예시적인 실시예들 중 임의의 것에 의해 제한되지 않아야 하고, 첨부된 청구항들 및 등가물들에 따라 정의되어야 한다.

도면

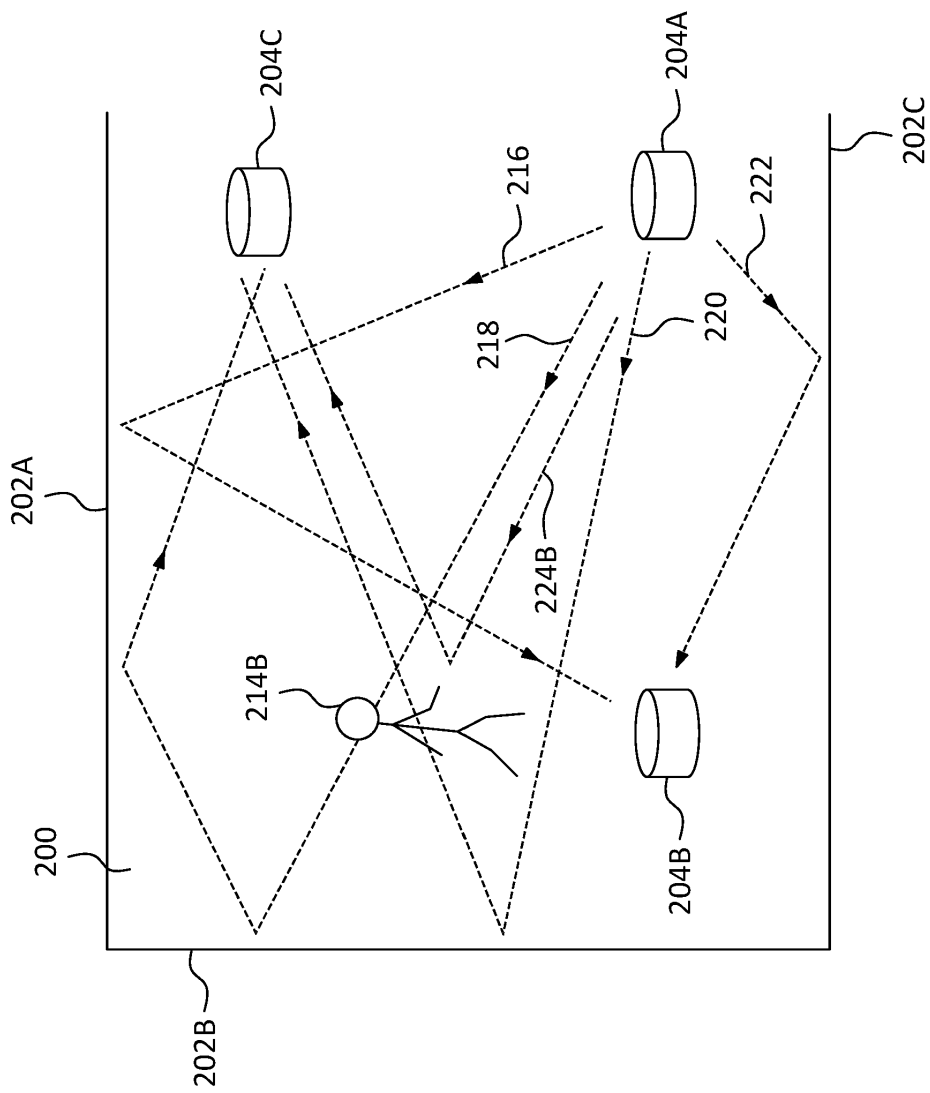
도면1



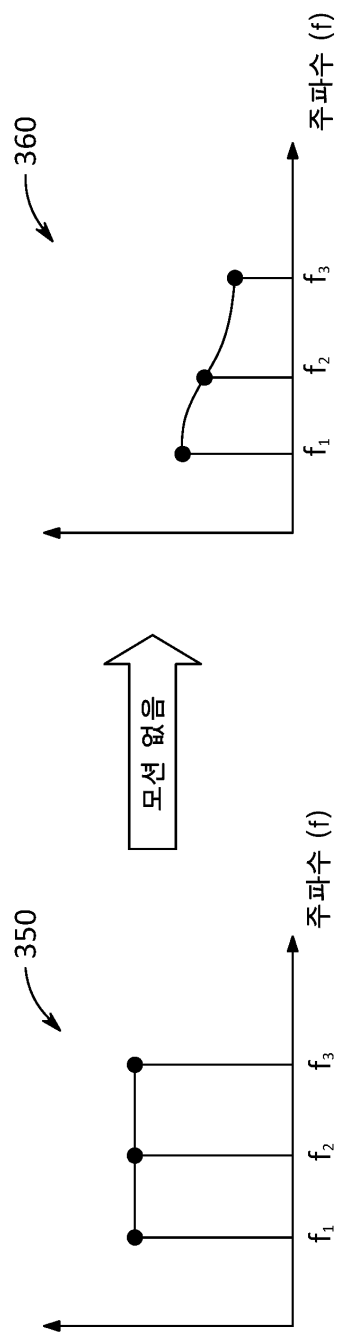
도면2a



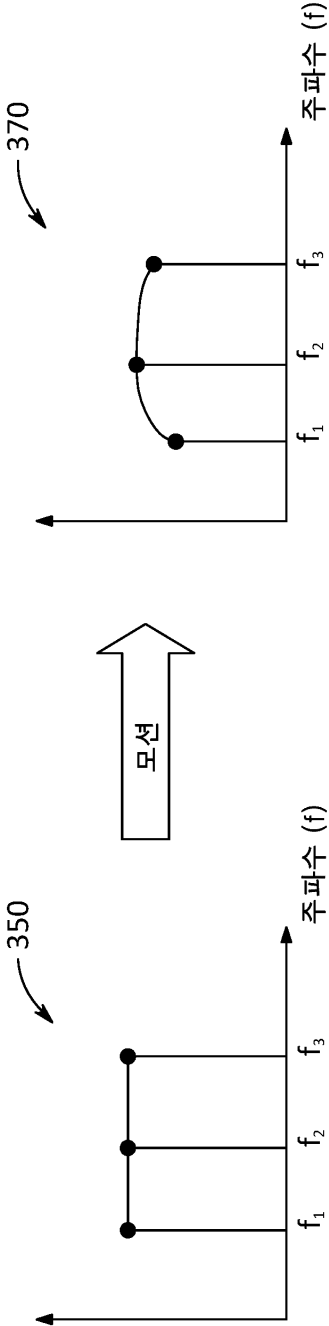
도면2b



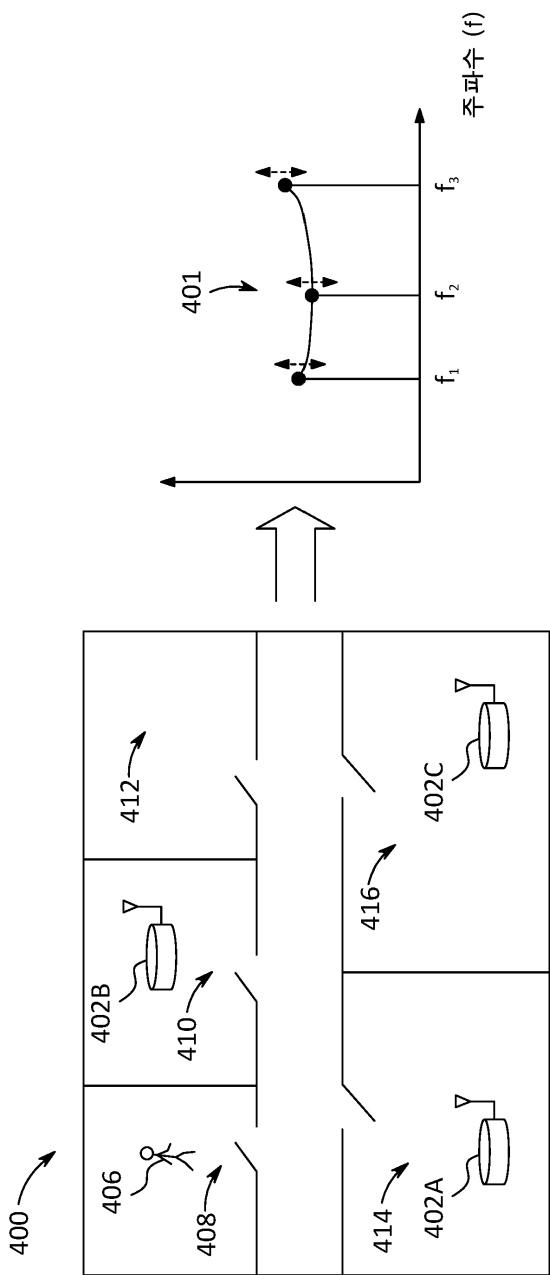
