



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0144576
(43) 공개일자 2023년10월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/08 (2009.01) H04W 8/24 (2009.01)
H04W 84/12 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 24/08 (2013.01)
H04W 8/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7030351
(22) 출원일자(국제) 2022년02월14일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년09월06일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2022/051303
(87) 국제공개번호 WO 2022/172247
국제공개일자 2022년08월18일
(30) 우선권주장
63/149,473 2021년02월15일 미국(US)

(71) 출원인
코그니티브 시스템스 코퍼레이션
캐나다 온타리오 엔2엘 0에이9 워털루 웨스트마운
트 로드 노쓰 560
(72) 발명자
베그, 크리스
캐나다 온타리오 엔2엘 0에이9 워털루 웨스트마운
트 로드 노쓰 560
오머, 모하메드
캐나다 온타리오 엔2엘 0에이9 워털루 웨스트마운
트 로드 노쓰 560
(74) 대리인
이훈, 이두희

전체 청구항 수 : 총 20 항

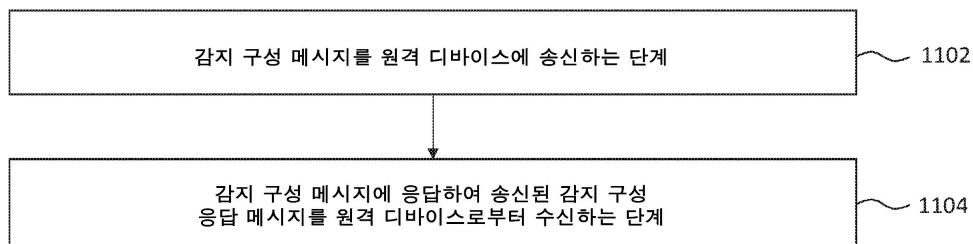
(54) 발명의 명칭 W I - F I 감지를 위한 시스템들 및 방법들

(57) 요약

Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들이 제공된다. Wi-Fi 감지 시스템들은 라디오-주파수 신호들을 통해 통신하도록 구성된 감지 디바이스들 및 원격 디바이스들을 포함한다. 감지 디바이스들 및 원격 디바이스들은 확립된 프로토콜들을 통해 감지 송신 구성들을 확립하기 위해 서로 통신하도록 구성된다. 본 명세서에 설명된 감지 디바이스들은 확립된 구성들에 따라 원격 디바이스들로부터 송신된 메시지들의 수신에 기초하여 Wi-Fi 감지 측정들을 제공하도록 구성된다.

대표도

1100



(52) CPC특허분류
H04W 84/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

와이파이(Wi-Fi) 감지를 위해 구성된 시스템으로서, 상기 시스템은,
 하나 이상의 송신 안테나, 하나 이상의 수신 안테나, 및 하나 이상의 프로세서를 포함하는 감지 개시자(sensing initiator)를 포함하되, 상기 하나 이상의 프로세서는,
 상기 하나 이상의 송신 안테나가 감지 측정 셋업(setup) 요청을 송신하게 하고; 및
 상기 하나 이상의 수신 안테나를 통해, 감지 측정 셋업 응답을 수신하게 하는 명령들을 실행하도록 구성된, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 구성 질의 표시를 포함하고, 상기 감지 측정 셋업 응답은 감지 응답자(sensing responder)와 연관된 송신 능력 표시(transmission capability indication)를 포함하는, 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 데이터 엘리먼트를 포함하지 않는, 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 데이터 엘리먼트를 더 포함하는, 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 감지 송신의 요건에 대응하는 요청된 송신 구성을 포함하고,
 상기 감지 측정 셋업 응답은 감지 응답자와 연관된 송신 능력에 대응하는 전달된 송신 구성을 포함하고,
 상기 전달된 송신 구성은 상기 요청된 송신 구성과 동등한, 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 감지 송신의 요건에 대응하는 요청된 송신 구성을 포함하고,
 상기 감지 측정 셋업 응답은 감지 응답자와 연관된 송신 능력에 대응하는 전달된 송신 구성을 포함하고,
 상기 전달된 송신 구성은 상기 요청된 송신 구성과 동등하지 않는, 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 스티어링 매트릭스 구성(steering matrix configuration)을 포함하고, 상기 감지 측정 셋업 응답은 감지 응답자와 연관된 스티어링 매트릭스 구성 확인 응답(steering matrix configuration acknowledgement)을 포함하는, 시스템.

청구항 8

와이파이(Wi-Fi) 감지를 위해 구성된 시스템으로서, 상기 시스템은,
 하나 이상의 송신 안테나, 하나 이상의 수신 안테나, 및 하나 이상의 프로세서를 포함하는 감지 응답자를 포함
 하되, 상기 하나 이상의 프로세서는,
 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 측정 셋업 요청을 수신하게 하고;
 상기 감지 응답자와 연관된 송신 능력이 상기 요청된 송신 구성에 대응하는지 결정하게 하고; 및
 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 측정 셋업 응답을 발송하도록 하는 명령들을 실행하도록 구성된, 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 감지 응답자는 새로운 요청된 송신 구성을 포함하지 않는 감지 트리거 메시지에 응답하여 상기 요청된 송
 신 구성에 따라 하나 이상의 감지 송신들을 송신하도록 추가로 구성된, 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 감지 개시자에 의해 상기 감지 응답자에게 발송된 제1 액션 관리 프레임에 반송되
 고(carried),
 상기 감지 측정 셋업 응답은 상기 감지 개시자에 발송된 제2 액션 관리 프레임에 반송되는, 시스템.

청구항 11

와이파이(Wi-Fi) 감지를 위한 방법에 있어서, 상기 방법은,
 감지 개시자의 하나 이상의 송신 안테나를 통해 감지 측정 셋업 요청을 송신하는 단계; 및
 상기 감지 개시자의 하나 이상의 수신 안테나를 통해 감지 측정 셋업 응답을 수신하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 구성 질의 표시를 포함하고, 상기 감지 측정 셋업 응답은 감지 응답자와 연관된 송
 신 능력 표시를 포함하는, 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 데이터 엘리먼트를 포함하지 않는, 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 데이터 엘리먼트를 더 포함하는, 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 감지 송신의 요건에 대응하는 요청된 송신 구성을 포함하고,
 상기 감지 측정 셋업 응답은 감지 응답자와 연관된 송신 능력에 대응하는 전달된 송신 구성을 포함하고, 및
 상기 전달된 송신 구성은 상기 요청된 송신 구성과 동등한, 방법.

청구항 16

제11항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 감지 송신의 요건에 대응하는 요청된 송신 구성을 포함하고,
 상기 감지 측정 셋업 응답은 감지 응답자와 연관된 송신 능력에 대응하는 전달된 송신 구성을 포함하고,
 상기 전달된 송신 구성은 상기 요청된 송신 구성과 동등하지 않은, 방법.

청구항 17

제11항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 스티어링 매트릭스 구성을 포함하고, 상기 감지 측정 셋업 응답은 감지 응답자와 연관된 스티어링 매트릭스 구성 확인 응답을 포함하는, 방법.

청구항 18

와이파이(Wi-Fi) 감지를 위해 구성된 방법으로서, 상기 방법은,
 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 측정 셋업 요청을 감지 응답자의 수신 안테나를 통해 수신하는 단계;
 상기 감지 응답자의 하나 이상의 프로세서에 의해, 상기 감지 응답자와 연관된 송신 능력이 상기 요청된 송신 구성에 대응하는지 결정하는 단계; 및
 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 측정 셋업 응답을 상기 감지 응답자의 송신 안테나를 통해 발송하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,
 상기 수신 안테나를 통해, 새로운 요청된 송신 구성을 포함하지 않는 감지 트리거 메시지를 수신하는 단계; 및
 상기 송신 안테나에 의해, 상기 감지 트리거 메시지에 응답하여 요청된 송신 구성에 따라 하나 이상의 감지 송신들을 송신하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 20

제18항에 있어서,
 상기 감지 측정 셋업 요청은 감지 개시자에 의해 상기 감지 응답자에게 발송되는 제1 액션 관리 프레임에 반송되고,
 상기 감지 측정 셋업 응답은 상기 감지 개시자에게 발송되는 제2 액션 관리 프레임에 반송되는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 전반적으로 Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 오버헤드(overhead)들 및 Wi-Fi 시스템 성능에 대한 영향을 최소화하면서 Wi-Fi 감지를 수행하도록 Wi-Fi 시스템들을 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. Wi-Fi 감지 시스템은 모션 검출 시스템에 최근에 추가된 것이다. 본 명세서에 제시된 실시예들의 양태들은 Wi-Fi 감지 시스템들에 대한 개선들을 제공한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0003] 본 개시는 전반적으로 Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 오버헤드들 및 Wi-Fi 시스템 성능에 대한 영향을 최소화하면서 Wi-Fi 감지를 수행하도록 Wi-Fi 시스템들을 구성하는 것에 관한 것이다.
- [0004] Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들이 제공된다. 예시적인 실시예에서, Wi-Fi 감지를 위해 구성된 시스템이 설명된다. 시스템은 감지 디바이스를 포함할 수 있다. 또한, 감지 디바이스는 송신 안테나, 수신 안테나 및 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서는, 송신 안테나가 감지 구성 메시지(sensing configuration message)를 송신하게 하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서는 수신 안테나를 통해 감지 구성 응답 메시지(sensing configuration response message)를 수신할 수 있다.
- [0005] 일부 구현예들에서, 감지 구성 메시지는 구성 질의 표시(configuration query indication)를 포함할 수 있고, 감지 구성 응답 메시지는 원격 디바이스와 연관된 송신 능력 표시(transmission capability indication)를 포함할 수 있다.
- [0006] 일부 구현예들에서, 감지 구성 메시지는 어떠한 데이터 엘리먼트들도 포함하지 않을 수 있다.
- [0007] 일부 구현예들에서, 감지 구성 메시지는 데이터 엘리먼트들을 포함할 수 있다.
- [0008] 일부 구현예들에서, 감지 구성 메시지는 감지 송신의 조건들에 대응하는 요청된 송신 구성을 포함할 수 있고, 감지 구성 응답 메시지는 원격 디바이스와 연관된 송신 능력에 대응하는 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다.
- [0009] 예시적인 실시예에서, Wi-Fi 감지를 위해 구성된 시스템이 설명된다. 시스템은 원격 디바이스를 포함할 수 있다. 또한, 원격 디바이스는 송신 안테나, 수신 안테나 및 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서는 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신하고, 원격 디바이스와 연관된 송신 능력이 요청된 송신 구성에 대응하는지를 결정하고, 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 발송하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 전달된 송신 구성은 요청된 송신 구성과 매칭한다. 일부 실시예에서, 전달된 송신 구성은 요청된 송신 구성과 매칭되지 않는다. 일부 실시예들에서, 안테나는 반이중 포맷(half-duplex format)으로 신호를 송신 및 수신하기 위해 사용될 수 있다. 안테나가 송신하는 경우, 이는 송신 안테나로 지칭될 수 있고, 안테나가 수신하는 경우, 이는 수신 안테나로 지칭될 수 있다.
- [0010] 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는 요청된 송신 구성이 감지 트리거에 포함되지 않을 때 요청된 송신 구성에 따라 하나 이상의 감지 송신들을 송신하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0011] 일부 구현예들에서, 송신된 감지 구성 메시지는 인덱스에 의해 식별가능한 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성(steering matrix configuration)들을 포함할 수 있고, 수신된 감지 구성 응답 메시지는 원격 디바이스와 연관된 스티어링 매트릭스 구성 확인응답(steering matrix configuration acknowledgement)을 포함할 수 있다.
- [0012] 일부 구현예들에서, 감지 구성 요청은 감지 디바이스에 의해 원격 디바이스에 발송된 제1 액션 관리 프레임에 반송되고(carried), 감지 구성 응답은 감지 디바이스에 발송된 제2 액션 관리 프레임에 반송된다.
- [0013] 또 다른 예시적인 실시예에서, Wi-Fi 감지를 위해 구성된 시스템이 설명된다. 시스템은 송신 안테나, 수신 안테나 및 프로세서를 포함하는 감지 디바이스를 포함할 수 있다. 프로세서는, 송신 안테나가 감지 트리거 메시지를 송신하게 하고, 수신 안테나를 통해, 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 송신을 수신하게 하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나는 반이중 포맷으로 신호를 송신 및 수신하기 위해 사용될 수 있다. 안테나가 송신하는 경우, 이는 송신 안테나로 지칭될 수 있고, 안테나가 수신하는 경우, 이는 수신 안테나로 지칭될 수 있다.
- [0014] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 원격 디바이스 송신 능력을 초과하지 않는 요청된 송신 구성을 포함할 수 있다.

- [0015] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 감지 송신을 위한 요청된 타이밍 구성을 포함할 수 있고, 수신된 감지 송신은 감지 트리거 메시지에 응답하여 그리고 요청된 타이밍 구성에 따라 송신된다.
- [0016] 일부 구현예들에서, 요청된 타이밍 구성은 원격 디바이스로부터 감지 디바이스로의 일련의 감지 송신들을 포함하는 측정 캠페인(measurement campaign)에 대한 타이밍 조건들을 나타낼 수 있다.
- [0017] 일부 구현예들에서, 프로세서는 감지 트리거 메시지에 응답하여 원격 디바이스로부터 감지 송신을 수신하고, 수신된 감지 송신에 대해 감지 측정을 수행하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0018] 또 다른 예시적인 실시예에서, Wi-fi 감지를 위한 시스템이 설명된다. 시스템은 원격 디바이스를 포함할 수 있다. 또한, 원격 디바이스는 송신 안테나, 수신 안테나 및 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서는 수신 안테나가 감지 트리거 메시지를 수신하게 하고, 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 송신 안테나를 통해, 감지 응답 메시지를 송신하게 하도록 구성될 수 있다.
- [0019] 또 다른 예시적인 실시예에서, Wi-Fi 감지를 위한 시스템이 설명된다. 시스템은 원격 디바이스를 포함할 수 있다. 또한, 원격 디바이스는 송신 안테나, 수신 안테나 및 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서는, 수신 안테나가 감지 트리거 메시지를 수신하고, 감지 트리거 메시지의 수신에 응답하여, 송신 안테나를 통해 감지 응답 공지(sensing response announcement)를 송신하고, 및 송신 안테나를 통해 감지 응답 NDP를 송신하게 하도록 구성될 수 있다.
- [0020] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 더 포함할 수 있다.
- [0021] 일부 구현예들에서, 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 전달된 송신 구성이 감지 응답 메시지에 포함될 수 있다.
- [0022] 일부 구현예들에서, 감지 응답 메시지의 전달 전에, 전달된 송신 구성에 대응하는 원격 디바이스 송신 파라미터들이 원격 디바이스에 적용될 수 있다.
- [0023] 일부 구현예들에서, 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 전달된 송신 구성이 감지 응답 공지에 포함될 수 있다.
- [0024] 일부 구현예들에서, 전달된 송신 구성에 대응하는 원격 디바이스 송신 파라미터들은 감지 응답 NDP의 송신 이전에 원격 디바이스에 적용될 수 있다.
- [0025] 일부 구현예들에서, 감지 측정은 수신된 감지 송신의 트레이닝 필드(training field)에 대해 수행될 수 있다.
- [0026] 일부 구현예들에서, 수신된 감지 송신은 감지 응답 NDP 또는 감지 응답 메시지 중 하나를 포함할 수 있다.
- [0027] 일부 구현예들에서, 수신된 감지 송신은 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다.
- [0028] 일부 구현예들에서, 감지 디바이스가 감지 송신을 수신하기 전에, 감지 디바이스는 감지 응답 공지를 수신할 수 있다.
- [0029] 일부 구현예들에서, 감지 응답 공지는 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다.
- [0030] 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원할 때 감지 응답 메시지를 생성하고, 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원하지 않을 때 감지 응답 공지를 생성하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0031] 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는 요청된 타이밍 구성에 따라 일련의 감지 송신들을 송신하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0032] 일부 구현예들에서, 요청된 타이밍 구성에 따라 구성된 일련의 감지 송신들은 주기적일 수 있다.
- [0033] 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는 요청된 타이밍 구성이 충족되거나 새로운 감지 트리거 메시지가 수신될 때 일련의 감지 송신들을 중지하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0034] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성 내의 스티어링 매트릭스 구성(steering matrix configuration)을 포함할 수 있다.
- [0035] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성 내의 하나 이상의 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성들에 대한 인덱스를 포함할 수 있다.
- [0036] 일부 구현예들에서, 요청된 송신 구성은 디폴트 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성을 표시할 수 있다.