도면3a



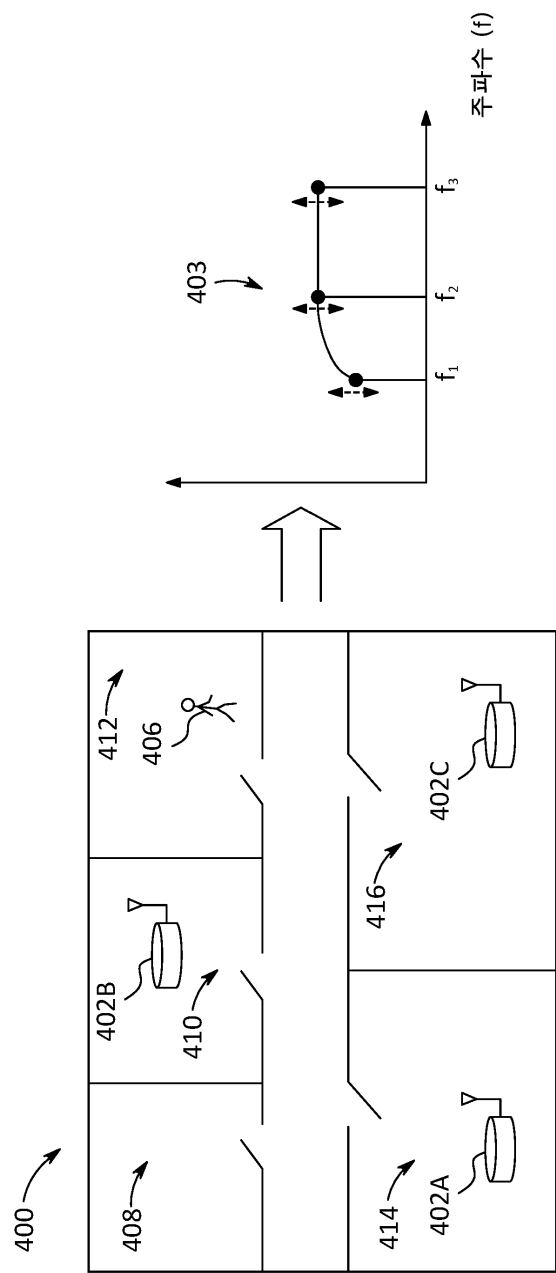
도면3b



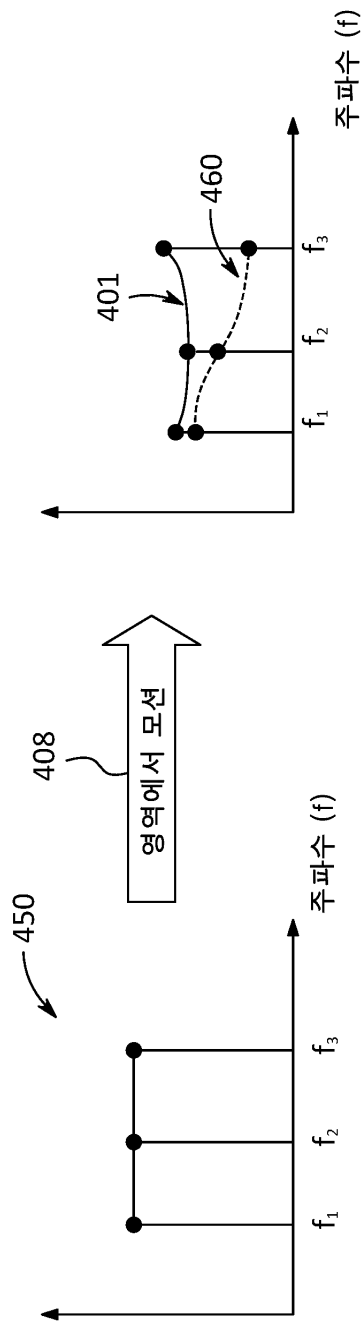
도면4a



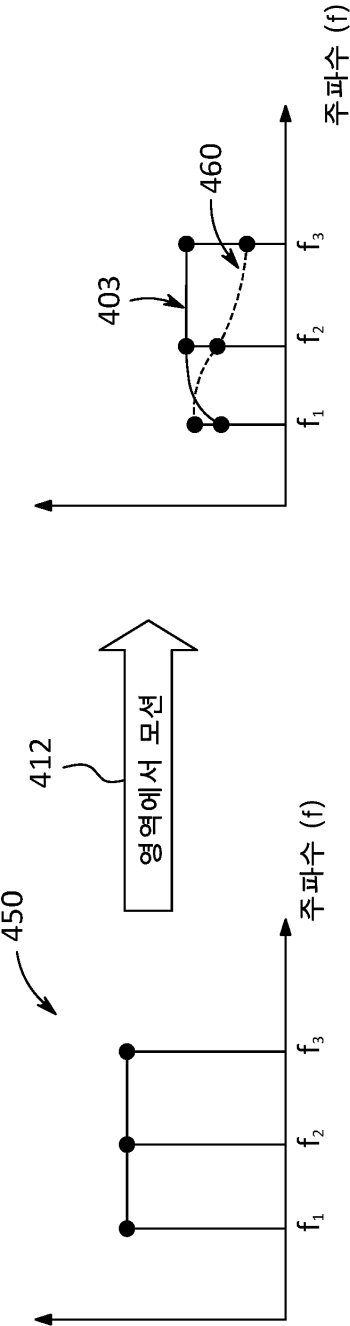
도면4b



도면4c

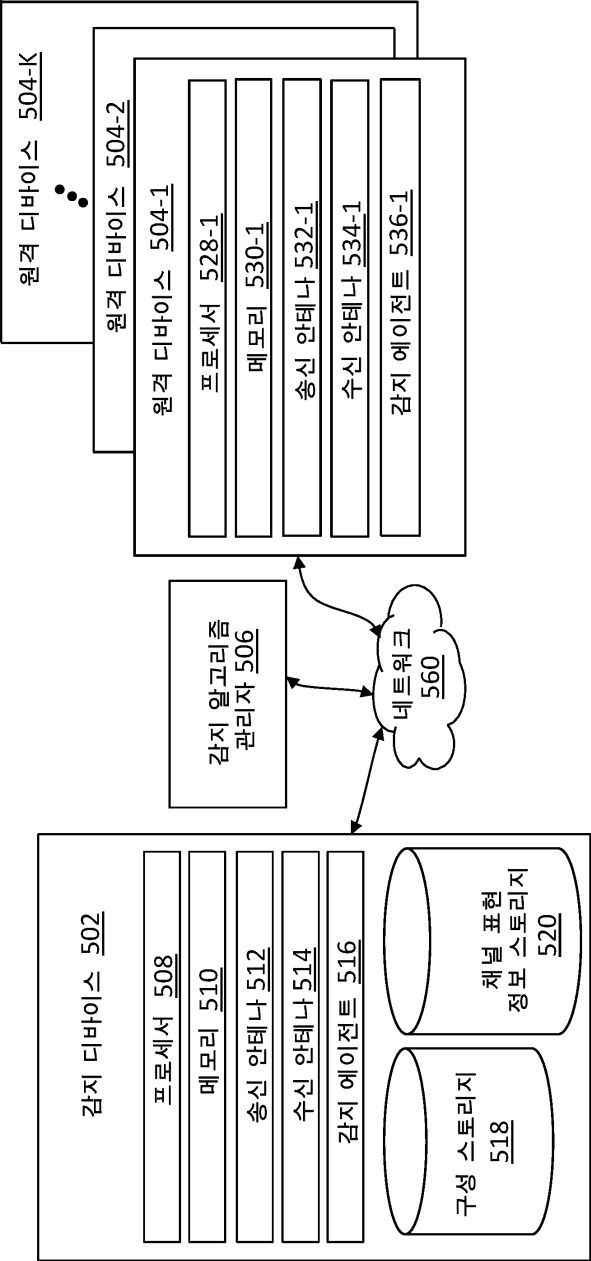


도면4d



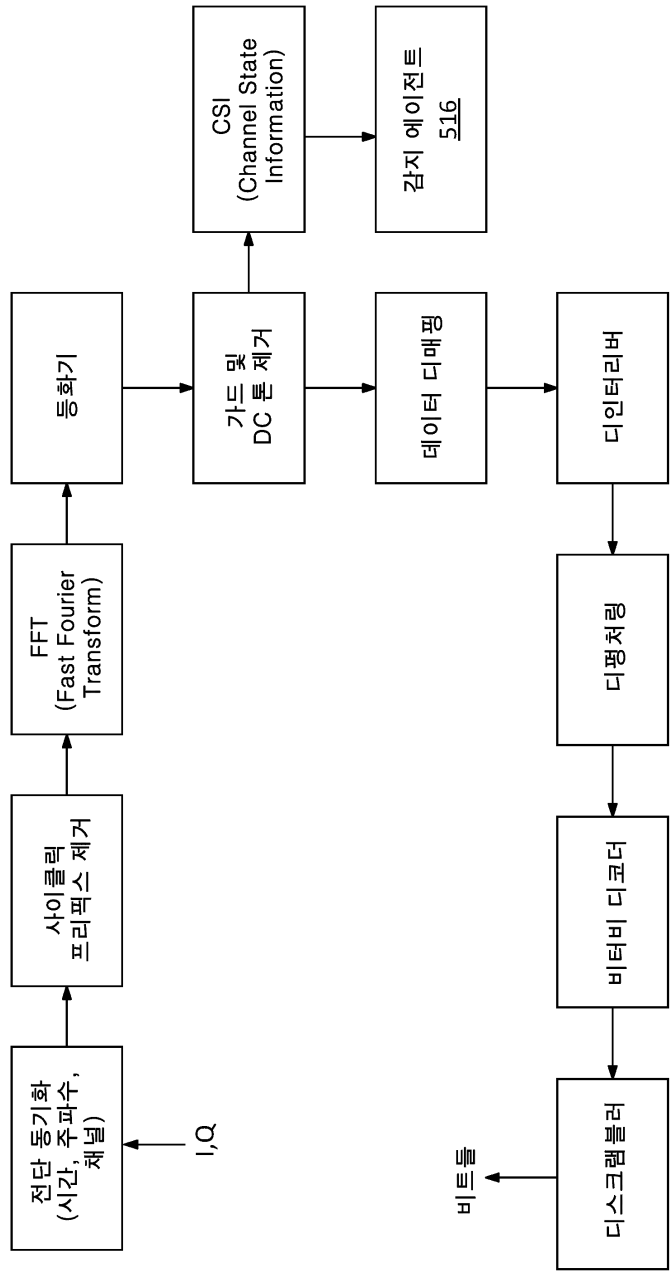
500

도면5

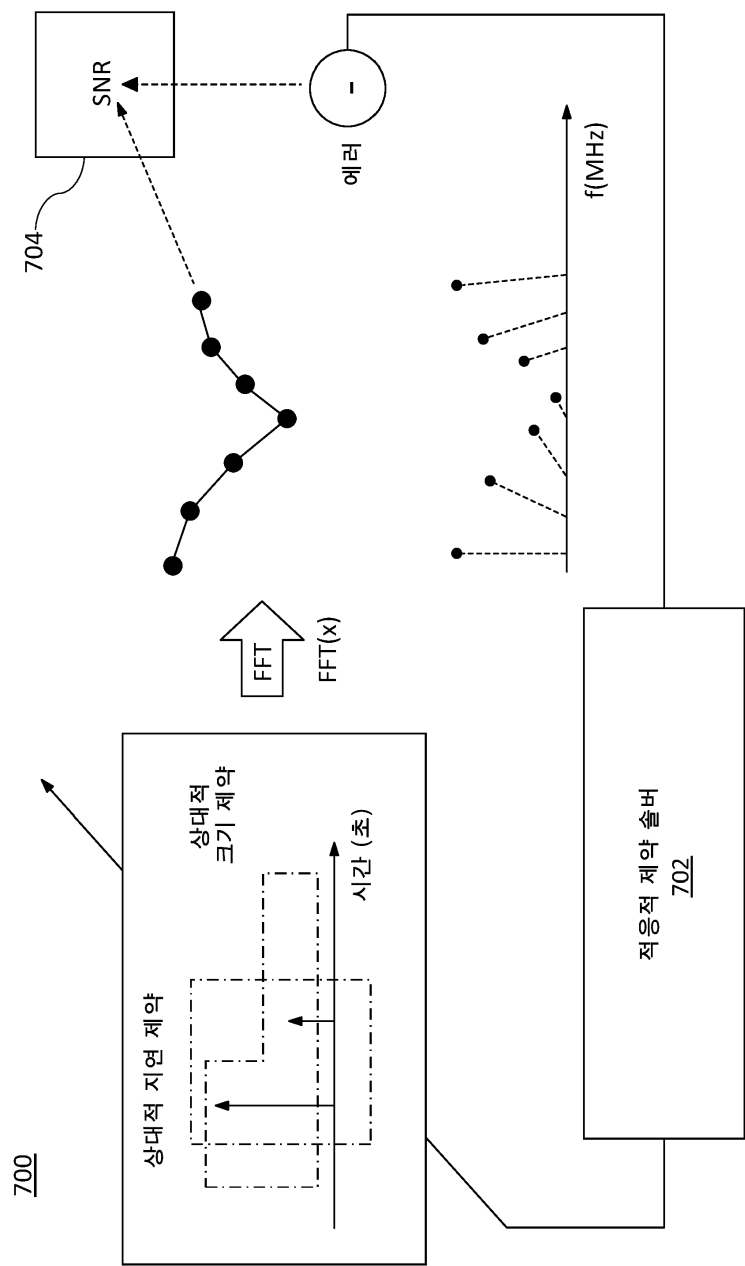


도면6

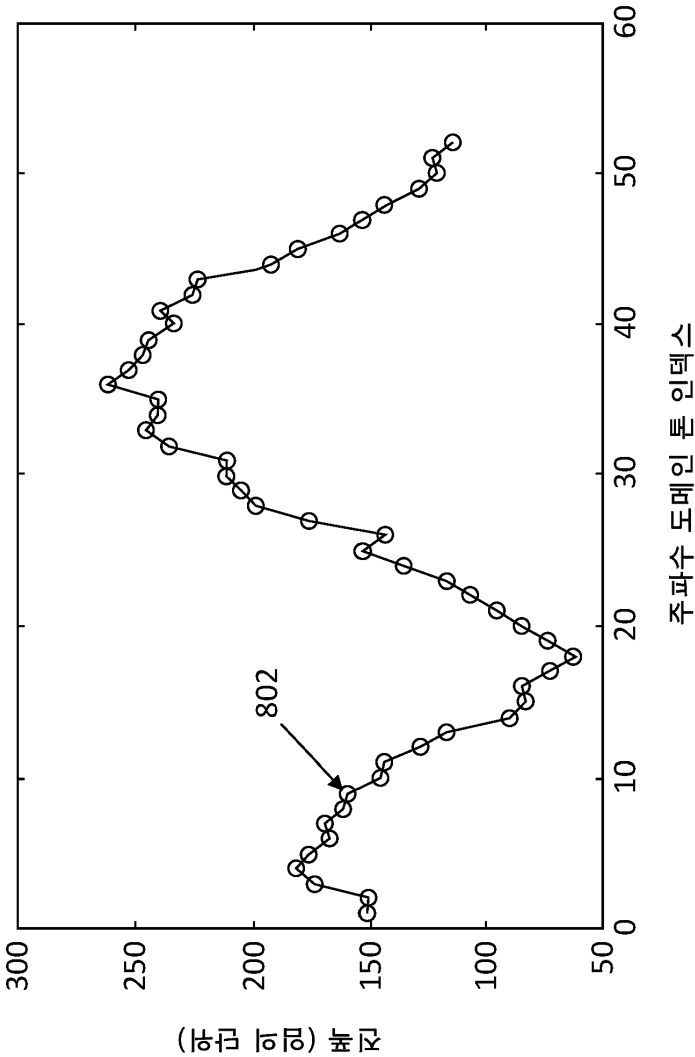
600



도면7

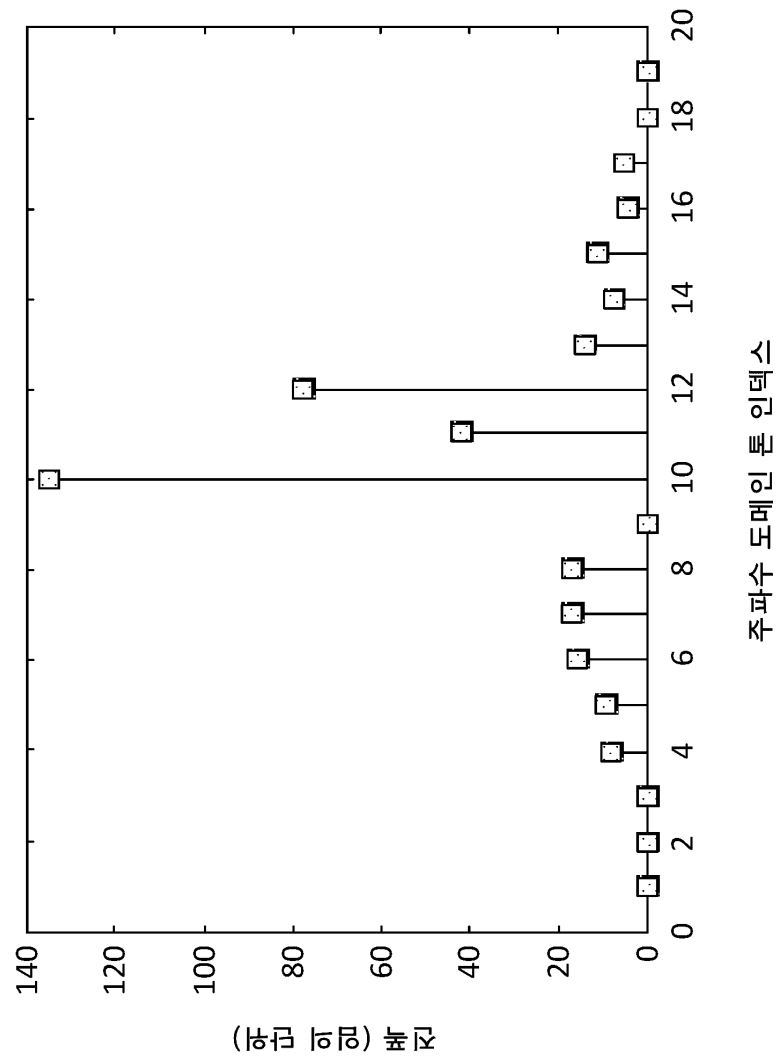


도면8

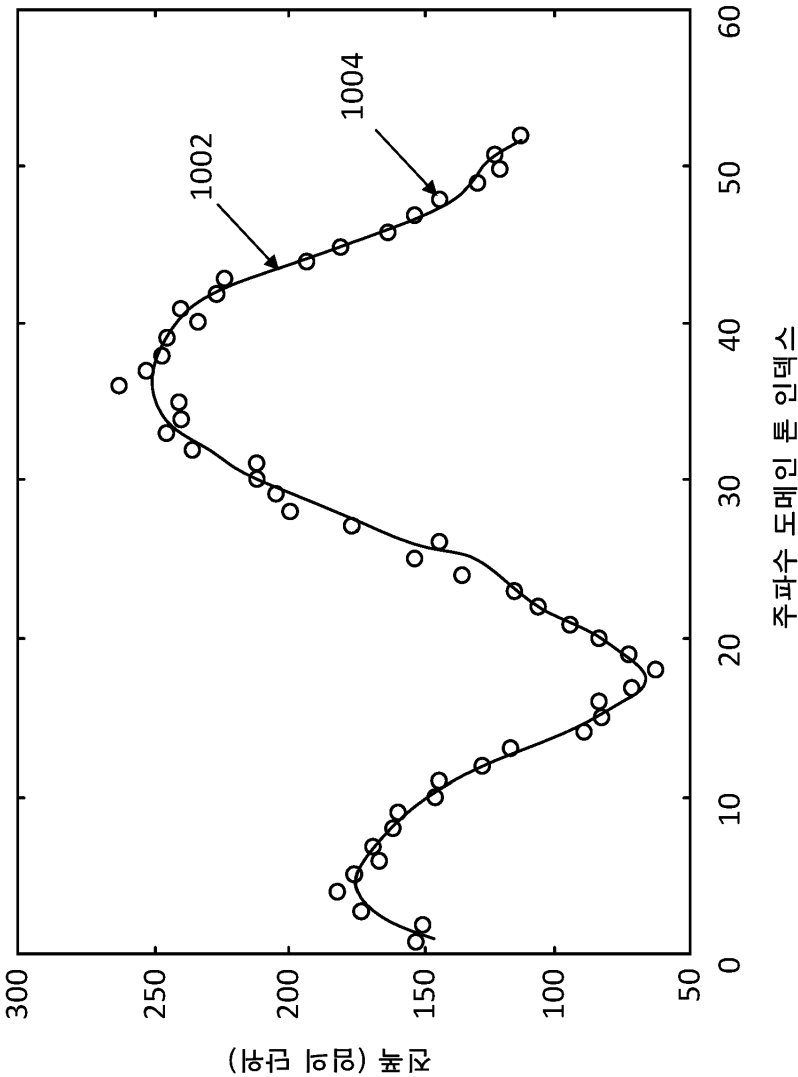


800

도면9

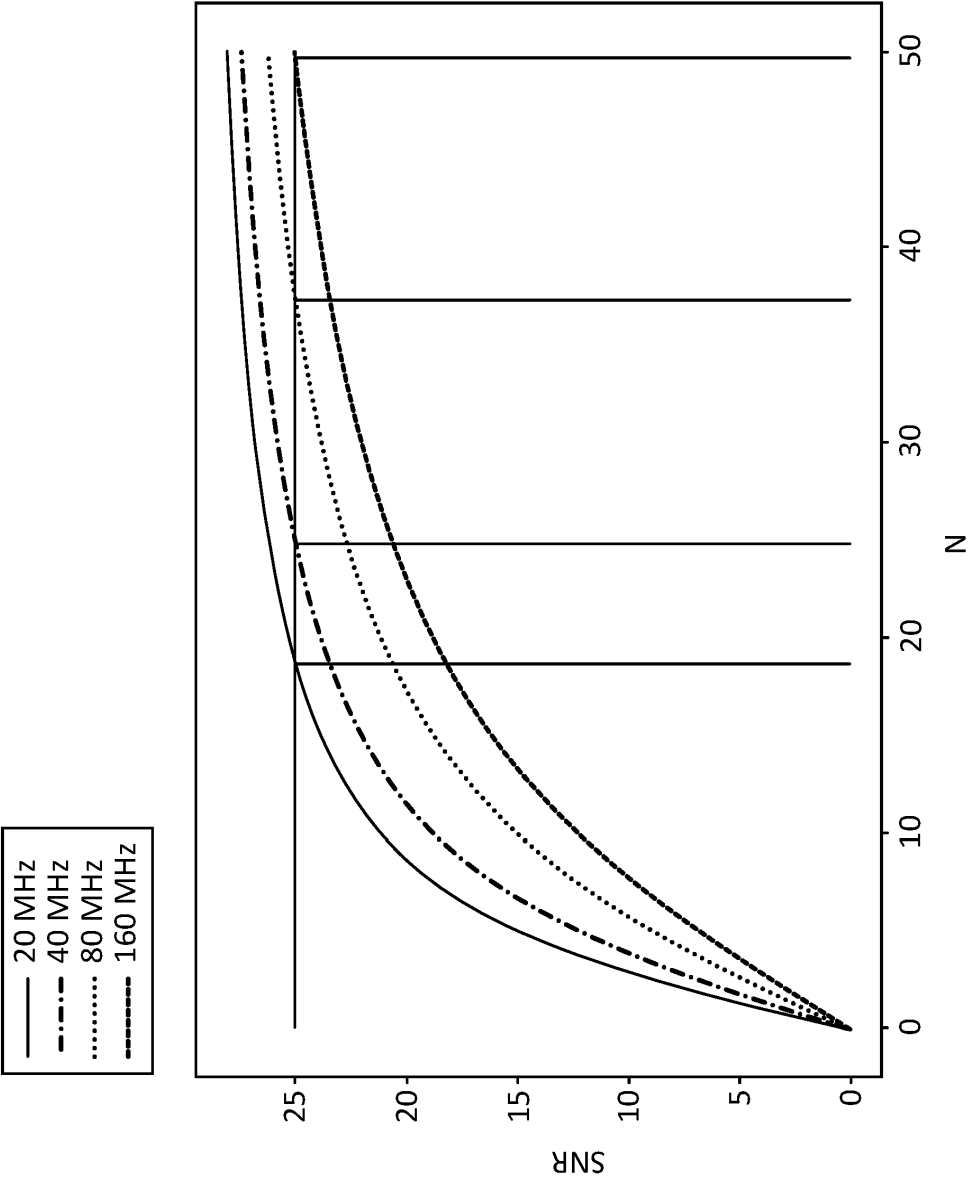