- [0037] 일부 구현예들에서, 프로세서는, 큐잉된(queued) 비-감지 메시지가 감지 디바이스에 존재하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재한다고 결정한 것에 응답하여 감지 트리거 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 그리고 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재하지 않는다고 결정한 것에 응답하여 감지 트리거 메시지를 전용 감지 트리거 메시지로서 준비하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0038] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 집계된(Aggregated) MPDU를 사용하여 큐잉된 비-감지 메시지와 통합될 수 있다.
- [0039] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 멀티 트래픽 ID 집계된 MPDU를 사용하여 큐잉된 비-감지 메시지와 통합될 수 있다.
- [0040] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 통합된 메시지 내에 제1 프레임으로서 포함될 수 있다.
- [0041] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 타이밍 구성을 더 포함할 수 있다.
- [0042] 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재한다고 결정한 것에 응답하여 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 그리고 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재하지 않는다고 결정한 것에 응답하여 감지 응답 메시지를 전용 송신으로서 준비하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0043] 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재한다고 결정한 것에 응답하여 감지 응답 공지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 그리고 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재하지 않는다고 결정한 것에 응답하여 감지 응답 공지를 전용 송신으로서 준비하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0044] 일부 구현예들에서, 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지는 집계된 MPDU를 사용하여 큐잉된 비-감지 메시지와 통합될 수 있다.
- [0045] 일부 구현예들에서, 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지는 멀티 트래픽 ID 집계된 MPDU를 사용하여 큐잉된 비-감지 메시지와 통합될 수 있다.
- [0046] 일부 구현예들에서, 감지 응답 공지는 통합된 메시지에 제1 프레임으로서 포함될 수 있다.
- [0047] 일부 구현예들에서, 감지 송신은 수신된 타이밍 구성에 따라 송신될 수 있다.
- [0048] 일부 구현예들에서, 스티어링 매트릭스 구성은 원격 디바이스의 공간 맵퍼에 의해 감지 송신들에 적용될 복수의 빔포밍(beamforming) 가중치들을 설명할 수 있다.
- [0049] 일부 구현예들에서, 하나 이상의 스티어링 매트릭스 구성들 각각은 원격 디바이스의 공간 맵퍼에 의해 감지 송신들에 적용될 복수의 빔포밍 가중치들을 설명할 수 있다.
- [0050] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성으로서 하나 이상의 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성들의 선택을 포함할 수 있다.
- [0051] 일부 구현예들에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 타이밍 구성을 더 포함할 수 있다.
- [0052] 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는, 원격 디바이스에 존재하는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수한다고 결정한 것에 응답하여 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 통합된 메시지를 발송하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0053] 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는, 원격 디바이스에 존재하는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하지 않는다는 결정에 응답하여 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 통합된 메시지의 타이밍을 요청된 타이밍 구성을 준수하도록 조정하고, 통합된 메시지를 발송하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0054] 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는, 원격 디바이스에 존재하는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 송신 구성을 준수하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 송신 구성을 준수하지 않는다는 결정에 응답하여 감지 응답 공지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 통합된 메시지를 발송하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0055] 일부 구현예들에서, 프로세서는 감지 송신의 전달된 송신 구성을 식별하고 전달된, 송신 구성 및 감지 송신에

따라 감지 측정을 계산하도록 추가로 구성될 수 있다.

- [0056] 일부 구현예들에서, 프로세서는 송신 구성으로서 감지 송신에 포함된 전달된 송신 구성을 식별하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0057] 일부 구현예들에서, 프로세서는 감지 송신이 전달된 송신 구성을 포함하지 않는다고 결정하고, 상기 결정에 응답하여 송신 구성으로서 디폴트 송신 구성을 식별하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0058] 일부 구현예들에서, 프로세서는 감지 응답 공지에 후속하여 감지 응답 NDP를 수신하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0059] 추가 구현예들에서, Wi-Fi 감지를 위한 방법이 제공된다. 방법은, 감지 디바이스의 적어도 하나의 송신 안테나를 통해, 감지 구성 메시지를 송신하는 단계; 및 감지 디바이스의 적어도 하나의 수신 안테나를 통해, 감지 구성 응답 메시지를 수신하는 단계를 포함한다.
- [0060] 추가 구현예들에서, Wi-Fi 감지를 위해 구성된 방법이 제공된다. 방법은, 원격 디바이스의 수신 안테나를 통해, 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신하는 단계; 원격 디바이스의 적어도 하나의 프로세서에 의해, 원격 디바이스와 연관된 송신 능력이 요청된 송신 구성에 대응하는지 결정하는 단계; 및 원격 디바이스의 송신 안테나를 통해, 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 발송하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 전달된 송신 구성은 요청된 송신 구성과 매칭한다. 일부 실시예들에서, 전달된 송신 구성은 요청된 송신 구성과 매칭하지 않는다.
- [0061] 추가 구현예들에서, Wi-Fi 감지를 위한 방법이 제공된다. 방법은, 감지 디바이스의 적어도 하나의 송신 안테나에 의해, 감지 트리거 메시지를 송신하는 단계; 감지 디바이스의 적어도 하나의 수신 안테나를 통해, 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 응답 공지를 수신하는 단계 - 감지 응답 공지는 전달된 송신 구성을 포함함 -; 및 적어도 하나의 수신 안테나를 통해, 감지 응답 공지에 후속하는 감지 응답 NDP를 수신하는 단계를 포함한다.
- [0062] 추가 구현예들에서, Wi-Fi 감지를 위한 방법이 제공된다. 방법은, 원격 디바이스의 적어도 하나의 수신 안테나에 의해, 감지 트리거 메시지를 수신하는 단계; 및 원격 디바이스의 적어도 하나의 송신 안테나를 통해 그리고 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 감지 응답 메시지를 송신하는 단계를 포함한다.
- [0063] 추가 구현예들에서, Wi-Fi 감지를 위한 방법이 제공된다. 방법은, 원격 디바이스의 적어도 하나의 수신 안테나에 의해, 감지 트리거 메시지를 수신하는 단계; 원격 디바이스의 적어도 하나의 송신 안테나에 의해 그리고 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 감지 응답 공지를 송신하는 단계; 및 적어도 하나의 송신 안테나를 통해, 감지 응답 NDP를 발송하는 단계를 포함한다.
- [0064] 본 개시의 다른 양태들 및 이점들은, 본 개시의 원리들을 예로서 예시하는 첨부 도면들과 함께 취해진, 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0065] 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 구현의 아키텍처 중 일부의 구현을 도시한다.

도 6은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지에 응답하여 일련의 감지 응답 메시지들의 송신을 위한 시퀀스 다이어그램을 도시한다.

도 7은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지에 응답하여 일련의 감지 응답 공지들 및 감지 응답 NDP들의 송신을 위한 시퀀스 다이어그램을 도시한다.

도 8a는 일부 실시예들에 따른 A-MPDU(Aggregated-MAC(Medium Access Control)-계층 프로토콜 데이터 유닛) 프레임의 구조를 예시한다.

도 8b는 일부 실시예들에 따른 A-MPDU 서브프레임의 구조를 예시한다.

도 9는 일부 실시예들에 따른 감지 송신을 반송하는(carrying) 관리 프레임을 예시한다.

도 10a 및 도 10b는 일부 실시예들에 따른 주기적 측정 구성 필드를 예시한다.

도 11은 일부 실시예들에 따른 측정 캠페인을 위한 원격 디바이스를 구성하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 12는 일부 실시예들에 따른 원격 디바이스 능력(capability)들을 결정하기 위해 원격 디바이스에 질의하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 13은 일부 실시예들에 따른 원격 디바이스 능력들을 결정하기 위해 원격 디바이스에 질의하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 14는 일부 실시예들에 따른 측정 캠페인에 대한 송신 능력을 구성하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 15는 일부 실시예들에 따른 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 송신하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 16은 일부 실시예들에 따른 원격 디바이스와의 감지 송신을 개시하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 17은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지에 응답하여 감지 송신을 수신하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 18은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지에 응답하여 감지 송신을 수신하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 19는 일부 실시예들에 따른 수신된 감지 송신에 대한 감지 측정을 수행하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 20은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 메시지를 송신하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 21은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 공지를 송신하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 22는 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 메시지를 생성하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 23은 일부 실시예들에 따른 요청된 타이밍 구성에 따라 감지 송신들을 송신하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 24는 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 송신을 수신하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 25는 일부 실시예들에 따른 전용 감지 트리거 메시지로서 또는 집성된 메시지로서 감지 트리거 메시지를 준비하기 위한 흐름도를 도시한다.

도 26은 일부 실시예들에 따른 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하기 위한 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0066] Wi-Fi 감지 시스템은 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.

[0067] Wi-Fi 감지 시스템들의 관련 표준화 목표들 중 하나는 기존의 Wi-Fi 네트워크들 상의 추가적인 오버헤드들을 감

소시켜 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 다른 목적을 위해 디자인되었다. 결과적으로, 이러한 메커니즘들은 효율적이지 않고, 제어에 유연성을 제공하지 않으며, 상이한 벤더 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.

[0068] 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. Wi-Fi 시스템들에서의 안테나 빔포밍과 관련하여, 디지털 신호 처리는 최적의 데이터 전송 목적들을 위해 송신기 또는 수신기의 방향으로 높은 안테나 이득의 빔을 지향시키고, 그 결과, 안테나 패턴은 감지 요건들을 지원하거나 강화하지 않을 수 있다.

[0069] 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, 룬 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 레이트들, 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.

[0070] 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 바이스태틱 레이더 시스템(bistatic radar system)과 유사하게 동작할 수 있으며, 여기서 Wi-Fi 액세스 포인트(AP)는 수신기 역할을 가정하고, AP에 접속된 각각의 Wi-Fi 디바이스(스테이션(station) 또는 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 시스템이 움직임을 검출하는 예들에서, 다수의 무선 디바이스들 중에서 모션 검출 결과들에 기초하여 환경 내의 모션의 위치를 식별하는 것이 또한 가능할 수 있다.

- [0071] 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 일부 각도들에서의 신호들이 보강 간섭을 경험하는 반면 다른 것들은 상쇄 간섭을 경험하는 방식으로 안테나 어레이에서 엘리먼트들을 동작시킴으로써 달성될 수 있다.
- [0072] 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.
- [0073] 일부 경우들에서, 무선 감지 시스템은 노드 측정 레이트를 제어할 수 있다. 예를 들어, Wi-Fi 모션 시스템은 현재 무선 감지 애플리케이션 (예를 들어, 모션 검출)에 의해 주어진 기준에 기초하여 가변 측정 레이트(variable measurement rate) (예를 들어, 채널 추정/환경 측정/샘플링 레이트)를 구성할 수 있다. 일부 구현예들에서, 예를 들어, 일정 시간 기간 동안 어떠한 움직임도 존재하지 않거나 검출되지 않을 때, 무선 감지 시스템은 환경이 측정되는 레이트를 감소시킬 수 있어서, 접속된 디바이스는 덜 빈번하게 트리거될 것이다. 일부 구현예들에서, 모션이 존재할 때, 예를 들어, 무선 감지 시스템은 더 미세한 시간 분해능을 갖는 시계열의 측정들을 생성하기 위해 트리거링 레이트를 증가시킬 수 있다. 가변 측정 레이트를 제어하는 것은 (디바이스 트리거링을 통해) 에너지 보존을 허용하고, 처리를 감소시키고(상관 또는 필터링하기 위한 더 적은 데이터), 특정된 시간들 동안 분해능을 개선할 수 있다.
- [0074] 일부 경우들에서, 무선 감지 시스템은 무선 네트워크 전체에 걸쳐, 예를 들어, Wi-Fi 멀티-AP 또는 확장된 서비스 세트 (ESS) 토폴로지에서 노드들의 대역 스티어링 또는 클라이언트 스티어링을 수행할 수 있고, 다수의 조정 무선 AP들 각각은 상이한 주파수 대역들을 점유할 수 있고, 디바이스들이 하나의 참여 AP로부터 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 초과의 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 로컬화하기 위해 특정 영역에서 검출된 기준에 기초하여, 무선 감지(예를 들어, 모션 검출) 동안 수행될 수 있다.
- [0075] 일부 경우들에서, 빔포밍은 통신 채널의 일부 지식에 기초하여 (예를 들어, 수신기에 의해 생성된 피드백 속성들을 통해) 무선 통신 디바이스들 사이에서 수행될 수도 있으며, 이는 송신된 빔/신호를 특정 방향 또는 방향으로 성형하기 위해 송신기 디바이스에 의해 적용되는 하나 이상의 스티어링 속성(steering property)들 (예를 들어, 스티어링 매트릭스)을 생성하는데 사용될 수 있다. 따라서, 빔포밍 프로세스에서 사용되는 스티어링 또는 피드백 속성들에 대한 변화들은 무선 통신 시스템에 의해 액세스되는 공간에서, 움직이는 객체들에 의해 야기될 수 있는 변화들을 나타낸다. 예를 들어, 모션은, 일정 기간에 걸쳐, 예를 들어, 채널 응답, 또는 스티어링 또는 피드백 속성들, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 표시되는, 통신 채널의 실질적인 변화들에 의해 검출될 수 있다.
- [0076] 일부 구현예들에서, 예를 들어, 스티어링 매트릭스는 채널 사운딩(channel sounding)에 기초하여 수신기 디바이스 (빔포머(beamformer))에 의해 제공된 피드백 매트릭스에 기초하여 송신기 디바이스 (빔포머(beamformer))에서 생성될 수 있다. 스티어링 및 피드백 매트릭스들이 채널의 전파 특성들과 관련되기 때문에, 이들 매트릭스들

은 객체들이 채널 내에서 이동할 때 변화한다. 따라서, 채널 특성들의 변화들이 이들 매트릭스들에 반영되고, 매트릭스들을 분석함으로써, 모션이 검출될 수 있고, 검출된 움직임의 상이한 특성들이 결정될 수 있다. 일부 구현예들에서, 공간 맵은 하나 이상의 빔포밍 매트릭스들에 기초하여 생성될 수 있다. 공간 맵은 무선 통신 디바이스에 대한 공간 내의 객체의 일반적인 방향을 나타낼 수 있다. 일부 경우들에서, 많은 빔포밍 매트릭스들(예를 들어, 피드백 매트릭스들 또는 스티어링 매트릭스들)은 무선 통신 디바이스에 대해 객체가 위치될 수 있는 다수의 방향들을 나타내기 위해 생성될 수 있다. 이러한 많은 빔포밍 매트릭스들은 공간 맵을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 공간 맵은 공간 내의 움직임의 존재를 검출하거나 또는 검출된 움직임의 위치를 검출하는데 사용될 수 있다.