도면10



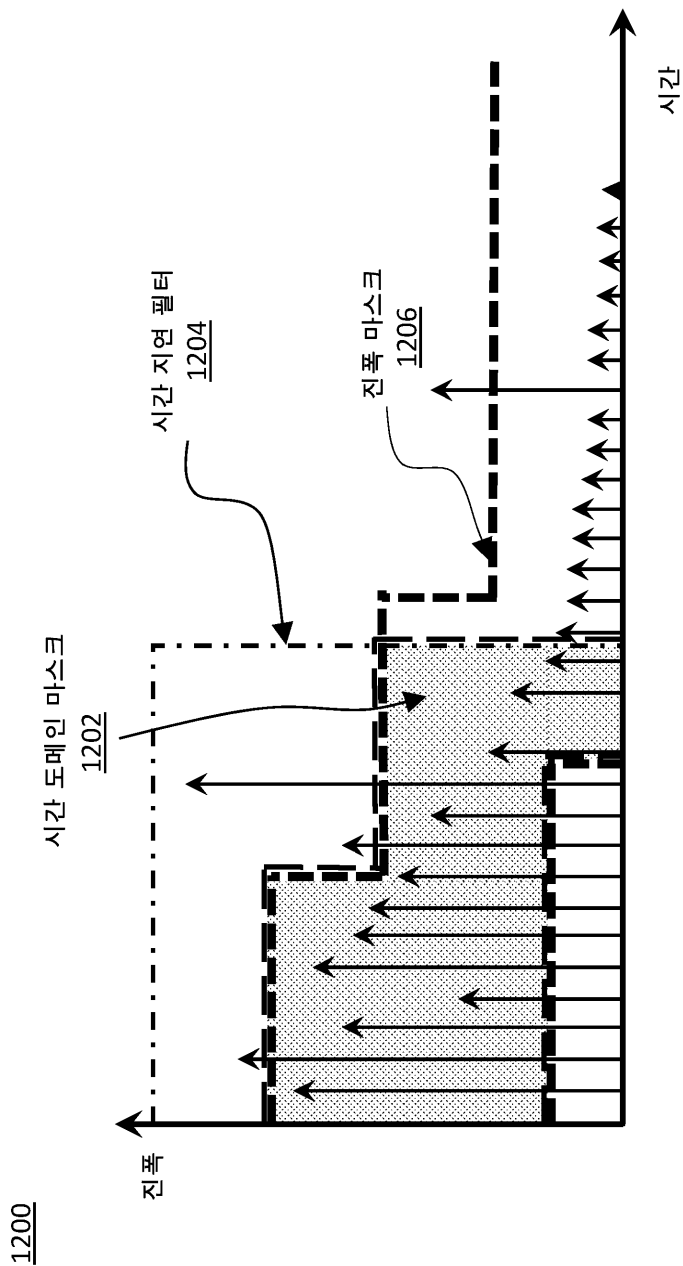
1000

도면11

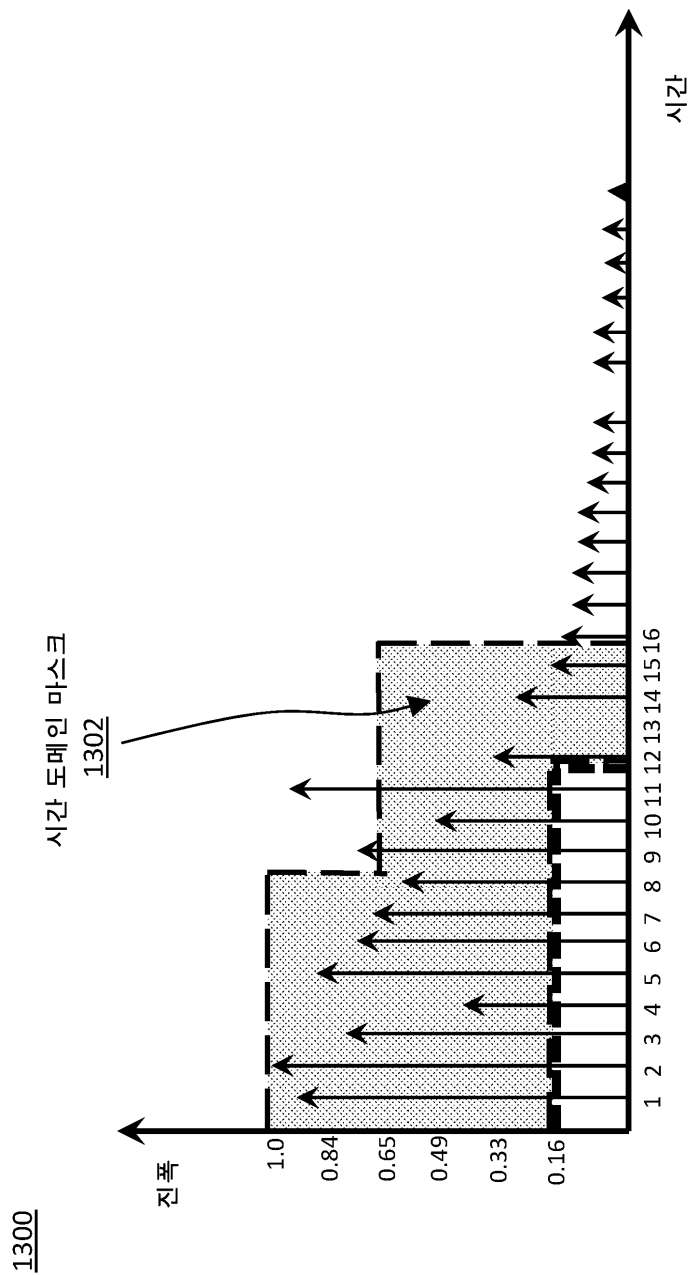


1100

도면12

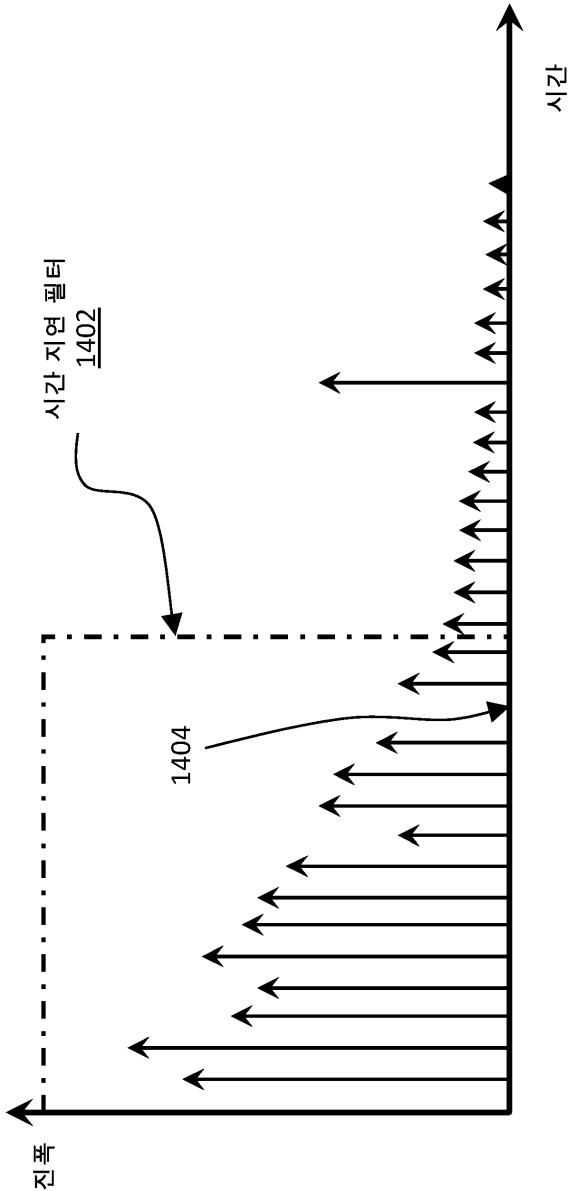


도면13



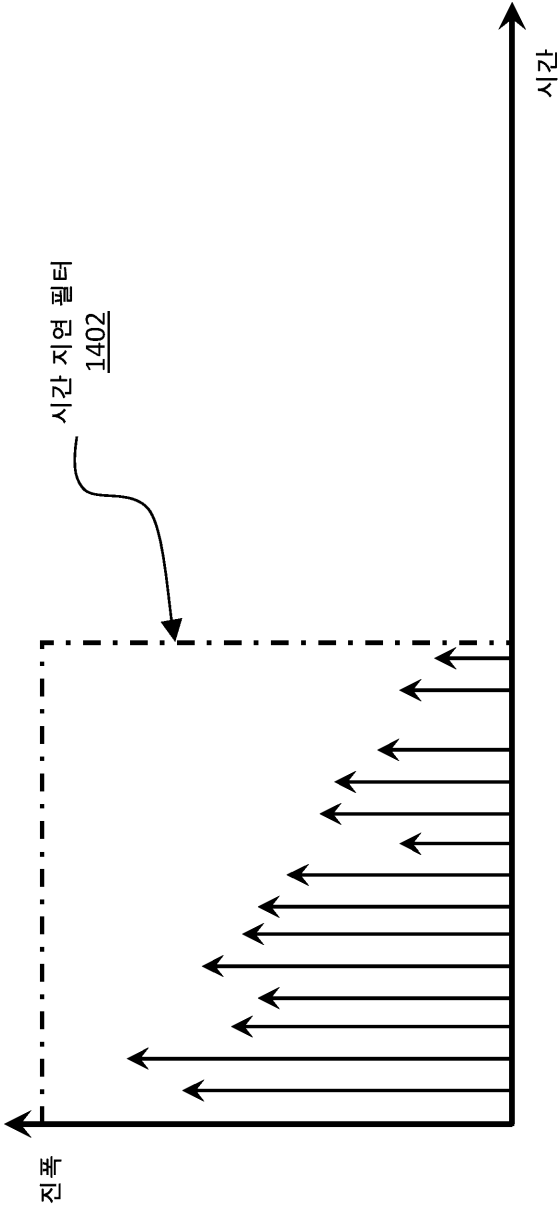
도면14

1400