[0077] 일부 경우들에서, 모션 검출 시스템은 모션 검출 프로세스에서 가변 디바이스 측정 레이트를 제어할 수 있다. 예를 들어, 다중 노드 무선 모션 검출 시스템을 위한 피드백 제어 시스템은 환경 조건들에 기초하여 샘플 레이트(sample rate)를 적응적으로 변경할 수 있다. 일부 경우들에서, 이러한 제어들은 모션 검출 시스템의 동작을 개선하거나 다른 기술적 이점들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 측정 레이트는 광범위한 상이한 환경들 및 상이한 모션 검출 애플리케이션들에 적합한 에어-타임 사용량(air-time usage) 내 검출 역량(ability)을 최적화하거나 달리 개선하는 방식으로 제어될 수 있다. 측정 레이트는 처리될 중복 측정 데이터를 감소시키는 방식으로 제어될 수 있고, 이에 의해 프로세서 부하/과워 요건을 감소시킨다. 일부 경우들에서, 측정 레이트는 적응적인 방식으로 제어되며, 예를 들어, 적응적 샘플은 각각의 참여 디바이스에 대해 개별적으로 제어될 수 있다. 적응적 샘플 레이트는 상이한 사용 경우들 또는 디바이스 특성들에 대한 튜닝 제어 루프로 사용될 수 있다.

[0078] 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(unplugg)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.

[0079] 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 점 유 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.

[0080] 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.

[0081] 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.

[0082] 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 요

청(sensing measurement setup request)으로 지칭될 수 있고, 감지 구성 응답 메시지는 감지 측정 셋업 응답(sensing measurement setup response)으로 지칭될 수 있다.

- [0083] WLAN 감지 절차는 다수의 감지 측정 인스턴스들을 포함할 수 있다. 예들에서, 다수의 감지 측정 인스턴스들은 측정 캠페인(measurement campaign)으로 지칭될 수 있다.
- [0084] 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.
- [0085] 예들에서, 감지 측정을 위해 사용되는 PPDU(들)는 감지 송신(sensing transmission)으로 지칭될 수 있다.
- [0086] 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.
- [0087] 일 예에서, 감지 개시자는 WLAN 감지 절차 또는 측정 캠페인을 제어하기 위해 고려될 수 있다.
- [0088] 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.
- [0089] 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.
- [0090] 본 개시의 다양한 실시예들에서, 본 문서에서 사용될 하나 이상의 용어들의 비제한적인 정의들이 이하에 제공된다.
- [0091] 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 감지 측정들이 계산되게 하는 원격 디바이스(일반적으로 Wi-Fi 디바이스, 감지 응답자, 또는 감지 송신기로 알려짐) 사이의 감지 송신들의 양방향 시리즈를 지칭할 수 있다.
- [0092] 용어 "메시지(message)"는 측정 캠페인 동안 감지 디바이스로부터 원격 디바이스로(또는 그 반대로) 전송되는 데이터의 임의의 세트를 지칭할 수 있다. 메시지는 프레임에 반송될 수 있고, 해당 프레임은 MPDU(MAC(Media Access Control)-계층 프로토콜 데이터 유닛) 또는 A-MPDU(Aggregated MPDU)일 수 있다. MPDU 또는 A-MPDU의 형태의 프레임은 감지 송신으로서 감지 디바이스로부터 원격 디바이스로(또는 그 반대로) 전송될 수 있다. 일 예에서, 송신은 PHY 계층에 의해 수행될 수 있고, PPDU(PHY-layer Protocol Data Unit)의 형태일 수 있다.
- [0093] 용어 "NDP(Null Data PPDU)"는 어떠한 데이터 필드도 포함하지 않을 수 있는 PPDU를 지칭할 수 있다. 일 예에서, NDP는 필요한 정보를 포함하는 MAC 헤더인 감지 송신에 사용될 수 있다.
- [0094] 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 하는데 사용되는 하나 이상의 트레이닝 필드들을 포함하는 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 NDP일 수 있다.
- [0095] 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.
- [0096] 용어 "송신 능력(transmission capability)"은 원격 디바이스의 송신 능력들을 표시하는 하나 이상의 파라미터들을 지칭할 수 있다. 예를 들어, 원격 디바이스에 대한 송신 능력은 원격 디바이스 내의 송신 안테나들의 수를

표시할 수 있다.

- [0097] 용어 "송신 파라미터들(transmission parameters)"은 특정 PHY에 대응하는 송신 벡터(TXVECTOR)의 부분으로서 정의되고, 각각의 PPDU 송신에 대해 구성가능한 IEEE 802.11 PHY 송신기 구성 파라미터들의 세트를 지칭할 수 있다.
- [0098] 용어 "감지 구성 메시지(sensing configuration message)"는 예를 들어, 측정 캠페인을 위해 원격 디바이스로부터 감지 디바이스로의 감지 송신들을 미리 구성하는데 사용될 수 있는 구성 메시지를 지칭할 수 있다.
- [0099] 용어 "요청된 송신 구성(requested transmission configuration)"은 감지 송신을 발송할 때 사용될 원격 디바이스의 요청된 송신 파라미터들을 지칭할 수 있다. 일 예에서, 요청된 송신 구성은 IEEE 802.11 엘리먼트(IEEE P802.11-REVmd/D5.0, §9.4.2)와 같은 하나 이상의 구성 엘리먼트를 포함할 수 있다.
- [0100] 용어 "감지 구성 응답 메시지(sensing configuration response message)"는 원격 디바이스에 의해 어떤 구성 옵션들이 지원되는지를 나타내는 감지 구성 메시지에 대한 응답 메시지, 예를 들어, 원격 디바이스의 송신 능력을 지칭할 수 있다. 일 예에서, 감지 구성 응답 메시지는 감지 구성 메시지에 응답하여 원격 디바이스로부터 감지 디바이스로 발송될 수 있다.
- [0101] 용어 "전달된 송신 구성(delivered transmission configuration)"은 원격 디바이스에 의해 감지 송신에 적용되는 송신 파라미터들을 지칭할 수 있다. 일 예에서, 전달된 송신 구성은 원격 디바이스에 의해 지원되는 송신 파라미터들을 포함할 수 있다.
- [0102] 용어 "스티어링 매트릭스 구성(steering matrix configuration)"은 각각의 송신 신호에 대해 라디오 주파수 (RF) 송신 신호 체인의 안테나를 사전-컨디셔닝(pre-condition)하기 위해 요구되는 실수 및 복소 위상을 나타내는 복소 값들의 매트릭스를 지칭할 수 있다. (예를 들어, 공간 맵퍼에 의한) 스티어링 매트릭스 구성의 적용은 빔포밍(beamforming) 및 빔-스티어링(beam-steering)을 가능하게 한다.
- [0103] 용어 "공간 맵퍼(spatial mapper)"는 원격 디바이스에서 RF 송신 신호 체인으로 입력되는 신호의 진폭 및 위상을 조정하는 신호 처리 엘리먼트를 지칭할 수 있다. 공간 맵퍼는 각각의 RF 송신 신호 체인으로 신호를 처리하기 위한 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 신호의 진폭 및 위상을 조정하기 위해 수행되는 동작은 공간 맵핑으로 지칭될 수 있다. 공간 맵퍼의 출력은 하나 이상의 공간 스트림(spatial stream)이다.
- [0104] 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.
- [0105] 용어 "요청된 타이밍 구성(requested timing configuration)"은, 예를 들어, 측정 캠페인에 대한, 송신들을 감지하기 위한 타이밍 요건들의 세트를 지칭할 수 있다. 일 예에서, 타이밍 요건들은 주기적, 반-주기적, 및 한 번일 수 있다.
- [0106] 용어 "감지 응답 메시지(sensing response message)"는 원격 디바이스로부터 감지 디바이스로의 감지 송신 내에 포함되는 메시지를 지칭할 수 있다. 일 예에서, 감지 응답 메시지를 포함하는 감지 송신은 감지 측정을 수행하는데 사용될 수 있다.
- [0107] 용어 "감지 응답 공지(sensing response announcement)"는 하나의 SIFS(Short Inter-frame Spacing) 이후에 감지 응답 NDP가 후속할 것임을 공지하는, 원격 디바이스로부터 감지 디바이스로의 송신 내에 포함된 메시지를 지칭할 수 있다. SIFS의 지속기간(duration)은, 예를 들어, 10 μ s일 수 있다. 일 예에서, 감지 응답 NDP은 요청된 송신 구성을 이용하여 송신될 수 있다.
- [0108] 용어 "감지 응답(sensing response) NDP"은 원격 디바이스에 의해 송신되고 감지 디바이스에서의 감지 측정을 위해 사용되는 NDP 응답을 지칭할 수 있다. 일 예에서, 감지 응답 NDP은 요청된 송신 구성이 성공적인 비-감지 메시지 수신을 위해 요구되는 송신 파라미터들과 호환되지 않는 경우에 사용될 수 있다. 또한, 하나의 예에서, 감지 응답 공지(sensing response announcement)에 의해 감지 응답 NDP이 공지될 수 있다.
- [0109] 용어 "비-감지 메시지(non-sensing message)"는 Wi-Fi 감지와 관련되지 않은 임의의 메시지를 지칭할 수 있다. 일 예로, 비-감지 메시지는 데이터 메시지, 관리 메시지 및 제어 메시지를 포함할 수 있다.
- [0110] 용어 "트레이닝 필드(training field)"는, 원격 디바이스에 의해 알려져 있고 함유하는 PPDU의 데이터 부분의

복조 이외의 목적들을 위해 채널을 측정하기 위해 수신 시에 사용되는, 감지 디바이스에 의해 송신되는 비트들의 시퀀스(sequence)를 지칭할 수 있다. 일 예에서, 트레이닝 필드는 송신된 PPDU의 프리앰블(preamble) 내에 포함된다. 일부 예들에서, 미래의 트레이닝 필드는 프리앰블 구조 내에서 정의될 수 있거나(레거시 지원을 갖는 캐스캐이딩 트레이닝 필드들) 또는 기존의 트레이닝 필드들을 대체할 수 있다(비-레거시 지원(non-legacy support)).

- [0111] 용어 "송신 기회(transmission opportunity) (TXOP)는 특정 서비스 품질 (QoS) 스테이션 (예를 들어, 감지 디바이스 또는 원격 디바이스 무선 매체 상에서 프레임 교환을 개시할 권리를 가질 수 있 협상된 시간 간격을 지칭할 수 있다. 송신 기회의 QoS 액세스 카테고리(AC)는 협상의 일부로서 요청될 수 있다.
- [0112] 용어 "QoS(Quality of Service) 액세스 카테고리(access category)"는 프레임이 요구하는 송신의 우선순위를 분류하는 프레임에 대한 식별자를 지칭할 수 있다. 일 예에서, 4개의 QoS 액세스 카테고리들, 즉 AC_VI: 비디오, AC_VO: 음성, AC_BE: 베스트 에퍼트(Best-Effort), 및 AC_BK: 배경(Background)이 정의된다. 또한, 각각의 QoS 액세스 카테고리는 그에 대해 정의된 상이한 전송 기회 파라미터를 가질 수 있다.
- [0113] 용어 "타이밍 동기화 기능(Timing Synchronization Function) (TSF)" 은 연관된 스테이션들, BSS의 세트 내의 공통 타이밍 기준을 지칭할 수 있다. 일 예에서, TSF는 BSS의 공유된 액세스 포인트로부터 송신된 비콘 메시지 (beacon message)에 의해 동기화된 채로 유지될 수 있다. 일 예에서, TSF의 타이밍 분해능은 1 밀리초일 수 있다.
- [0114] 용어 "제1 프레임"은 집성된 데이터 프레임의 최전방(foremost) 프레임을 지칭할 수 있다. 일 예에서, 제1 프레임은 감지 트리거 메시지, 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지를 포함할 수 있다.
- [0115] 용어 "전용 메시지(dedicated message)"는 임의의 다른 메시지와 집성되지 않는 독립형 메시지를 지칭할 수 있다.
- [0116] 용어 "브로드캐스트 메시지(broadcast message)"는 감지 디바이스와 연관된 원격 디바이스들로 감지 디바이스에 의해 발송된 메시지를 지칭할 수 있다. 일 예에서, 브로드캐스트 메시지는 원격 디바이스들에 의해 수신 및 디코딩될 수 있다.
- [0117] 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.
- [0118] 아래의 다양한 실시예들의 설명을 판독하기 위해, 명세서들의 섹션들 및 그들의 각각의 콘텐츠에 대한 이하의 설명들이 도움이 될 수 있다:
- [0119] 섹션 A는 본 명세서에 설명된 실시예들을 실시하는데 유용할 수 있는 무선 통신 시스템, 무선 송신들 및 감지 측정들을 설명한다.
- [0120] 섹션 B는 Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들의 실시예들을 설명한다. 특히, 섹션 B는 오버헤드를 추가하거나 Wi-Fi 시스템 성능에 영향을 미치지 않고 Wi-Fi 감지를 수행하기 위한 Wi-Fi 시스템들을 설명한다.
- [0121] A. 무선 통신 시스템, 무선 송신들, 및 감지 측정들
- [0122] 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. 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.
- [0123] 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.

- [0124] 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.
- [0125] 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 AP들 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.
- [0126] 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.
- [0127] 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.
- [0128] 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.
- [0129] 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.

[0130] 일부 경우들에서, 모뎀(112) 내의 기저대역 서브시스템은 예를 들어, 디지털 기저대역 데이터를 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 다른 유형들의 디바이스들을 포함할 수 있다.

[0131] 일부 경우들에서, 모뎀(112) 내의 라디오 서브시스템은 기저대역 서브시스템으로부터 기저대역 신호들을 수신하고, 기저대역 신호들을 RF 신호들로 상향 변환하고, (예를 들어, 안테나를 통해) RF 신호들을 무선으로 송신한다. 일부 경우들에서, 모뎀(112) 내의 라디오 서브시스템은 (예를 들어, 안테나를 통해) RF 신호들을 무선으로 수신하고, RF 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.

[0132] 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.

[0133] 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.

[0134] 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 11 내지 도 13 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.

[0135] 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. 일

부 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, 교류(AC) 어댑터)를 포함한다. 파워 유닛(118)은 다른 컴포넌트들을 포함하거나 다른 방식으로 동작할 수 있다.

[0136] 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.

[0137] 도시된 예에서, 무선 통신 디바이스(102C)는 무선 통신 디바이스들(102A, 102B)로부터의 무선 신호들을 처리하여, 무선 신호들에 의해 액세스되는 공간 내의 객체의 움직임을 검출하거나, 검출된 움직임의 위치를 결정하거나, 또는 둘 모두를 행한다. 예를 들어, 무선 통신 디바이스(102C)는 도 11 내지 도 27 중 임의의 것과 관련하여 아래에서 설명되는 예시적인 프로세스들, 또는 움직임을 검출하거나 또는 검출된 움직임의 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 룸의 내부, 다수의 룸, 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 움직임의 위치를 결정하기 위해 무선 통신 디바이스(102C)로부터의 무선 신호들을 처리할 수 있도록, 무선 통신 시스템(100)이 수정될 수 있다.

[0138] 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. 예를 들어, 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, 룸, 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.

[0139] 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.

[0140] 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.

[0141] 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 또는 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.

[0142] 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.

[0143] 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.

[0144] 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.

[0145] 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.

[0146] 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. 일

부 예들에서, 신호 경로는 공간 내의 객체의 이동으로 인해 추가, 제거 또는 달리 수정될 수 있다.

[0147] 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.

[0148] 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 나중의 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 인해 감쇠될 수 있고, 위상 또는 주파수 오프셋을 가질 수 있다.

[0149] 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.

[0150] 수학적으로, 제1 무선 통신 디바이스(204A)로부터 송신된 송신 신호 $f(t)$ 는 식(1)에 따라 설명될 수 있다 :

[0151]
$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{j\omega_n t} \dots (1)$$

[0152] 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 :

[0153]
$$r_k(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \alpha_{n,k} c_n e^{j(\omega_n t + \phi_{n,k})} \dots (2)$$

[0154] 여기서, $\alpha_{n,k}$ 는 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 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:

[0155]
$$R = \sum_k r_k(t) \dots (3)$$

[0156] 식(2)를 식 (3)에 대입하면 다음 식 (4)가 된다 :

[0157]
$$R = \sum_k \sum_{n=-\infty}^{\infty} (\alpha_{n,k} e^{j\phi_{n,k}}) c_n e^{j\omega_n t} \dots (4)$$

[0158] 그런 다음 무선 통신 디바이스에서 R 이 분석될 수 있다. 무선 통신 디바이스에서의 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 R 을 나타낼 수 있다. 주파수 ω_n 에서의 주파수 성분에 대해, 복소값 H_n 은 식(5)에서 다음과 같이 표현될 수 있다:

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

주어진 ω_n 에 대한 H_n 은 그 ω_n 에서 수신된 신호의 상대적 크기 및 위상 오프셋을 나타낸다. 객체가 공간에서 이동할 때, 공간 변화의 $\alpha_{n,k}$ 로 인해 H_n 이 변한다. 따라서, 채널 응답에서 검출된 변화는 통신 채널 내의 객체의 움직임을 나타낼 수 있다. 일부 경우들에서, 노이즈, 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:

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

일부 경우들에서, 공간에 대한 채널 응답 h_{ch} 은, 예를 들어, 추정된 수학적 이론에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 기준 신호 R_{ef} 는 후보 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 R_{ef} 와 후보 h_{ch} 의 컨볼루션(convolution)으로부터 획득되고, 그런 다음 h_{ch} 의 채널 계수들은 \hat{R}_{cvd} 의 제곱 오차를 최소화하도록 변화된다. 이는 식 (7)에서 다음과 같이 수학적으로 예시될 수 있다:

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

최적화 기준 사용을 사용하면

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

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.

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.

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), 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.

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.

[0170] 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 위치한 객체는 사람(406)으로 표현되지만, 이동 객체는 동물 또는 무생물 객체와 같은 다른 유형의 객체일 수 있다.

[0171] 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.

[0172] 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 플랫폼 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.

[0173] 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.

[0174] 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 플랫폼 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 인공 지능(AI) 모델을 사용하여) 기준 정보와 비교될 수 있다.

[0175] 공간(400)에 움직임이 없을 때 (예를 들어, 객체(406)가 존재하지 않을 때), 무선 통신 디바이스(402)는 움

직입이 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(f_1 , f_2 및 f_3 각각의 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.

[0176] 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.

[0177] 채널 응답들을 분석하는 것은 디지털 필터를 분석하는 것과 유사한 것으로 간주될 수 있다. 채널 응답은 공간 내의 객체들의 반사들뿐만 아니라 움직이는 또는 정적 사물에 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.

[0178] 일부 구현예들에서, 움직임을 검출하기 위해 시계열 집성(time series aggregation)이 사용될 수 있다. 시계열 집성은 이동 윈도우에 걸쳐 채널 응답의 특징부들을 관찰하고 통계적 추정치들(예를 들어, 평균, 분산, 주성분들 등)을 사용하여 윈도우된 결과를 집성함으로써 수행될 수 있다. 움직임의 인스턴스들 동안, 특성 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.

[0179] 일부 구현예들에서, 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, 배경 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.

[0180] 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 정보

로 채널 응답을 마킹하고 식별하는 것을 지칭할 수 있다.

[0181] 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 등과 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.

[0182] 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.

[0183] 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 초과인 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.

[0184] B. Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들

[0185] 다음은 Wi-Fi 감지를 위한 시스템들 및 방법들을 설명한다. 본 개시는 오버헤드들 및 Wi-Fi 시스템 성능에 대한 영향을 최소화하면서 Wi-Fi 감지를 수행하도록 Wi-Fi 시스템들을 구성하는 것에 관한 것이다.

[0186] 본 개시의 시스템들 및 방법들은 Wi-Fi 감지를 위해 송신들이 행해질 수 있게 하는 전달 메커니즘을 제공한다. 일 구현예에서, 정확한 시간들에서 일련의 감지 송신들의 관리, 제어, 및 전달을 위해 메시지들 및 프로토콜들의 최적화된 세트가 제공된다. 또한, 시스템들 및 방법들은 측정 캠페인을 제어하도록 구성될 수 있는 감지 디바이스를 활용한다. 일 구현예에서, 시스템들 및 방법들은 또한 원격 디바이스를 활용한다. 원격 디바이스는 감지 송신들을 행하도록 구성될 수 있고, 감지 디바이스는 감지 송신들에 기초하여 감지 측정들을 계산하도록 구성될 수 있다. 일 구현예에서, 감지 측정들은 측정 캠페인의 목적들을 달성하기 위해 추가로 처리될 수 있다.

[0187] 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스는 WLAN 감지 세션을 개시할 수 있고, 원격 디바이스는 감지 디바이스에 의해 개시된 WLAN 감지 세션에 참여할 수 있다. 일부 구현예들에서, 원격 디바이스는 WLAN 감지 세션에서 측정들을 감지하기 위해 사용되는 PPDU들을 송신할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스는 WLAN 감지 세션에서 PPDU들을 수신하고 PPDU들을 감지 측정들로 처리할 수 있다.

[0188] 도 5는 일부 실시예들에 따른 Wi-Fi 감지를 위한 시스템(500)의 구현의 아키텍처 중 일부의 구현을 도시한다.

[0189] 시스템(500)은 감지 디바이스(502), 복수의 원격 디바이스들(504-(1-K))(총괄하여 원격 디바이스(504)로 지칭됨), 및 정보 교환을 위해 시스템 컴포넌트들 사이의 통신을 가능하게 하는 네트워크(506)를 포함할 수 있다. 시스템(500)은 무선 통신 시스템(100)의 예 또는 인스턴스일 수 있고, 네트워크(506)는 무선 네트워크 또는 셀룰러 네트워크의 예 또는 인스턴스일 수 있으며, 그 세부사항들은 도 1 및 첨부 설명을 참조하여 제공된다.

- [0190] 일부 실시예들에 따르면, 감지 디바이스(502)는 송신을 수신하고, Wi-Fi 감지에 유용한 하나 이상의 수신기 측정들(예를 들어, CSI)을 수행하도록 구성될 수 있다. 이러한 측정들은 감지 측정들로 알려질 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. 또한, 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 원격 디바이스들(504-(1-K)) 사이의 통신을 조정하고 제어할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 측정 캠페인의 목표를 달성하기 위해 필요한 감지 송신이 필요한 시간에 이루어지는 것을 보장하기 위해 측정 캠페인을 제어하도록 인에이블될 수 있다. 감지 디바이스(502)는 감지 측정들을 추가로 처리할 수 있거나, 또는 다른 실시예에서, 감지 측정들을, Wi-Fi 감지 시스템의 목표를 달성하기 위해 감지 측정들을 처리하도록 구성되는 다른 디바이스에 송신하도록 구성될 수 있다.
- [0191] 도 5를 다시 참조하면, 일부 실시예들에서, 원격 디바이스(504-1)는 Wi-Fi 감지를 위해 수행될 수 있는 하나 이상의 감지 측정들(예를 들어, CSI)에 기초하여 송신을 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 발생할 수 있다.
- [0192] 도 5를 참조하면, 보다 상세하게, 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 각각 도 1에 도시된 바와 같이 프로세서(114) 및 메모리(116)일 수 있다. 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 송신 및 수신 둘 모두를 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 경우에, 하나 이상의 안테나 엘리먼트들은, 예를 들어, 빔포밍 환경에서 신호를 송신 또는 수신하기 위해 사용될 수 있다. 일부 예들에서, 복합 신호를 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. 예들에서, 각각의 안테나는 자신의 송신 및 수신 경로들을 구비하며, 이는 안테나가 송신 안테나(512)로서 동작하고 있는지 또는 수신 안테나(514)로서 동작하고 있는지에 따라 안테나에 접속하도록 교번하여 스위칭될 수 있다.
- [0193] 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)(예에서, Wi-Fi 감지 에이전트 또는 감지 애플리케이션으로도 알려짐)는 감지 디바이스(502)의 MAC(Medium Access Control)로부터 애플리케이션 계층 또는 다른 상위 계층으로(예를 들어, CSI와 같은) 물리 계층 파라미터들을 전달하고, 이동 및/또는 움직임 검출 또는 결정하기 위해 물리 계층 파라미터들을 사용하는 애플리케이션 계층 프로그램(application layer program)일 수 있다. 일부 구현예들에 따르면, 감지 에이전트(516)는 감지 알고리즘을 포함/실행할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 알고리즘을 사용하여 감지 측정을 처리 및 분석하고, 움직임들 또는 체스처들을 검출하는 것과 같은 감지 결정들을 할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 측정들을 움직임 또는 상황-인식(context-aware) 정보로 처리하도록 인에이블될 수 있다. 또한, 감지 에이전트(516)는 Wi-Fi 감지를 위해 감지 송신들 및 감지 측정들의 수 및 타이밍을 결정하도록 구성될 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 에이전트(516)는 추가 처리를 위해 감지 측정들을 다른 디바이스(또는 다른 디바이스들)에 송신하도록 구성될 수 있다.
- [0194] 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. 또한, 감지 에이전트(516)는 수신 안테나(들)(514) 중 적어도 하나의 수신 안테나를 통해, 원격 디바이스(504-1)로부터 메시지들을 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. 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 이동들 및/또는 움직임들을 검출하는 것과 같은

감지 결정들을 하기 위해 감지 측정들을 처리하고 분석하도록 구성될 수 있다.

[0195] 일부 실시예들에서, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 메시지 스토리지(518) 및 감지 트리거 메시지 스토리지(520)를 포함할 수 있다. 감지 구성 메시지 스토리지(518)는 감지 디바이스(502)에 의해 원격 디바이스(504-1)에 송신된 감지 구성 메시지들을 저장할 수 있다. 또한, 감지 트리거 메시지 스토리지(520)는 감지 디바이스(502)에 의해 원격 디바이스(504-1)에 송신된 감지 트리거 메시지들을 저장할 수 있다. 감지 구성 메시지 스토리지(518)에 저장된 감지 구성 메시지들에 관련된 정보 및 감지 트리거 메시지 스토리지(520)에 저장된 감지 트리거 메시지들에 관련된 정보는 필요에 따라 주기적으로 또는 동적으로 업데이트될 수 있다. 일 구현예에서, 감지 구성 메시지 스토리지(518) 및 감지 트리거 메시지 스토리지(520)는 메모리(510)에 결합되거나 또는 데이터베이스 또는 파일 시스템과 같은 임의의 유형 또는 형태의 스토리지를 포함할 수 있다.

[0196] 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 각각 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), 감지 에이전트(536-1) 및 스케줄러(538-1)를 더 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 원격 디바이스(504-1)의 MAC으로부터 애플리케이션 계층 프로그램들로 물리 계층 파라미터들을 전달하는 블록일 수 있다. 감지 에이전트(536-1)는 송신 안테나(들)(532-1)의 적어도 하나의 송신 안테나 및 수신 안테나(들)(534-1)의 적어도 하나의 수신 안테나가 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, 이는 송신 안테나(532-1)로 지칭될 수 있고, 안테나가 수신하고 있을 때, 이는 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 경우에, 하나 이상의 안테나 엘리먼트들은, 예를 들어, 빔포밍 환경에서 신호를 송신 또는 수신하기 위해 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. 예들에서, 각각의 안테나는 자신의 송신 및 수신 경로들을 구비하며, 이는 안테나가 송신 안테나(532-1)로서 동작하고 있는지 또는 수신 안테나(534-1)로서 동작하고 있는지에 따라 안테나에 접속하도록 교번하여 스위칭될 수 있다.

[0197] 일 구현예에서, 스케줄러(538-1)는 프로세서(228-1) 및 메모리(230-1)에 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 다른 유닛들 중에서 스케줄러(538-1)는 특정 태스크들을 수행하거나 특정 추상 데이터 유형들을 구현할 수 있는 루틴들, 프로그램들, 객체들, 컴포넌트들, 데이터 구조들 등을 포함할 수 있다. 스케줄러(538-1)는 또한 신호 프로세서(들), 상태 머신(들), 로직 회로들, 및/또는 동작 명령들에 기초하여 신호들을 조작하는 임의의 다른 디바이스 또는 컴포넌트로서 구현될 수 있다.