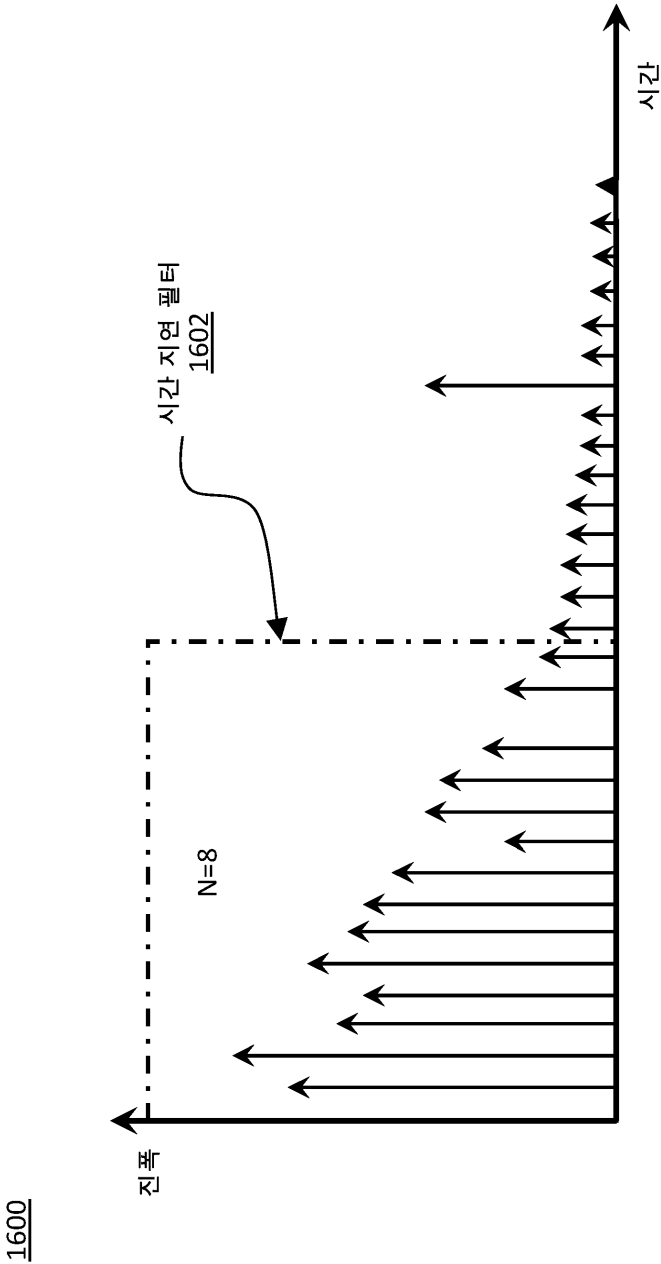


도면15

1500

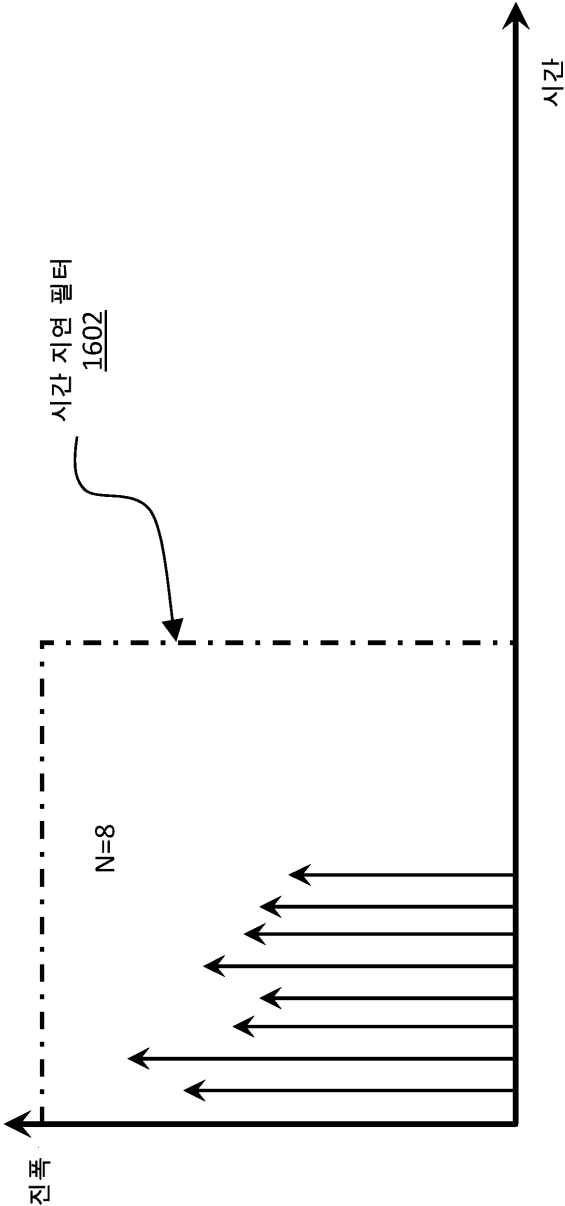


도면16



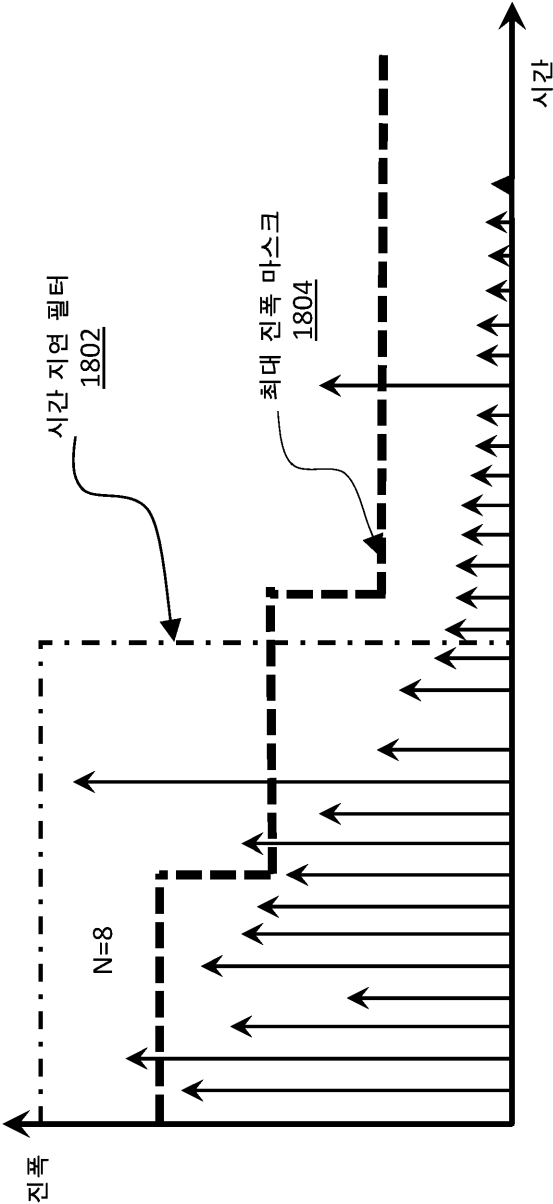
도면17

1700



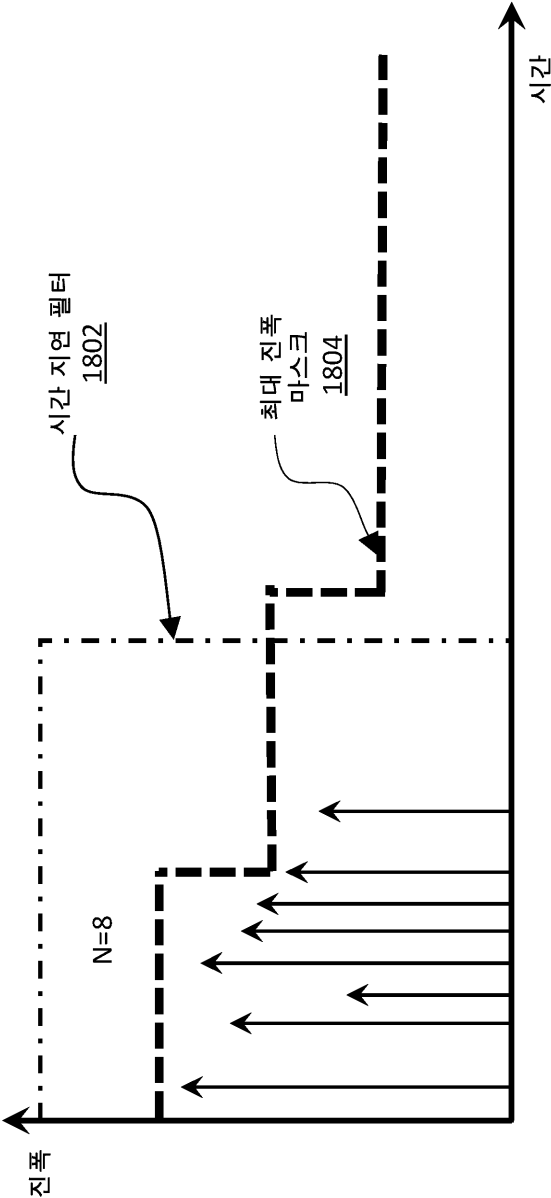
도면18

1800



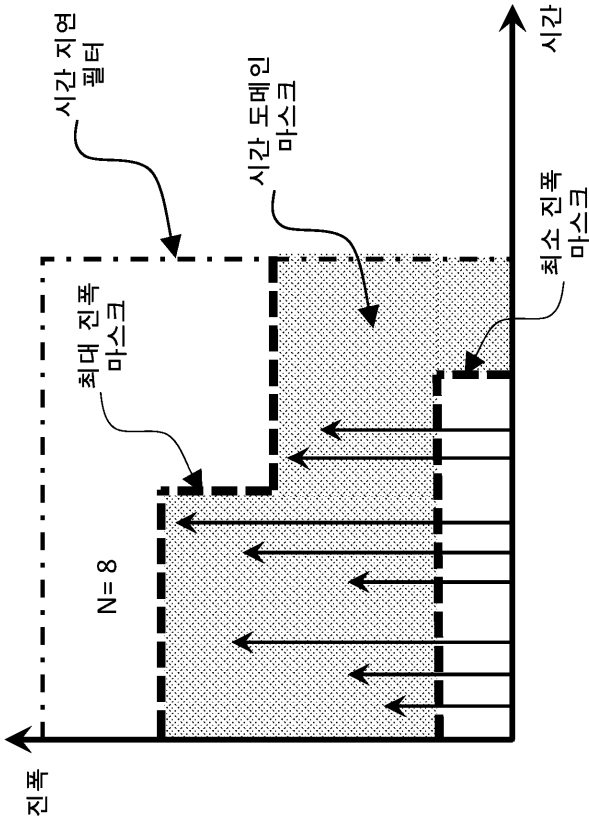