[0198] 일부 실시예들에서, 스케줄러(538-1)는 하드웨어, 처리 유닛(processing unit)에 의해 실행되는 명령들, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 처리 유닛은 컴퓨터, 프로세서, 상태 머신, 로직 어레이 또는 명령들을 처리할 수 있는 임의의 다른 적절한 디바이스들을 포함할 수 있다. 처리 유닛은 범용 프로세서가 요구되는 태스크들을 수행하게 하기 위한 명령들을 실행하는 범용 프로세서일 수 있거나, 또는 처리 유닛은 요구되는 기능들을 수행하는 것에 전용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 스케줄러(538-1)는, 프로세서/처리 유닛에 의해 실행될 때, 원하는 기능들 중 임의의 것을 수행하는 기계 판독가능 명령들일 수 있다. 기계 판독가능 명령들은 전자 메모리 디바이스, 하드 디스크, 광학 디스크 또는 다른 기계 판독가능 저장 매체 또는 비일시적 매체 상에 저장될 수 있다. 일 구현예에서, 기계 판독 가능 명령은 또한 네트워크 연결을 통해 저장 매체에 다운로드될 수 있다. 일 예에서, 기계 판독가능 명령들은 메모리(530-1)에 저장될 수 있다. 일 구현예에서, 스케줄러(538-1)는 메시지들이 언제 그리고 어떻게 감지 디바이스(502)와 교환되어야 하는지를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0199] 일부 실시예들에서, 원격 디바이스(504-1)는 송신 구성 스토리지(540-1) 및 스티어링 매트릭스 구성 스토리지(542-1)를 포함할 수 있다. 송신 구성 스토리지(540-1)는 감지 디바이스(502)에 의해 원격 디바이스(504-1)에 전달된 요청된 송신 구성 또는 원격 디바이스(504-1)에 의해 감지 디바이스(502)에 전달된 전달된 송신 구성을 저장할 수 있다. 또한, 스티어링 매트릭스 구성 스토리지(542-1)는 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성을 저장할 수 있다. 송신 구성 스토리지(540-1)에 저장된 송신 구성에 관한 정보 및 스티어링 매트릭스 구성 스토리지(542-1)에 저장된 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성에 관한 정보는 필요에 따라 주기적으로 또는 동적으로 업데이트될 수 있다. 일 구현예에서, 송신 구성 스토리지(540-1) 및 스티어링 매트릭스 구성 스토리지(542-1)는 메모리(530-1)에 결합되거나 데이터베이스 또는 파일 시스템과 같은 임의의 유형 또는

형태의 스토리지를 포함할 수 있다.

- [0200] 하나 이상의 구현예들에 따르면, 네트워크(506)에서의 통신은 IEEE에 의해 개발된 표준들의 802.11 패밀리 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 구현예들에서, 통신들은 다른 표준들(다른 또는 추가적인 IEEE 표준들 또는 다른 유형들의 표준들)에 의해 통제될 수 있다. 일부 실시예들에서, 시스템(500)에 의해 802.11 표준 패밀리 중 하나 이상에 의해 통제될 필요가 없는 네트워크(506)의 부분들은 무선 네트워크 또는 셀룰러 네트워크를 포함하는 임의의 유형의 네트워크의 인스턴스에 의해 구현될 수 있다.
- [0201] 하나 이상의 구현예들에 따르면, Wi-Fi 감지를 위해, 감지 디바이스(502)는 측정 캠페인(measurement campaign)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(Medium Access Control) 계층을 이용하여 이루어질 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스(502)에 알려지지 않을 수 있다. 따라서, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)가 측정 캠페인에 대해 지원할 수 있는 송신 파라미터들에 관한 송신 능력에 대해 원격 디바이스(504-1)에 질의할 수 있다. 다른 예에서, 감지 디바이스(502)는 임의의 사전-구성 정보를 제공하지 않고 원격 디바이스(504-1)가 측정 캠페인에 대해 지원할 수 있는 송신 파라미터들에 관한 송신 능력에 대해 원격 디바이스(504-1)에 질의할 수 있다.
- [0202] 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)의 네트워크(506)와의 인증 및 연관에 후속하여, 감지 에이전트(516)는 원격 디바이스(504-1) 및 원격 디바이스(504-1)의 송신(또는 감지) 능력을 발견할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력을 질의하기 위해 송신 안테나(512)를 통해 원격 디바이스(504-1)에 메시지를 발송할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 구성 메시지를 송신 안테나(512)를 통해 원격 디바이스(504-1)에 송신함으로써 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력을 질의할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력을 결정하기 위한 응답을 프롬프트하기 위해 비어있는 감지 구성 메시지를 사용하여 원격 디바이스(504-1)에 접촉할 수 있다.
- [0203] 일 구현예에서, 감지 구성 메시지는 데이터 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 일 예에서, 감지 구성 메시지는 측정 캠페인(또는 감지 송신)의 요건들에 대응하는 요청된 송신 구성 및 구성 질의 표시 중 하나를 포함할 수 있다. 구성 질의 표시는 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력에 대한 요청 또는 질의를 나타낼 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 원격 디바이스(504-1)에 송신된 감지 구성 메시지를 감지 구성 메시지 스토리지(518)에 저장할 수 있다. 다른 예에서, 측정 캠페인(또는 감지 송신)의 요건들에 대응하는 요청된 송신 구성의 포함은 감지 구성 질의 표시인 것으로 간주될 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 구성 메시지는 데이터 엘리먼트들을 포함하지 않을 수 있다.
- [0204] 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(536-1)는 수신 안테나(534-1)를 통해 감지 디바이스(502)로부터 감지 구성 메시지를 수신할 수 있다. 일 구현예에서, 구성 질의 표시를 포함하는 감지 구성 메시지를 수신한 것에 응답하여, 감지 에이전트(536-1)는 구성 질의 표시를 분석하고 원격 디바이스(504-1)와 연관된 송신 능력 표시를 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 발송한다. 일 예에서, 송신 능력 표시는 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력을 포함할 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신할 수 있다. 감지 에이전트(536-1)는 요청된 송신 구성을 분석하고, 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력이 요청된 송신 구성에 대응하는지를 결정할 수 있다. 일 예에서, 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력에 기초하여, 감지 에이전트(536-1)는 원격 디바이스(504-1)가 요청된 송신 구성의 각각의 구성 엘리먼트를 지원할 수 있는지 여부를 결정할 수 있다. 일부 예들에서, 구성 엘리먼트들은 상호 의존적일 수 있으며, 이 경우 감지 에이전트(536-1)는 지원되는 구성 엘리먼트들을 조합하여 결정할 수 있다.
- [0205] 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(536-1)는 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력에 대응하는 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(536-1)는 전달된 송신 구성에서, 원격 디바이스(504-1)가 지원할 수 있는, 요구되는 송신 구성의 구성 엘리먼트들을 표시할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 구성 응답 메시지를 송신 안테나(532-1)를 통해 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 비-제한적인 예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 4개의 송신 안테나들을 사용하여 그리고 40 MHz의 대역폭을 갖는 5 GHz 주파수 대역에서 감지 송신을 요구하는 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다. 요건에 응답하여, 감지 에이전트(536-1)는 원격 디바이스(504-1)가 2.4 GHz 주파수 대역을 지원하고 2개의 송신 안테나들을 구현한다는 것을 표시하는 감지 구성 응답 메시지를 발송할 수 있다.

- [0206] 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 전달된 송신 구성을 디폴트 송신 구성으로서 송신 구성 스토리지(540-1)에 저장할 수 있다. 일 예에서, 저장된 전달된 송신 구성은 요청된 송신 구성이 제공되지 않는 임의의 측정 캠페인에 대해 사용될 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 에이전트(516)는 전달된 송신 구성을 사용하여 원격 디바이스(504-1)에 대한 측정 캠페인에 대한 송신 파라미터들을 구성할 수 있다.
- [0207] 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)와 감지 디바이스(502)의 초기 연관시, 또는 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력들을 결정할 때, 감지 에이전트(516)는 인덱스에 의해 식별가능한 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들을 포함하는 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들을, 예를 들어, 룩업 테이블로서 저장할 수 있고, 인덱스는 원격 디바이스(504-1)가 인덱스를 사용하여 룩업하는 것을 허용할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들을 포함하는 감지 구성 메시지를 송신 안테나(512)를 통해 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 브로드캐스트 메시지를 사용하여 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들을 송신할 수 있다.
- [0208] 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 수신 안테나(534-1)를 통해 감지 디바이스(502)로부터 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 구성 메시지를 브로드캐스트 메시지로서 수신할 수 있다. 그런 다음, 감지 에이전트(536-1)는 감지 구성 메시지를 디코딩하여 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성을 결정할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성을 스티어링 매트릭스 구성 스토리지(542-1)에 저장할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(536-1)는 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성을 디폴트 송신 구성으로서 저장할 수 있다. 예를 들어, 저장된 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성은 요청된 송신 구성이 제공되지 않는 임의의 측정 캠페인에 사용될 수 있다. 일부 구현예들에서, 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들은 감지 디바이스(502)에 의해 원격 디바이스(504-1)의 초기 미리 구성의 일부로서 원격 디바이스(504-1)에 대해 설정될 수 있다.
- [0209] 일 구현예에 따르면, 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신한 것에 응답하여, 감지 에이전트(536-1)는 원격 디바이스(504-1)와 연관된 스티어링 매트릭스 구성 확인응답(steering matrix configuration acknowledgement)을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 발송할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 구성 응답 메시지를 송신 안테나(532-1)를 통해 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(536-1)는 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들이 스티어링 매트릭스 구성 스토리지(542-1)에 적용되거나 저장되었다는 확인응답으로서 널(null) 감지 구성 응답 메시지를 발송할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 구성 메시지가 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들을 포함하지 않는 경우, 감지 에이전트(536-1)는 안테나 구성, 예를 들어, 송신/수신 체인들의 수, 안테나들의 수, 디지털/아날로그 빔포밍 능력들, 및 안테나 구성들과 연관된 다른 정보로 응답할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 인덱스를 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들의 테이블로 발송함으로써 원격 디바이스(504-1)의 송신 구성을 요청할 수 있다. 일 예에서, 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들은 감지 구성 메시지가 구성하고 있는 룩업 테이블 엔트리들의 수에 대응할 수 있다. 일 예에서, 인덱스는 대응하는 룩업 테이블 엔트리들의 위치를 찾는 데 사용될 수 있다.
- [0210] 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 수신 안테나(514)를 통해 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 구성 응답 메시지를 수신할 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 구성 응답 메시지를 수신한 것에 응답하여, 감지 에이전트(516)는 감지 송신을 개시할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 에이전트(516)가 원격 디바이스(504-1)가 사용할 것을 요구하는 송신 파라미터들(예를 들어, 송신 능력 및 요청된 송신 구성)에 기초하여 감지 송신을 개시할 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스 송신 능력 및/또는 요청된 송신 구성에 기초하여, 감지 에이전트(516)는 감지 트리거 메시지를 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 원격 디바이스 송신 능력을 초과하지 않는 요청된 송신 구성을 포함할 수 있다. 예를 들어, 원격 디바이스(504-1)가 2.4 GHz 주파수 대역을 지원하고 2개의 송신 안테나들을 구현하는 경우, 감지 에이전트(516)는 2개의 송신 안테나들을 사용하여 2.4 GHz 주파수 대역에서의 감지 송신을 요구하는 감지 트리거 메시지를 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 트리거 메시지를 송신 안테나(512)를 통해 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다. 일부 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 송신된 감지 트리거 메시지를 감지 트리거 메시지 스토리지(520)에 저장할 수 있다.
- [0211] 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 수신 안테나(534-1)를 통해 감지 디바이스(502)로부터 감지 트리거 메시지를 수신할 수 있다. 일부 구현예들에서, 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 송신할 수 있다.

- [0212] 일부 시나리오들에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 포함하지 않을 수 있고 미리 구성이 이루어지지 않을 수 있다. 이러한 시나리오들에서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 저장된 디폴트 송신 구성(즉, 각각 송신 구성 스토리지(540-1) 및 스티어링 매트릭스 구성 스토리지(542-1)에 저장된 디폴트 스티어링 매트릭스 구성을 포함하는 전달된 송신 구성)을 감지 송신에 자동으로 적용할 수 있다. 하나 이상의 구현예들에 따르면, 디폴트 송신 구성이 새로운 감지 트리거 메시지에서 요청된 송신 구성으로 대체되거나 새로운 감지 구성 메시지에 의해 재정의되지 않는 한, 감지 에이전트(536-1)는 저장된 디폴트 송신 구성을 적용할 수 있다.
- [0213] 일부 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 송신 구성이 없고 사전 구성이 감지 트리거 메시지에 이루어지지 않은 경우 감지 트리거 메시지를 무시할 수 있다.
- [0214] 하나 이상의 구현예들에 따르면, 감지 에이전트(536-1)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 감지 응답 메시지 및 감지 응답 NDP 중 하나를 감지 송신으로서 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원할 때 감지 응답 메시지를 생성할 수 있다. 일부 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원하지 않을 때 감지 응답 공지를 생성할 수 있다. 다른 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 송신 구성과 독립적으로 항상 감지 응답 공지를 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 응답 메시지 및 감지 응답 공지는 원격 디바이스(504-1)가 감지 송신을 송신할 때 사용할 수 있는 송신 파라미터들을 설명하는 전달된 송신 요건들을 포함할 수 있다.
- [0215] 일 구현예에 따라, 감지 응답 공지(sensing response announcement)는 감지 응답 NDP에 적용될 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 응답 공지의 하나의 SIFS 후에 송신될 수 있는 감지 응답을 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 응답 NDP은 감지 디바이스(502)가 감지 측정을 행할 수 있는 감지 송신일 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 응답 및 감지 응답 공지를 송신 안테나(532-1)를 통해 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 응답 NDP를 송신하기 전에, 감지 에이전트(536-1)는 전달된 송신 구성에 대응하는 원격 디바이스 송신 파라미터들을 원격 디바이스(504-1)에 적용할 수 있다.
- [0216] 일부 구현예들에 따르면, 감지 에이전트(516)는 요청된 타이밍 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 생성할 수 있다. 요청된 타이밍 구성은 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 디바이스(502)로의 일련의 감지 송신들을 포함하는 측정 캠페인에 대한 타이밍 요건들을 나타낼 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 트리거 메시지를 통해 감지 송신들의 주기적인 시리즈를 개시할 수 있다. 따라서, 단일 감지 트리거 메시지는 원격 디바이스(504-1)에 의한 하나보다 많은 감지 송신을 트리거할 수 있다. 일 예에서, 주기적인 감지 송신들은 빈번하고 예측 가능한 감지 측정들을 허용할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(516)는 감지 트리거 메시지를 통해 반주기적인 일련의 감지 송신들을 개시할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 요청된 타이밍 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 송신 안테나(512)를 통해 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다.
- [0217] 하나 이상의 구현예들에 따르면, 감지 에이전트(536-1)는 수신 안테나(534-1)를 통해 감지 디바이스(502)로부터 요청된 타이밍 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 수신할 수 있다. 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 타이밍 구성에 따라 일련의 감지 송신들을 송신할 수 있다. 일 구현예에서, 초기에, 감지 에이전트(536-1)는 제1 감지 송신으로 응답할 수 있다. 후속하여, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 타이밍 구성에 의해 정의된 기간에서 동일한 감지 송신들(예를 들어, 제2 감지 송신, 제3 감지 송신 등)로 응답할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 감지 응답 메시지를 포함하는 감지 송신으로 감지 트리거 메시지에 응답할 수 있다. 예를 들어, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 타이밍 구성에 의해 정의된 기간에 동일한 감지 응답 메시지들을 발송할 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 에이전트(536-1)는 하나의 SIFS 후에 감지 응답 NDP가 뒤따르는 감지 응답 공지를 포함하는 감지 송신으로 감지 트리거 메시지에 응답할 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 타이밍 구성에 의해 정의된 기간에 동일한 감지 응답 NDP 송신들을 발송할 수 있다. 일부 구현예들에서, 요청된 타이밍 구성이 감지 트리거 메시지에 포함되지 않으면, 감지 트리거 메시지는 미리 정의된 시간 기간 내에 단일 감지 송신을 개시할 수 있다.
- [0218] 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 타이밍 구성이 충족될 때 또는 새로운 감지 트리거 메시지가 수신될 때 일련의 감지 송신들을 중단하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 감지 에이전트(536-1)는 요청된 타이밍

구성의 요건들이 철저히 규명될(exhausted) 때까지 또는 새로운 측정 캠페인 또는 감지 송신이 개시될 때까지 감지 송신들을 계속 생성할 수 있다. 도 6에 도시된 순서도에는 감지 트리거 메시지에 응답하여 일련의 감지 응답 메시지들의 송신이 도시되어 있고, 도 7에 도시된 순서도에는 감지 트리거 메시지에 응답하여 일련의 감지 응답 공지의 송신이 도시되어 있다.