도면19

1900

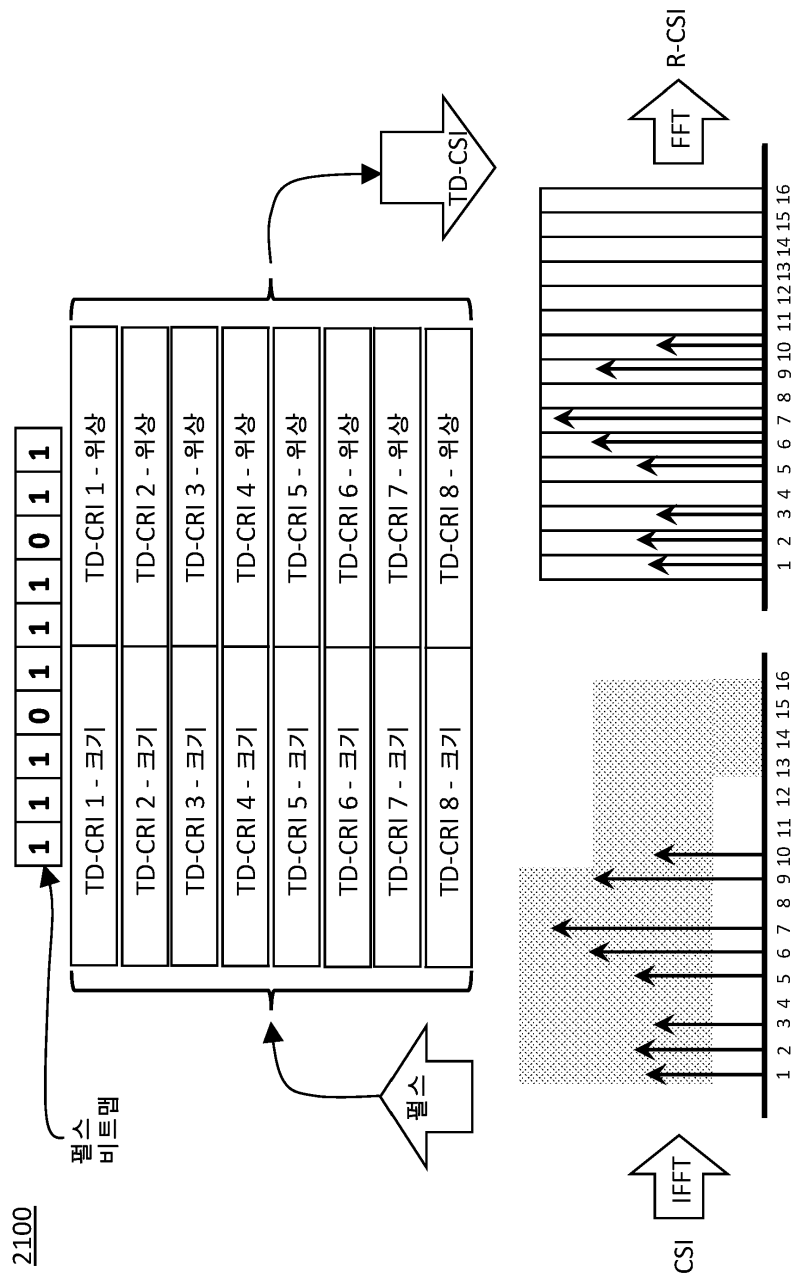


도면20

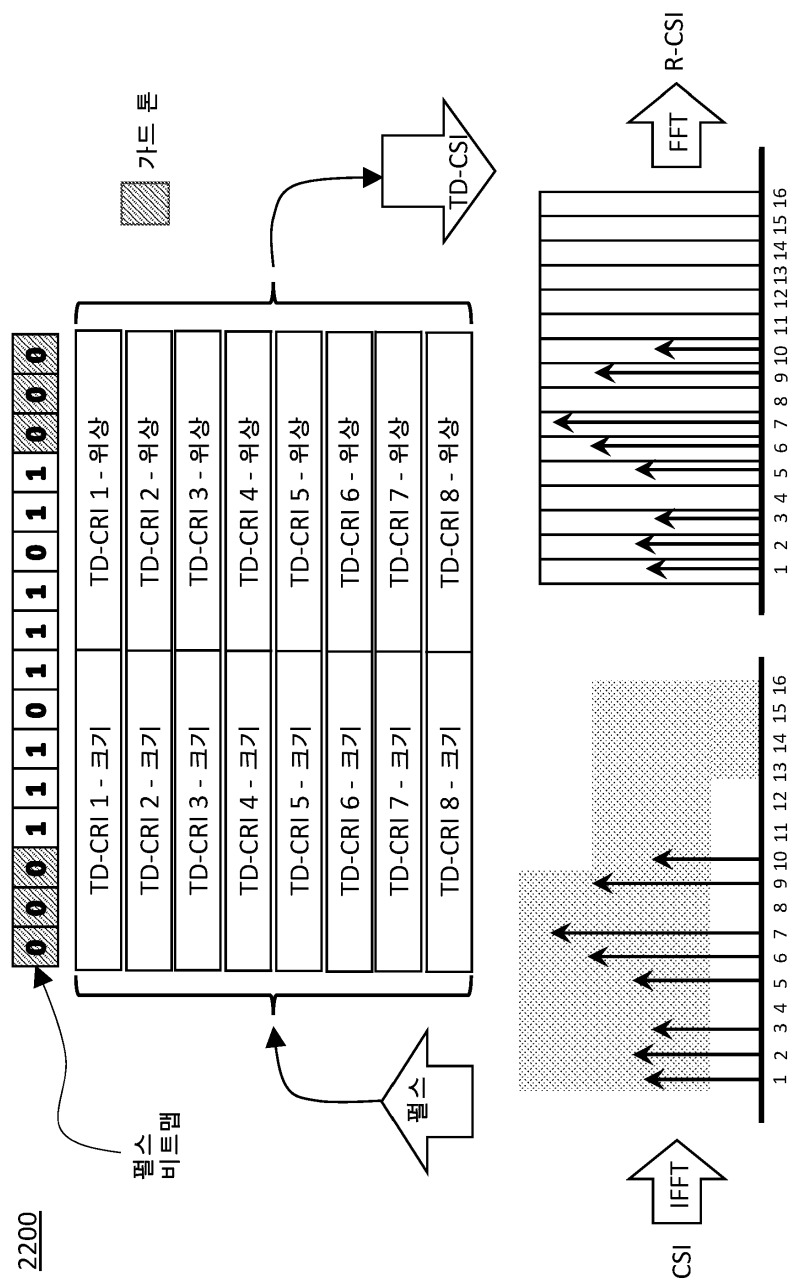
2000



도면21

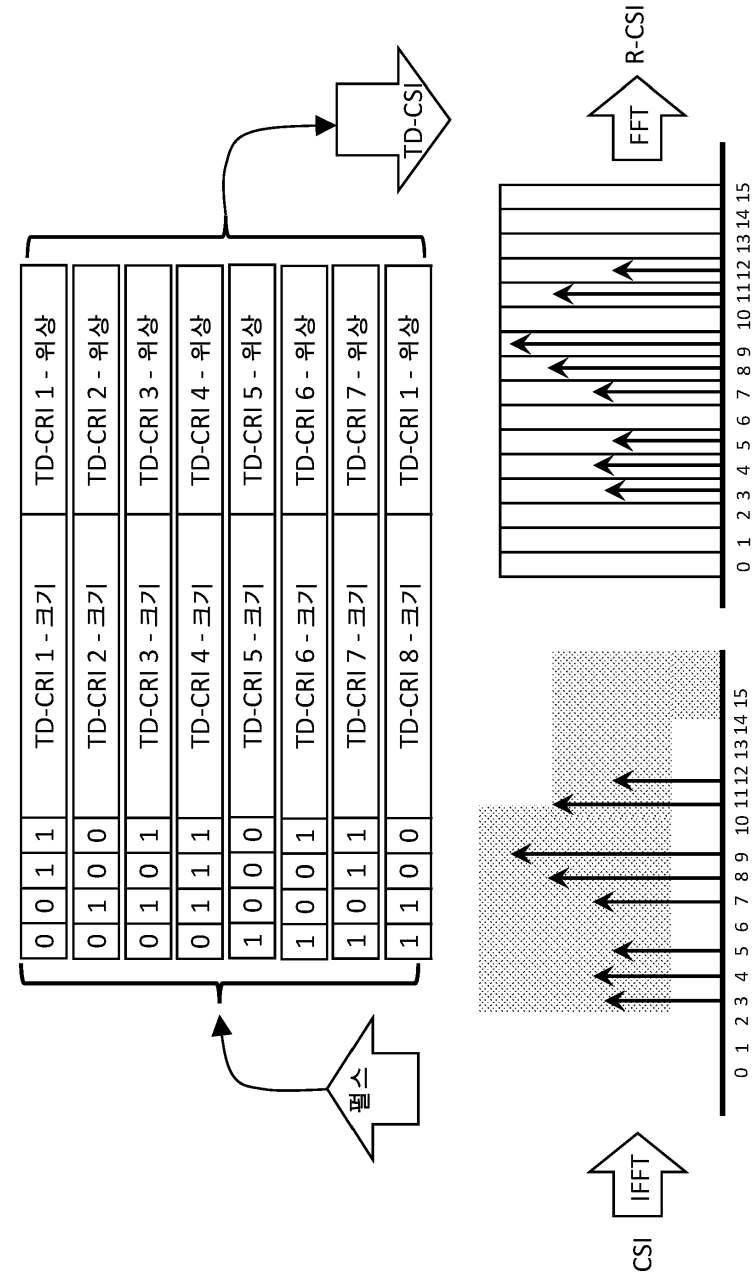


도면22

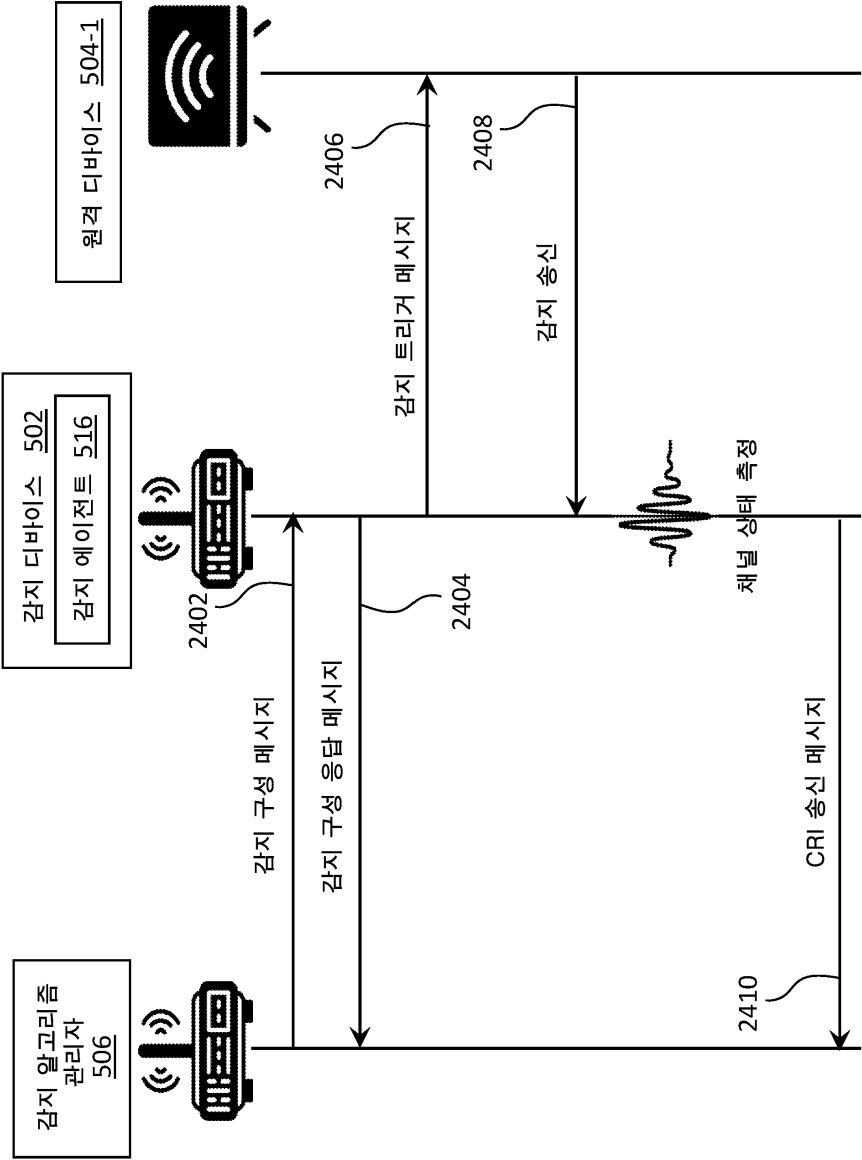


도면23

2300

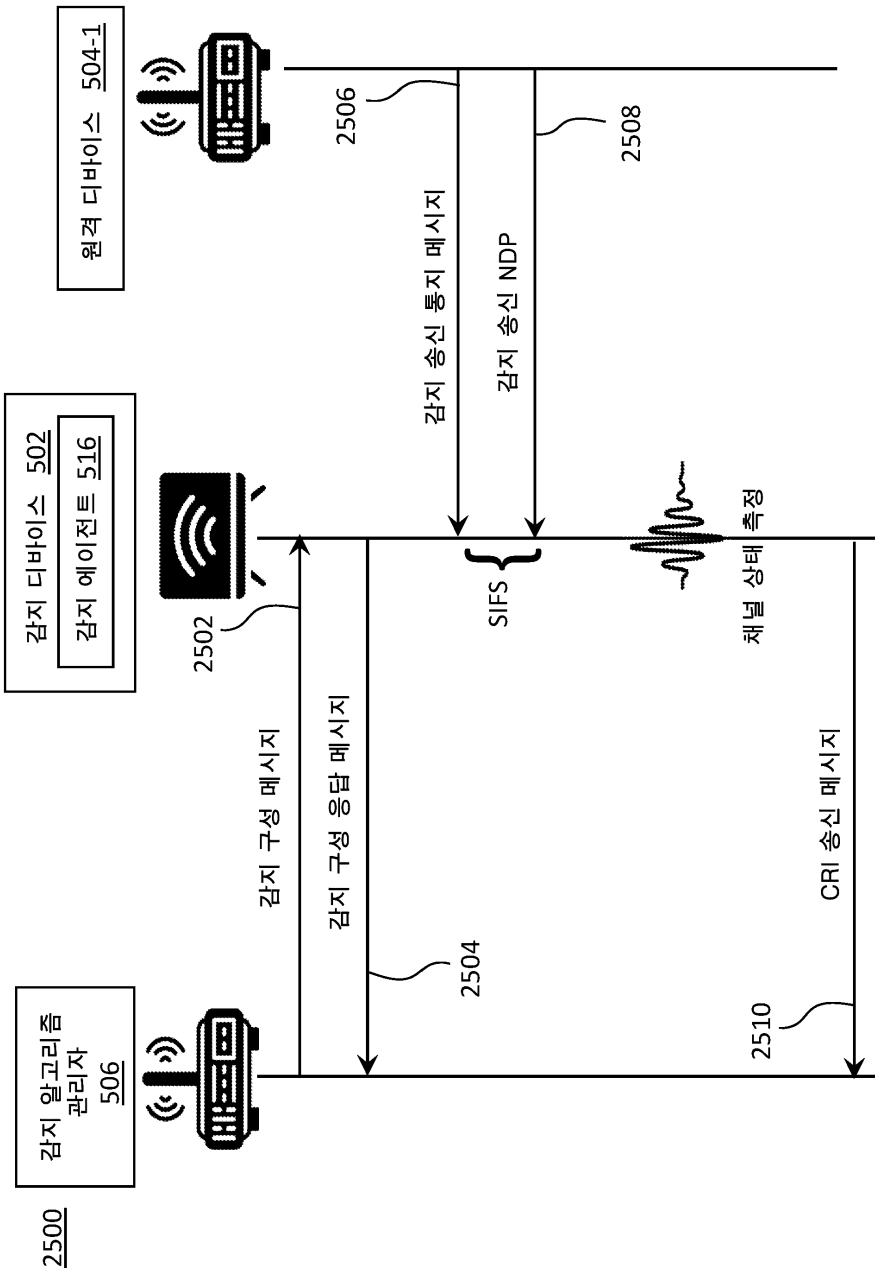