[0219] 도 6에 도시된 바와 같이, 단계(602)에서, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 타이밍 구성을 포함할 수 있다. 요청된 타이밍 구성은 일련의 감지 송신들, 예를 들어, 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 디바이스(502)로의 N 감지 송신들을 포함하는 측정 캠페인에 대한 타이밍 요건들을 나타낼 수 있다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 2개의 감지 송신들 사이의 시간 간격이 50 밀리초이어야 한다는 것을 표시할 수 있다.

[0220] 단계 604에서, 감지 트리거 메시지에 응답하여, 원격 디바이스(504-1)는 제1 감지 응답 메시지를 송신할 수 있다. 단계 606에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 그리고 요청된 타이밍 구성에 따라 제2 감지 응답 메시지를 송신할 수 있다. 일 예에서, 원격 디바이스(504-1)는 제1 감지 응답 메시지를 송신한 후에 제2 감지 응답 메시지를 50 밀리초에 송신할 수 있다. 단계(608)에서, 원격 디바이스(504-1)는 제N 감지 응답 메시지를 송신할 수 있다.

[0221] 도 7에 도시된 바와 같이, 단계(702)에서, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 디바이스(502)로의 일련의 감지 송신들, 예를 들어, M개의 감지 송신들을 포함하는 측정 캠페인에 대한 타이밍 요건들을 나타내는 요청된 타이밍 구성을 포함할 수 있다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 2개의 감지 송신들 사이의 시간 간격이 10초 이어야 함을 표시할 수 있다.

[0222] 단계(704)에서, 감지 트리거 메시지에 응답하여, 원격 디바이스(504-1)는 제1 감지 응답 공지를 송신할 수 있다. 단계(706)에서, 원격 디바이스(504-1)는 하나의 SIFS 후에 제1 감지 응답 NDP를 송신할 수 있다. 일 예에서, SIFS의 지속기간(duration)은 10 μ s이다. 단계 708에서, 원격 디바이스(504-1)는 제2 감지 응답 공지를 송신할 수 있다. 일 예에서, 원격 디바이스(504-1)는 제1 감지 응답 공지(704)를 송신한 후 10초에 제2 감지 응답 공지를 송신할 수 있다. 단계(710)에서, 원격 디바이스(504-1)는 제2 감지 응답을 송신할 수 있다. 단계(712)에서, 원격 디바이스(504-1)는 제M 감지 응답 공지를 송신할 수 있고, 단계(714)에서, 원격 디바이스(504-1)는 제 M 감지 응답 NDP를 송신할 수 있다.

[0223] 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 감지 디바이스(502)가 원격 디바이스(504-1)가 사용할 것을 요구하는 스티어링 매트릭스 구성의 사양을 갖는 감지 송신을 개시할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 에이전트(516)는 포함된 스티어링 매트릭스 구성의 사양을 갖는 감지 트리거 메시지를 생성할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성 내에 스티어링 매트릭스 구성을 포함할 수 있다. 일 예에서, 스티어링 매트릭스 구성은 감지 디바이스(502)로부터 원격 디바이스(504-1)로 미리 발송되었고 스티어링 매트릭스 구성 스토리지(542-1)에 저장된 미리 구성된/미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들의 세트 또는 테이블에 인덱스를 포함할 수 있다. 예들에서, 스티어링 매트릭스 구성이 원격 디바이스(504-1)에 저장된 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성들의 세트에 대한 인덱스를 포함하고 인덱스가 알려진 값, 예를 들어, 최대 값 또는 최소 값으로 설정되면, 이것은 디폴트 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성이 감지 송신을 위해 사용될 것임을 원격 디바이스(504-1)에 표시할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)가 감지 트리거 메시지에 스티어링 매트릭스 구성을 발송하는 것이 아니라 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성들의 테이블에 인덱스를 발송함으로써 원격 디바이스 송신 구성을 요청할 때, 감지 디바이스(502)로부터 원격 디바이스(504-1)로 발송될 필요가 있는 시그널링의 양은 측정 캠페인 또는 감지 송신을 구성할 때 상당히 감소될 수 있다.

[0224] 본 개시의 일 양태에 따르면, Wi-Fi 감지의 목적을 위해, 기존의 큐잉된 비-감지 메시지가 이용될 수 있다. 큐잉된 비-감지 메시지와 함께 다른 메시지를 병합하는 프로세스는 프레임 집성(frame aggregation)이라 할 수 있다. 일 구현예에서, 추가적인 메시지들에 의해 야기되는 오버헤드를 감소시키고 또한 Wi-Fi 감지를 지원하면서 데이터 전송을 위한 대역폭을 보존하기 위해, 본 개시의 일부 양태들은 프레임 집성에 의존한다.

[0225] IEEE P802.11-REVmd/D5.0은 두 가지 유형의 프레임 집성(frame aggregation) : A-MPDU 집성 및 A-MSDU 집성을 정의한다. 프레임 집성은 다수의 MPDU들 또는 MSDU들이 동일한 PPDU에서 반송될 수 있게 하여, 다수의 PPDU들을 송신 및 수신하는 오버헤드를 절약한다. 일 구현예에서, 측정 캠페인은 프레임 헤더 내에서 반송(carry)되는 데이터에 의존할 수 있고, 따라서 프레임들은 A-MPDU를 사용하여 집성된다. 도 8a는 IEEE P802.11-REVmd/D5.0 규격에 따른 A-MPDU 프레임 구조를 나타내고, 도 8b는 A-MPDU 서브프레임 구조를 나타낸다. 도 8a에 도시된 바와

같이, A-MPDU는 하나 이상의 A-MPDU 서브프레임들의 시퀀스 및 가변량의 EOF(End of Frame) 패딩을 포함한다. 또한, 도 8b에 도시된 바와 같이, A-MPDU 서브프레임에서, MPDU 구분자(delimiter)가 MPDU에 프리펜딩(prepend)되고, 패딩이 MPDU에 첨부된다.

- [0226] 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)가 원격 디바이스(504-1)에 대한 감지 메시지를 개시할 때, 감지 에이전트(516)는 원격 디바이스(504-1)에 송신되도록 스케줄링되거나 큐잉된 비-감지 메시지가 있는지 여부를 결정할 수 있다. 큐잉된 비-감지 메시지를 결정할 때, 감지 에이전트(516)는 감지 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지와 집성 또는 통합할 수 있다. 일 예에서, 감지 메시지는 요청된 송신 구성, 요청된 타이밍 구성, 및 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성 중 하나를 포함할 수 있는 감지 트리거 메시지일 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 에이전트(516)는 적어도 IEEE P802.11-REVmd/D5.0, § 9.7 및 IEEE P802.11ax/D7.0, § 26.6.3에서 각각 정의된 A-MPDU 포맷 또는 멀티 TID(Multi-Traffic Identifier) A-MPDU 포맷 중 하나를 사용하여 감지 트리거 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 멀티 TID는 단일 프레임에서 상이한 QoS 액세스 카테고리들을 갖는 MPDU들의 집성을 허용한다.
- [0227] 감지 트리거 메시지가 통합된 비-감지 메시지는 집성 메시지(aggreated message)로 지칭될 수 있다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는, 원격 디바이스(504-1)가 (예를 들어, 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 NDP를 사용하여) 감지 송신을 스케줄링하기 전에 전체 집성된 메시지를 처리하도록 요구되지 않을 수 있기 때문에, 원격 디바이스(504-1)에 의한 감지 트리거 메시지의 더 빠르거나 더 결정론적인 검출을 허용하기 위해 제1 프레임으로서 큐잉된 비-감지 메시지에 통합될 수 있다.
- [0228] 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)에 송신되도록 스케줄링되거나 큐잉된 비-감지 메시지가 없다고 결정할 때, 감지 에이전트(516)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 감지 송신으로서 발송될 수 있는 전용 감지 트리거 메시지로서 준비할 수 있다.
- [0229] 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)로부터의 감지 송신이 요구될 때, 예를 들어, 감지 디바이스(502)로부터 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 스케줄러(538-1)는 감지 디바이스(502)에 송신되도록 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하는지 여부 및 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원하는지 여부를 결정할 수 있다. 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하고 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원한다고 결정할 때, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지를 집계된 메시지를 생성하는 큐잉된 비-감지 메시지에 통합할 수 있다. 일 실시예에서, 데이터 전송을 지원하는 요청된 송신 구성은 스케줄러(538-1)가 큐잉된 비-감지 메시지에 대해 사용하고 있는 데이터 전송 구성과 호환 가능하다는 것을 의미할 수 있다. 일 예에서, 큐잉된 비-감지 메시지는 전달된 송신 구성 및 적용된 스티어링 매트릭스 구성 중 하나를 포함할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 스케줄러(538-1)는 A-MPDU 포맷 또는 멀티 TID(Multi-Traffic Identifier) A-MPDU 포맷 중 하나를 사용하여 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합할 수 있다. 집성 메시지는 요청된 송신 설정 및 송신 매트릭스 설정 중 하나 이상을 사용하여 송신될 수 있다.
- [0230] 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)가 감지 측정을 수행하기 전에 전체 집성된 메시지를 처리할 필요가 없을 수 있기 때문에 감지 디바이스(502)에 의한 감지 측정의 더 빠르거나 더 결정론적인 실행을 허용하기 위해, 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지가 제1 프레임으로서 큐잉된 비-감지 메시지에 통합될 수 있다.
- [0231] 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)로의 송신을 위해 스케줄링된 비-감지 메시지가 없다고 결정할 시에, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송될 수 있는 전용 감지 응답 메시지로서 또는 감지 응답 공지를 전용 감지 응답 공지로서 준비할 수 있다.
- [0232] IEEE P802.11-REVmd/D5.0은 동일한 A-MPDU 프레임에서 집성되는 모든 MPDU들이 동일한 QoS 액세스 카테고리 송신되어야 한다고 정의한다. 따라서, 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)로부터의 감지 구성 메시지 및 감지 트리거 메시지, 및 원격 디바이스(504-1)로부터의 감지 응답 메시지 및 감지 공지 메시지에는 송신을 위해 스케줄링된 프레임에 존재하는 데이터 MPDU들의 QoS 액세스 카테고리가 할당될 수 있다.
- [0233] 멀티 TID 집성이 지원된다고 결정되는 예들에서, 동일한 QoS 액세스 카테고리를 공유하지 않는 동일한 A-MPDU에 MPDU들을 함께 집성하는 것이 가능할 수 있다. 일 예에서, 스케줄러(538-1)는 완전한 집성된 프레임에 최고 우선순위 MPDU의 것과 동일한 QoS 액세스 카테고리에서 감지 MPDU 예컨대, 감지 디바이스(502)로부터의 감지 구성 메시지 MPDU 또는 감지 트리거 메시지 MPDU 또는 원격 디바이스(504-1)로부터의 감지 응답 메시지 MPDU 또는 감지 공지 메시지 MPDU를 발송할 수 있다. 다른 예에서, 감지 트리거 메시지의 QoS 액세스 카테고리는 감지 에이전트(536)에 의해 결정될 수 있다.

- [0234] 일 구현예에 따르면, 스티어링 매트릭스 구성은 원격 디바이스(504-1)의 공간 맵퍼에 의해 하나 이상의 감지 송신들에 적용될 복수의 빔포밍 가중치들을 설명할 수 있다. 일 예에서, 공간 맵퍼는 스티어링 매트릭스 구성에 따라 빔포밍 가중치들을 적용하는 송신기 신호 체인에서의 블록일 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)가 감지 송신을 수행하고 있을 때, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)의 공간 맵퍼에 의해 적용되는 스티어링 매트릭스 구성을 요청할 수 있다. 일 예에서, 각각의 송신 경로에 대해 하나의 송신된 신호가 있을 수 있고, 각각의 안테나는 송신 경로의 엔드포인트이다. 하나 이상의 실시예들에서, 스티어링 매트릭스 구성은 하나 이상의 감지 송신들에 대해 공간 맵퍼에 의해 각각의 송신된 신호에 적용될 빔포밍 가중치들을 설명한다.
- [0235] 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 적어도 2개의 메커니즘들, 즉 제1 메커니즘 및 제2 메커니즘에 기초하여 송신을 감지하기 위한 원격 디바이스(504-1)의 공간 맵퍼를 제어할 수 있다. 제1 메커니즘에 따르면, 감지 디바이스(502)는 스티어링 매트릭스 구성들의 인덱싱된 미리 구성된 테이블을 통해 원격 디바이스(504-1)의 공간 맵퍼를 제어할 수 있고, 제2 메커니즘에 따르면, 감지 디바이스(502)는 요구된 송신 구성의 일부로서 명시적 스티어링 매트릭스 구성의 포함을 통해 원격 디바이스(504-1)의 공간 맵퍼를 제어할 수 있다. Wi-Fi 디바이스 상의 안테나들은 정밀한 빔포밍을 위해 최적화되지 않을 수 있고, 본 명세서에 설명된 예들은 각각의 빔포밍 가중치의 실수부(I) 및 허수부(Q) 각각에 대한 IEEE 반-정밀도 부동 소수점 수들로서 안테나 빔의 스티어링 매트릭스 구성을 표현할 수 있다. 본 명세서에서 논의되지 않은 숫자 포맷의 다른 예들이 본 명세서에서 고려된다.
- [0236] 일 구현예에서, 송신을 감지하기 위해 원격 디바이스(504-1)의 공간 맵퍼를 제어하는 제1 메커니즘에 따르면, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 메시지를 통해 원격 디바이스(504-1) 상의 스티어링 매트릭스 구성들의 테이블을 미리 구성할 수 있다. 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 디바이스(502)로의 각각의 감지 송신에 대해 이들 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성 중 어느 것을 사용할지를 선택할 수 있고, 인덱스를 사용하여 사용할 스티어링 매트릭스 구성을 표시할 수 있다. 따라서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성으로서 하나 이상의 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성들의 선택을 포함할 수 있다.
- [0237] 일 구현예에서, 송신을 감지하기 위해 원격 디바이스(504-1)의 공간 맵퍼를 제어하는 제2 메커니즘에 따르면, 원격 디바이스(504-1)로부터의 일련의 감지 송신들이 감지 디바이스(502)에 의해 트리거될 때마다, 일련의 감지 송신들에서 감지 송신들을 위해 요구되는 스티어링 매트릭스 구성의 완전한 설명은 측정 캠페인의 구성에서 또는 감지 트리거 메시지를 이용한 감지 송신(들)의 트리거에서 특정될 수 있다.
- [0238] 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 송신을 위해 스티어링 매트릭스 구성을 고정하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 스티어링 매트릭스 구성은 단위 매트릭스(unity matrix)일 수 있다. 따라서, 적용되는 빔포밍 가중치들은 모든 송신 경로들에 대해 모두 동일할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 감지 송신을 수행할 때 사용할 모든 송신 경로들에 단위 또는 동일한 빔포밍 가중치들을 포함하는 스티어링 매트릭스 구성을 적용하도록 원격 디바이스(504-1)에 지시할 수 있다.
- [0239] 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)에 의해 원격 디바이스(504-1)로 전송된 감지 트리거 메시지는 요청된 타이밍 구성 또는 요청된 송신 구성을 포함할 수 있다. 요청된 타이밍 구성을 수신한 것에 응답하여, 감지 에이전트(536-1)는 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 디바이스(502)로 송신되도록 스케줄링된 비-감지 메시지가 존재하는지 여부를 결정할 수 있다. 비-감지 메시지가 송신되도록 스케줄링된 것을 결정할 때, 감지 에이전트(536-1)는 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하는지 여부를 결정할 수 있다. 여기서, 용어 "준수(compliant)"는 비-감지 메시지 송신에 대한 요청된 타이밍 구성 및 요청된 송신 구성의 적용이 감지 디바이스(502)로의 비-감지 메시지의 성공적인 전달을 손상시키지 않는다는 것을 나타낼 수 있다.
- [0240] 일 구현예에서, 감지 에이전트(536-1)는 이미 스케줄링된 비-감지 메시지가 감지 송신의 요청된 시간에(또는 그에 충분히 가까운) 것으로 간주될 수 있는 타이밍 윈도우로 미리 구성될 수 있다. 일 예에서, 요청된 타이밍 구성은 감지 트리거 메시지를 통해 특정될 수 있는 타이밍 윈도우의 정의를 포함하도록 확장될 수 있다. 일 구현예에서, 요청된 타이밍 구성을 참조하여, 감지 에이전트(536-1)는 송신 타이밍 구성이 비-감지 메시지와 호환가능한지 여부를 결정할 수 있다. 일 예에서, 요청된 타이밍 구성에 따라 감지 송신 시간과 비-감지 메시지 송신 시간을 정렬하는 것이 비-감지 메시지의 요구되는 QoS 액세스 카테고리들 손상시키지 않는 경우, 감지 에이전트(536-1)는 송신 타이밍 구성이 비-감지 메시지와 호환가능하다고 결정할 수 있다.
- [0241] 일 구현예에 따르면, 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 트리거를 수신한 것에 응답하여, 스케줄러(538-1)는 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 응답 메시지 및 감지 응답 공지 중 하나를 생성할 수 있다. 스케줄러(538-1)가 감지 응답 메시지를 생성하는 경우, 전달된 송신 구성은 감지 응답 메시지를 송신하는데 사용되는 송신 파라미터들을 포함할 수 있다. 스케줄러(538-1)가 감지 응답 공지를 생성하는 경우들에서, 전달된 송신 구성은 감지

응답 공지의 송신 파라미터들이 아니라 다음의 감지 응답 NDP의 송신 파라미터들을 포함할 수 있다. 일 예에서, 스케줄러(538-1)는 요청된 송신 구성이 감지 트리거 메시지에 포함되었는지 여부에 관계없이, 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지를 생성할 수 있다.

[0242] 스케줄러(538-1)가 요청된 타이밍 구성 및 요청된 송신 구성 둘 모두를 준수하는 비-감지 메시지가 존재하는지 결정하는 시나리오들에서, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 메시지를 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 응답 메시지는 전달된 송신 구성을 옵션으로 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 스케줄러(538-1)는 A-MPDU 또는 멀티-TID A-MPDU 포맷을 사용하여 감지 응답 메시지를 스케줄링된 비-감지 메시지와 집성할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 스케줄러(538-1)는 요청된 송신 구성 및 요청된 타이밍 구성에 따라 감지 응답 메시지를 포함하는 집성된 비-감지 메시지를 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다.

[0243] 일 구현예에 따르면, 스케줄러(538-1)가 요청된 타이밍 구성을 준수하지만 요청된 송신 구성을 준수하지 않는 비-감지 메시지가 존재한다고 결정할 때, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 공지를 생성할 수 있다. 감지 응답 공지는 요청된 송신 구성과 동일한 전달된 송신 구성을 옵션으로 포함할 수 있고, 이는 다음의 감지 응답 NDP에 적용될 수 있다. 일 구현예에서, 스케줄러(538-1)는 A-MPDU 또는 멀티-TID A-MPDU 포맷을 사용하여 감지 응답 공지를 스케줄링된 비-감지 메시지와 집성할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 스케줄러(538-1)는 요청된 타이밍 구성에 따라 감지 응답 공지를 포함하는 집성된 비-감지 메시지를 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다. 일 구현예에서, 스케줄러(538-1)는 요청된 송신 구성에 따라 원격 디바이스(504-1)의 송신 구성을 재구성하고 하나의 SIFS 후에 감지 응답 NDP를 발송할 수 있다.

[0244] 일 구현예에 따르면, 스케줄러(538-1)는 요청된 타이밍 구성을 준수하지 않는 비-감지 메시지가 존재한다고 결정할 수 있다. 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하지 않는다고 결정한 것에 응답하여, 스케줄러(538-1)는 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하게 하기 위해 비-감지 메시지가 시간적으로 지연되거나 전진(advance)될 수 있는지를 결정할 수 있다. 시간적으로 지연시키거나 전진시킴으로써 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하게 하기 위해, 스케줄러(538-1)는 비-감지 메시지의 송신 시간을 조정할 수 있다. 일부 구현예들에서, 스케줄러(538-1)는 그런 다음 감지 송신과 집성하기 위해 요청된 타이밍 구성을 준수하도록 이루어진 비-감지 메시지를 사용할 수 있다.

[0245] 일 구현예에서, 스케줄러(538-1)는 요청된 송신 구성이 비-감지 메시지의 성공적인 수신을 초래할 가능성이 있는지 여부를 결정할 수 있다. 요청된 송신 구성이 비-감지 메시지의 성공적인 수신을 초래할 가능성이 있다는 결정에 응답하여, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 메시지를 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 응답 메시지는 옵션으로 감지 응답 메시지의 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다. 일 구현예에 따라, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 메시지를 비-감지 메시지와 집성할 수 있다. 후속하여, 감지 에이전트(536-1)는 전달된 송신 구성에 따라 송신 파라미터들을 구성할 수 있고, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 메시지를 포함하는 집성된 비-감지 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다.

[0246] 일 구현예에 따르면, 요청된 송신 구성이 비-감지 메시지의 성공적인 수신을 초래할 가능성이 없다는 결정에 응답하여, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 공지를 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 응답 공지는 다음 감지 응답 NDP의 전달 송신 구성을 옵션으로 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 공지를 비-감지 메시지와 집성할 수 있다. 후속하여, 스케줄러(538-1)는 감지 응답 공지를 포함하는 집성된 비-감지 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다. 일 구현예에서, 스케줄러(538-1)는 알려진 최적의 송신 구성을 사용하여 집성된 비-감지 메시지를 발송할 수 있다. 일 예에서, 스케줄러(538-1)는 마지막 비-감지 메시지에 대해 사용된 송신 구성을 사용하여 집성된 비-감지 메시지를 발송할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 응답 공지에 후속하여, 스케줄러(538-1)는 전달된 송신 구성에 따라 전송 파라미터들을 구성하고 하나의 SIFS 후에 감지 응답을 발송할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)로부터 송신을 수신할 수 있다. 감지 에이전트(516)는 송신을 수신하고, 송신으로부터 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지를 검출할 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 에이전트(516)는 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지로부터 전달된 송신 구성을 언패킹(unpack)할 수 있다. 전달된 송신 구성이 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지에 존재하지 않는 시나리오들에서, 감지 에이전트(516)는 송신 구성이 요청된 송신 구성과 동일한 것으로 가정할 수 있다.

[0247] 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)로부터의 감지 송신이 감지 응답 메시지이면, 감지 에이전트(516)는 요청된 송신 구성에 구성되었거나 감지 응답 메시지의 전달된 송신 구성에서 식별된 트레이닝 필드에 기초하여 감지 측정을 계산할 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)로부터의 감지 송신이 감지 응답 공지이면, 감지 에이전트(516)는 요청된 송신 구성에 구성되었거나 감지 응답 공지의 전달된 송신 구성에서 식별된 트레이

닝 필드에 기초하여 바로 후속하는 감지 응답 NDP로부터 감지 측정을 계산할 수 있다. 일 예에서, 트레이닝 필드는 전달된 송신 구성이 리턴되지 않는 시나리오들에서 디폴트 트레이닝 필드인 것으로 간주될 수 있다.

[0248] 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)로부터 수신된 감지 송신에 대한 감지 측정을 수행할 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 디바이스(502)는 수행된 감지 측정을 다른 디바이스 또는 애플리케이션으로 발송할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)에 의해 수행되는 감지 측정은 감지 에이전트(536-1)로 발송될 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 수행된 감지 측정을 원격 디바이스(504-1)로 전송하기 위해 원격 디바이스(504-1)로부터 TXOP (대안적으로 "TXOP 요청"으로 지칭됨)를 요청할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)가 TXOP 요청에 응답하여 감지 디바이스(502)에 TXOP (대안적으로 "TXOP 승인"이라고 지칭됨)를 승인할 때, 감지 디바이스(502)는 감지 응답 메시지에 감지 측정을 원격 디바이스(504-1)로 발송할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 마지막으로 사용된 것들에 대응하는 송신 파라미터들을 이용할 수 있다. 일 구현예에서, TXOP 요청은, 감지 디바이스(502)가 원격 디바이스(504-1)로의 송신에서 감지 응답 메시지를 발송하도록 TXOP에 요청하고 있음을 원격 디바이스(504-1)에 표시하는 플래그를 포함할 수 있다. 이 경우에, 원격 디바이스(504-1)는 TXOP 승인에 전달된 송신 구성을 포함할 수 있고, 감지 디바이스(502)는 감지 응답 메시지를 송신할 때 적용할 수 있다.

[0249] 본 개시의 다양한 양태들이 원격 디바이스(504-1)에 대해 설명되지만, 이러한 양태들은 원격 디바이스(504-2) 내지 원격 디바이스(504-N)에 동일하게 적용가능할 수 있다. 시나리오에서, 감지 송신들은, 예를 들어, 원격 디바이스들(504-1, 504-2, 504-3, 및 504-4)로부터 순차적으로 송신(및 수신)될 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1, 504-2, 504-3, 및 504-4) 각각에 발송된 감지 트리거 메시지를 사용하여 측정 캠페인을 구성할 수 있다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 순차적 또는 라운드-로빈(round-robin) 감지 송신들 및 대응하는 감지 측정들을 허용하기 위해 각각의 원격 디바이스에 대한 요청된 타이밍 구성을 포함할 수 있다.

[0250] 하나의 감지 디바이스(502)가 도 5에 도시되어 있지만, 하나 초과와 감지 디바이스가 있을 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)를 포함하는 4개의 감지 디바이스들이 있을 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)로부터의 감지 송신들은 이들 4개의 감지 디바이스들에 순차적으로 송신될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 원격 디바이스(504-1)가 이들 4개의 감지 디바이스들 중 임의의 것에 대한 이미 스케줄링된 비-감지 메시지들을 사용하여 요청된 송신 구성을 갖는 감지 송신을 생성할 수 있는지 여부, 또는 원격 디바이스(504-1)가 이미 스케줄링된 비-감지 메시지와 집성되지 않는 전용 감지 송신을 발송할 필요가 있는지 여부를 독립적으로 결정하도록 인에이블될 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)가 4개의 감지 디바이스들 중 임의의 것에 발송될 임의의 스케줄링된 비-감지 메시지를 갖지 않는 경우, 원격 디바이스(504-1)는 전용 감지 응답 메시지를 4개의 감지 디바이스들 중 하나 이상에 송신할 수 있다. 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 송신을 수신할 때, 4개의 감지 디바이스들 각각은 감지 송신에 대해 감지 측정을 수행할 수 있다.

[0251] 일 구현예에 따르면, 이들 감지 디바이스들에 의해 수행된 감지 측정들은 다른 디바이스 또는 애플리케이션으로 송신될 수 있다. 일 예에서, 감지 측정들은 원격 디바이스(504-1)로 송신될 수 있다. 일 구현예에서, 이들 4개의 감지 디바이스들로부터 원격 디바이스(504-1)로의 감지 측정들의 송신은 원격 디바이스(504-1)로부터 TXOP를 요청하는 감지 디바이스의 각각에 의해 달성될 수 있다. 원격 디바이스(504-1)가 TXOP 요청들에 응답하여 감지 디바이스들에 TXOP들을 승인할 때, 감지 디바이스들은 원격 디바이스(504-1)에 데이터 송신을 발송하기 위해 마지막으로 사용된 것들에 대응하는 송신 파라미터들을 이용하여 감지 응답 메시지들에 감지 측정들을 원격 디바이스(504-1)에 발송할 수 있다. 일 예에서, TXOP 요청은, 감지 디바이스들이 원격 디바이스(504-1)로의 데이터 송신에 감지 응답 메시지를 발송하기 위해 TXOP들을 요청하고 있음을 원격 디바이스(504-1)에 표시할 수 있는 플래그를 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스들로의 TXOP 승인에서 전달된 송신 구성을 포함할 수 있고, 이 감지 디바이스들은 감지 응답 메시지를 송신할 때 적용할 수 있다.

[0252] 전술한 바와 같이, 본 개시의 일부 실시예는 Wi-Fi 감지를 위한 5가지 감지 메시지 유형, 즉 감지 구성 메시지, 감지 구성 응답 메시지, 감지 트리거 메시지, 감지 응답 메시지, 감지 응답 공지 및 감지 응답 NDP를 정의한다. 일 예에서, 감지 응답 NDP를 제외하고, 나머지 감지 메시지 유형들은 IEEE P802.11-REVmd/D5.0, §9.6.7에 설명된 관리 프레임에 반송된다. 일부 예들에서, 감지 응답 NDP를 제외하고, 나머지 감지 메시지 유형들은 IEEE 802.11 제어 프레임에 대한 새로운 확장부에 반송된다. 일부 예들에서, 관리 및 제어 프레임들의 조합은 이러한 감지 메시지 유형들을 실현하기 위해 사용될 수 있다. 일 구현예에서, 감지 응답 NDP를 제외한 모든 감지 메시지 유형들의 정보 콘텐츠는 도 9에 도시된 바와 같이 감지 송신들을 반송하는 공공 액션(Public Action) IEEE 802.11 관리 프레임에 반송될 수 있다. 일부 예들에서, 도 9에 설명된 타이밍 구성, 송신 구성, 및 스티어링 매

트릭스 구성은 IEEE 802.11 엘리먼트들 (IEEE P802.11-REVmd/D5.0, § 9.4.2)로서 구현된다. 다른 구현예에서, 감지 응답 NDP를 제외한 모든 감지 메시지 유형들의 정보 콘텐츠는 감지 송신들을 반송하는 보호 액션 (Protected Action) IEEE 802.11 관리 프레임에 반송될 수 있는 것이 도 9에 도시된다.