도면24

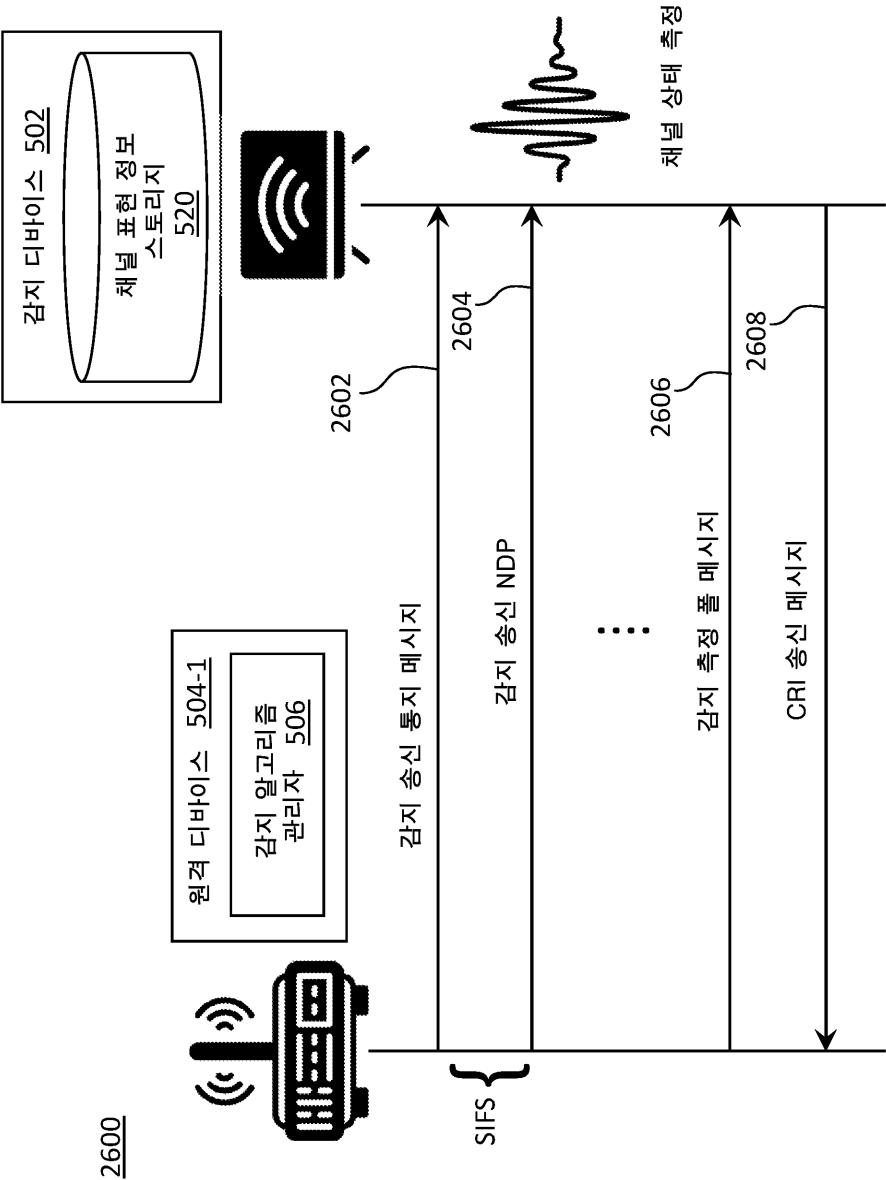


2400

도면25



도면26

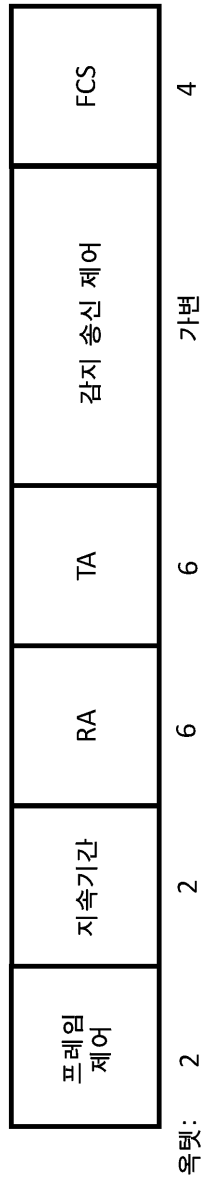


2700

메시지 양	수신 구성 (음성)	타이밍 구성 (음성)	스티어링 매트릭스 구성 (음성)	TD-CRI 구성 (음성)
1	가변	가변	가변	가변

도면28a

2800



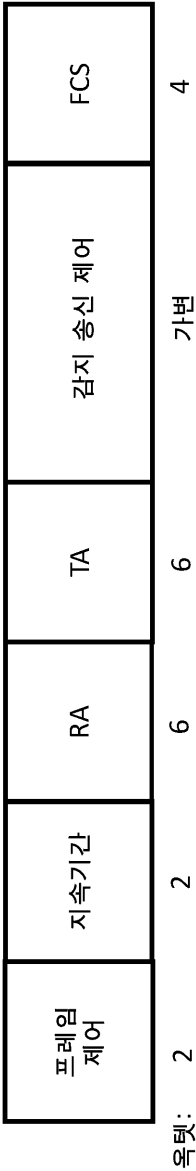
도면28b

옥텟: 가변 $n \times 2$



도면29a

2900



도면29b

옥텟: 가변

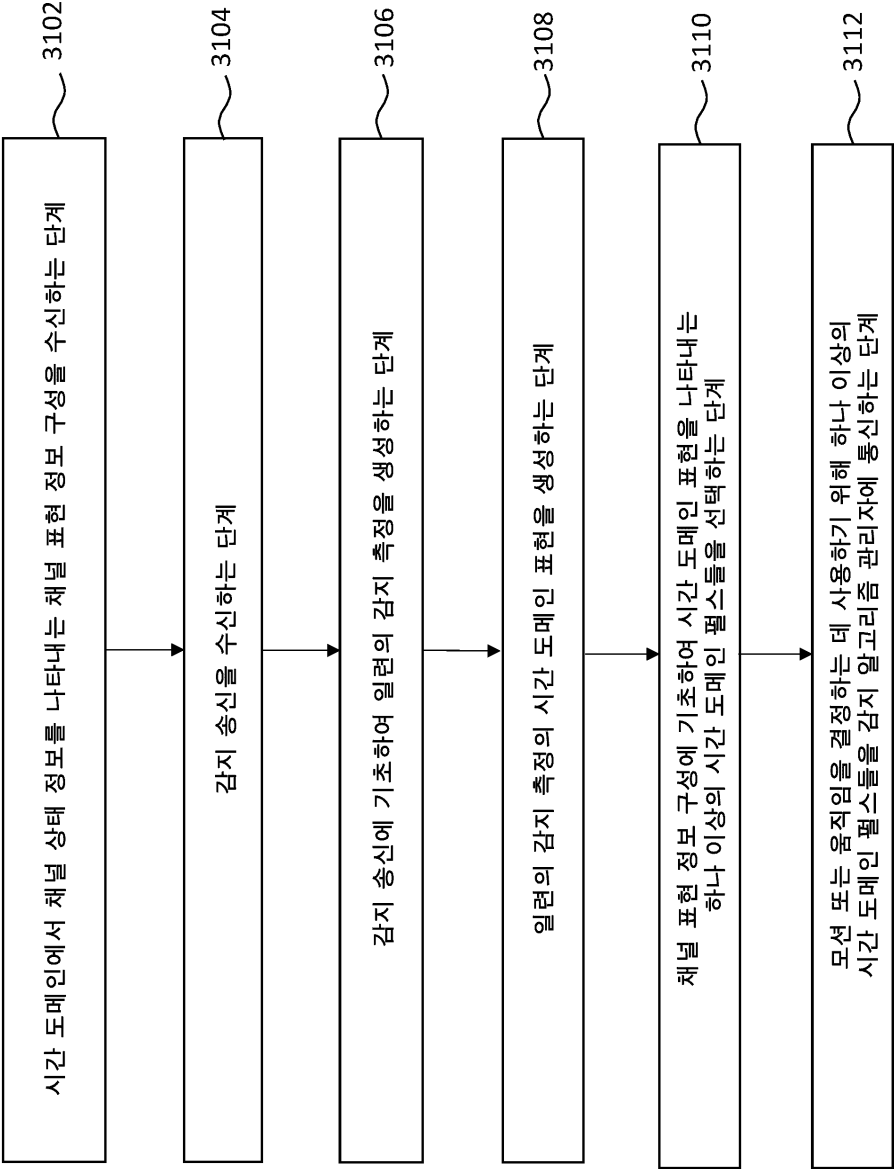


3000

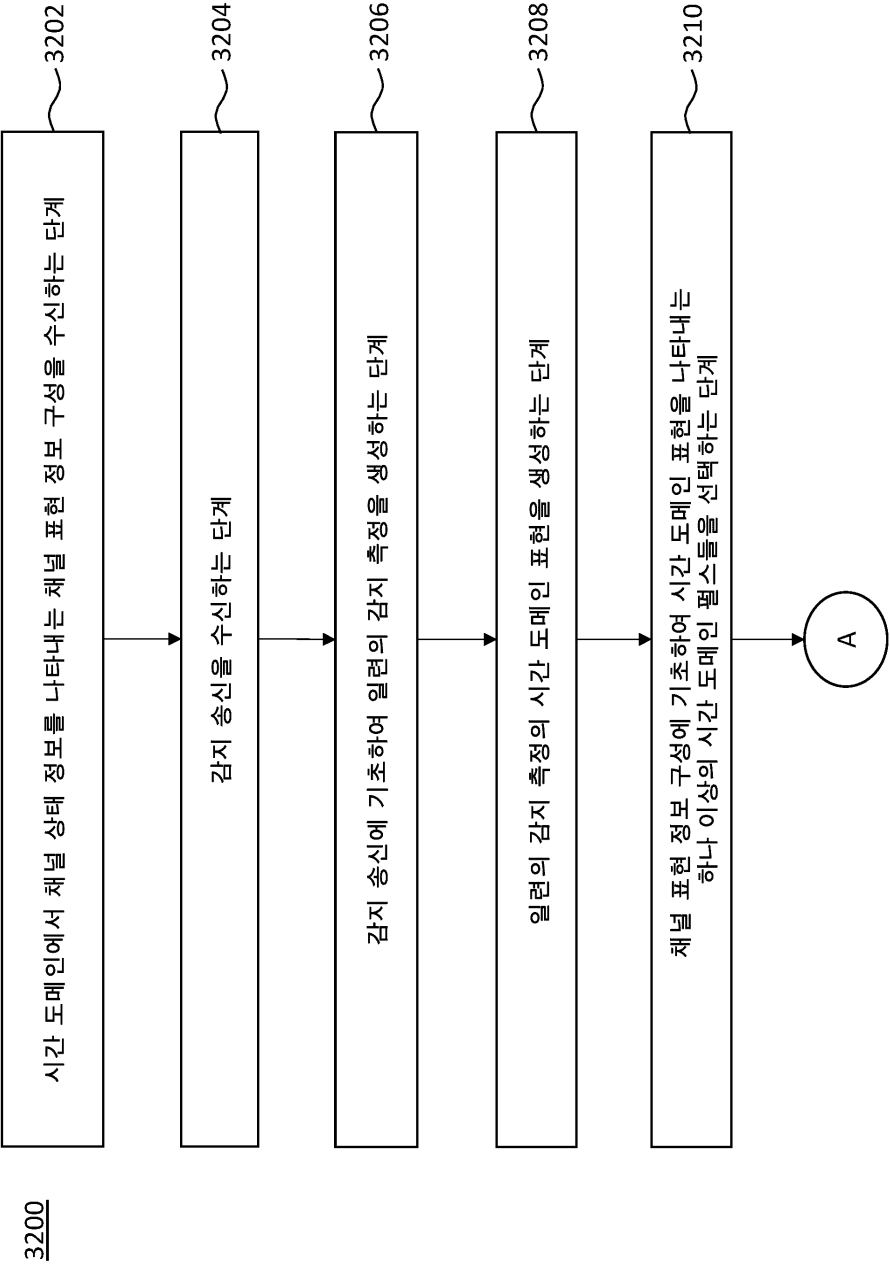
메시지 유형	TD-CRI 구성 (물전)	CRI 송신 메시지
1	가변	가변

옥텟:

도면31



도면 32a



도면32b

3200