[0253]

하나 이상의 실시예들에서, 감지 메시지 유형들은 메시지 유형 필드에 의해 식별될 수 있고, 각각의 감지 메시지 유형은 일부 실시예들에 따른 다른 식별된 엘리먼트들을 반송하거나 반송하지 않을 수 있다. 감지 메시지 유형들 및 컴포넌트들의 예들은 표 1에 제공된다.

표 1: 감지 메시지 유형 및 구성 엘리먼트

값	메시지 유형	메시지 방향	송신 구성	타이밍 구성	스티어링 매트릭스 구성
0	감지 구성 메시지	감지 디바이스에서 원격 디바이스로	옵션 옵션 1: 요청된 송신 구성이 감지 트리거 메시지에 제공되지 않은 경우 측정 캠페인 또는 단일 감지 송신에 대해 원격 디바이스에 의해 사용될 요청된 송신 구성을 지정한다	N/A	옵션 옵션 1: 록업 테이블을 구성하고 감지 트리거 메시지내의 인덱스를 통한 감지 송신을 위해 요청될 수 있는 스티어링 매트릭스 구성들의 세트를 지정한다.

[0254]

			<p>옵션 2: 이 엘리먼트가 감지 구성 메시지에 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 이 메시지를 원격 디바이스 송신 능력 질의로서 처리할 수 있다</p>		<p>옵션 2: 감지 트리거 메시지에 아무것도 지정되지 않은 경우, 사용할 디폴트 스티어링 매트릭스 구성을 지정한다. 이 필드가 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 이 메시지를 원격 디바이스 송신 능력 질의로서 처리한다.</p>
1	감지 구성 응답	원격 디바이스에서 감지 디바이스로	<p>옵션 1: 이 엘리먼트가 감지 구성 메시지에 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 전달된 송신 구성으로 응답한다.</p>	N/A	<p>이 엘리먼트가 감지 구성 메시지에 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 안테나 구성</p>

[0255]

			<p>옵션 2: 이 엘리먼트가 감지 구성 메시지에 존재하면, 원격 디바이스는 전달된 송신 구성을 발송하고 전달된 송신 구성에 따라 자신을 구성한다.</p>		<p>(예를들어, 송신/수신 체인들의 수, 안테나들의 수, 디지털/아날로그 빔포밍 능력들 등)으로 응답할 수 있다</p>
2	감지 트리거 메시지	감지 디바이스에서 원격 디바이스로	<p>옵션 옵션 1: 이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 감지 구성 메시지로부터의 미리 구성된 요구된 송신 구성값들을 사용할 수 있다</p>	<p>옵션 옵션 1: 이 엘리먼트가 존재하면, 측정 캠페인의 주기성을 지정하고, 이 감지 트리거 메시지는 측정 캠페인의 제1 감지 송신을 개시한다.</p>	<p>옵션 옵션 1: 이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 미리 구성된 디폴트 스티어링 매트릭스 구성을 사용하여 감지 트리거 메시지에 의해 지정된 하나 이상의 감지 송신을 송신한다.</p>

[0256]

			<p>옵션 2: 이 엘리먼트가 감지 트리거 메시지에 존재하면, 원격 디바이스는 이 엘리먼트로부터 요구되는 송신 구성을 적용한다.</p>	<p>옵션 2: 이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 감지 트리거 메시지는 단일 감지 송신을 개시한다</p>	<p>옵션 2: 이 엘리먼트가 존재하는 경우, 엘리먼트는 원격 디바이스 감지 송신에 사용할 스티어링 매트릭스 또는 측정 캠페인의 감지 송신에 사용할 일련의 스티어링 매트릭스 구성들을 지정한다. 스티어링 매트릭스 구성(들)은 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성 테이블로 인덱스들을 사용하여 지정될 수 있거나, 또는 각각의 송신 경로 또는 원격 디바이스의 송신 안테나에 대한 지정 빔포밍 가중치들이 지정될 수 있다</p>
--	--	--	---	---	---

[0257]

4	감지 응답 메시지	원격 디바이스에서 감지 디바이스로	<p>옵션</p> <p>옵션 1: 이 송신의 송신 파라미터들 (전달된 송신구성)</p> <p>옵션 2: 원격 디바이스가 요청된 송신 구성을 적용하는 경우 단일 비트 플래그</p> <p>옵션 3: 이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 요청된 송신 파라미터들을 적용한다</p>	N/A	<p>옵션</p> <p>옵션 1: 이 송신에 적용되는 스티어링 매트릭스 구성.</p> <p>옵션 2: 이 송신에 적용되는 스티어링 매트릭스 구성을 나타내는 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성 테이블로 인덱싱.</p> <p>옵션 3: 이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 요청된 스티어링 매트릭스 구성을 적용한다</p>
---	-----------	--------------------	--	-----	---

[0258]

5	감지 응답 공지	원격 디바이스에서 감지 디바이스로	<p>옵션</p> <p>옵션 1: 다음의 감지 응답 NDP 송신의 송신 파라미터들 (전달된 송신 구성)</p> <p>옵션 2: 원격 디바이스가 요청된 송신 구성을 적용하는 경우 단일 비트 플래그.</p> <p>옵션 3: 이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 요청된 송신 파라미터들을 적용한다</p>	N/A	<p>옵션</p> <p>옵션 1: 후속하는 감지 응답 NDP 송신에 적용되는 스티어링 매트릭스 구성</p> <p>옵션 2: 다음의 감지 응답 NDP 송신에 적용되는 스티어링 매트릭스 구성을 나타내는 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성으로 인텍싱.</p> <p>옵션 3: 이 엘리먼트가 존재하지 않으면, 원격 디바이스는 요청된 스티어링 매트릭스 구성을 다음의 감지 응답 NDP 송신에 적용한다</p>
6 to 255	리저브됨 (Reserved)		N/A	N/A	N/A

[0259]

[0260]

감지 송신을 위한 예시적인 송신 구성 엘리먼트들(예를 들어, 요구된 송신 구성 또는 전달된 송신 구성)이 표 2에 제공된다.

표 2: 송신 구성 엘리먼트 세부정보

이름	유형	유효 범위	설명
감지주파수대역	주파수 대역값들 또는 식별자들의 세트	표3에 정의된대로 (감지 주파수대역 (SensingFrequency Band)세부정보)	감지 디바이스가 감지 측정을 수행할 대역을 지정한다.
감지대역폭	대역폭 값 또는 식별자들의 세트	표 4에 정의된대로 (감지 대역폭 (SensingBandwidth) 세부정보)	감지 디바이스가 감지 측정을 수행할 대역폭을 지정한다. 이는 채널 식별자가 단독으로 충분하지 않은 경우 (예를들어, 2.4-GHz 대역)에 대역폭이 지정될 수 있도록하기 위해 포함된다는 것에 유의한다.

[0261]

			채널 식별자가 또한 대역폭을 정의하면, 이것은 0으로 설정될 수 있다
감지채널	정수	1..511	채널 식별자
감지트레이닝필드	트레이닝 필드 값의 세트	표 5에 정의된대로 (감지 트레이닝 필드 (SensingTraining Field)세부정보)	감지 측정에 사용할 트레이닝 필드를 식별한다.
감지공간구성 (SensingSpatial Conf)-인덱스	정수	0..15	예를들어, 감지 구성 메시지를 통해 원격 디바이스에 대해 미리 구성될 수 있고 옵션으로 감지 구성 응답 메시지에 의해 확인 응답될 수 있는 스티어링 매트릭스 구성들의 테이블로의 인덱싱. 0은 구성 요건 없음을 표시하기 위해 리저브될 수 있고 (예를들어, 원격 디바이스는 디폴트 공간 매트릭스 구성을 사용할 수 있음), 그리고 15는 원격 디바이스가 감지 공간 구성-인덱스 (SensingSpatialConf-Index)에 의해 지정된 공간 매트릭스 구성을 적용하도록 표시하기 위해 리저브될 수 있다

[0262]

<p>감지 공간 구성 스티어링 매트릭스 (SensingSpatial ConfSteeringMatrix)</p>	<p>공간 스티어링 벡터의 세트 값들, 예를들어, 위상 및 이득값, 또는 실수(I) 및 허수(Q) 값, 각각은 공간 매트릭스 구성을 나타낸다</p>	<p>표 6에 정의된대로 (감지 공간 구성 스티어링 매트릭스 (SensingSpatial ConfSteering Matrix) 세부정보)</p>	<p>감지 송신의 발송 전에 원격 디바이스상에 구현된 안테나들 각각에 적용되는 일련의 스티어링 벡터값들 (즉, 공간 매트릭스 구성들)</p>
---	--	--	--

[0263]

표 3: 감지 주파수 대역(SensingFrequencyBand)세부정보

값	의미
0	리저브됨
1	2.4 GHz
2	5 GHz
3	6 GHz
4	60 GHz
5..15	리저브됨

[0264]

표 4: 감지 대역폭 (SensingBandwidth)세부정보

값	의미
0	채널 식별자에 의해 정의됨
1	20 MHz
2	40 MHz
3	80 MHz
4	80+80 MHz
5	160 MHz
6..15	리저브됨

[0265]

표 5: 감지 트레이닝 필드(SensingTrainingField)세부정보

값	의미
0	리저브됨
1	레저시 룬 트레이닝 필드 (L-LTF)
2	고 스루풋 룬 트레이닝 필드 (HT-LTF)
3	매우 높은 스루풋 룬 트레이닝 필드 (VHT-LTF)
4	고효율 룬 트레이닝 필드 (HE-LTF)
5	극히 높은 스루풋 룬 트레이닝 필드 (EHT-LTF)
6..15	리저브됨

[0266]

표 6: 감지 공간 구성 스티어링 매트릭스 (SensingSpatialConfSteeringMatrix) 세부정보

이름	유형	유효 범위	설명
송신 안테나수	정수	1..8	감지 송신을 위해 사용되는 원격 디바이스의 송신 안테나 수. 엘리먼트에서 뒤에 오는 감지 안테나 N 스티어링 벡터 실수부 (SensingAntennaNSteeringVectorRe) 및 감지 안테나 N 스티어링 벡터 허수부 (SensingAntennaNSteeringVectorIm) 쌍의 수를 정의한다. 적어도 하나의 안테나가 지정되어야 한다.
감지 안테나0-스티어링 벡터 실수부 (SensingAntenna0-SteeringVectorRe)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		안테나 0에 대한 스티어링 벡터의 실수부
감지 안테나0-스티어링 벡터 허수부 (SensingAntenna0-SteeringVectorIm)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		안테나 0에 대한 스티어링 벡터의 허수부
⋮	⋮		⋮
감지안테나7-스티어링 벡터 실수부 (SensingAntenna7-SteeringVectorRe)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		안테나 7에 대한 스티어링 벡터의 실수부
감지 안테나7-스티어링 벡터 허수부 (SensingAntenna7-SteeringVectorIm)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		안테나 7에 대한 스티어링 벡터의 허수부

[0267]

[0268]

일 예에서, 표 2 내지 표 6에 제공된 데이터는 감지 디바이스(502)와 원격 디바이스(504-1) 사이의 감지 메시지에 포함시키기 위해 IEEE P802.11-REVmd/D5.0 § 9.4.2에 설명된 엘리먼트로 인코딩될 수 있거나, 또는 그 반대일 수 있다. 다수의 원격 디바이스들을 수반하는 측정 캠페인에서, 이러한 송신 구성 엘리먼트들은 모든 원격 디바이스들에 대해(즉, 원격 디바이스마다) 정의될 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)로부터 원격 디바이스(504-1)로 송신될 때, 이들 송신 구성 엘리먼트는 원격 디바이스 감지 송신을 구성할 수 있고, 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 디바이스(502)로 송신될 때, 이들 송신 구성 엘리먼트들은 감지 송신을 위해 원격 디바이스(504-1)에 의해 사용되는 구성을 보고한다.

[0269]

예를 들어, 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 디바이스(502)로의 주기적 또는 반주기적 감지 송신들에 대한 측정 캠페인의 일부로서 정의된 파라미터들의 예들이 표 7에 제공된다.

표 7: 타이밍 구성 엘리먼트

이름	유형	유효 범위	설명
감지측정유형 (SensingMeas Type)	감지 측정 유형값 세트	표8에 정의된대로 (감지 측정 유형 (SensingMeas Type)세부정보)	감지 측정을 계산하는데 필요한 주기적 송신의 유형을 지정한다.
프레임간시간 (TimeBetween Frames)	정수	0..255	100ms 단위로 원격 디바이스에서 감지 디바이스로의 감지 송신 사이의 시간을 지정한다. 단일 감지 송신의 경우에는 무시됨
감지측정수 (NumberSensing Meas)	정수	0..65535	다중 송신 측정 캠페인에서 수행된 감지 송신의 수. 단일 감지 송신의 경우 무시됨

[0270]

표 8: 감지 측정 유형 (SensingMeasType) 세부정보

값	의미
0	리저브됨
1	단일
2	다중
3	주기적
4	없음
5..15	리저브됨

[0271]

[0272]

일 예에서, 표 7 및 표 8에 정의된 파라미터들은 감지 디바이스(502)와 원격 디바이스(504-1) 사이의 감지 메시지들에 포함시키기 위해 예를 들어, IEEE P802.11-REVmd/D5.0에 따른 엘리먼트로 인코딩된다. 일 구현예에 따르면, 다수의 원격 디바이스들을 수반하는 측정 캠페인에 대해, 이들 파라미터들은 모든 원격 디바이스들에 대해 정의될 수 있다.

[0273]

일부 예들에서, 제1 감지 송신의 시간은 타이밍 구성 엘리먼트에 특정될 수 있다. 적합한 공통 시간 기준의 예는 TSF(timing synchronization function)이다. 이 예에서, 미래의 시간을 나타내는 TSF에 대한 값은 요청된 타이밍 구성의 일부로서 지정될 수 있고, 원격 디바이스(504-1)에 의해 이루어진 제1 감지 송신은 지정된 시간에 스케줄러(538-1)에 의해 전달된다. 일 예에서, TSF의 분해능은 제1 감지 송신의 시간을 지정하기 위해 전송되어야 하는 데이터의 비트들의 수를 감소시키기 위해 감소될 수 있다.

[0274]

일 구현예에서, 감지측정유형(SensingMeasType) 주기적 구성은 IEEE P802.11-REVmd/D5.0, §9.4.2.167에 개시된 미세 타이밍 측정과 동일한 방법을 사용할 수 있다. 주기적 감지측정유형(SensingMeasType)에 대한 타이밍 구성 파라미터들 중 일부는 일 실시예에 따라 표 9에 제공된다.

표 9: 주기적 감지 측정 유형 (SensingMeasType) 타이밍 구성 파라미터

필드 식별자	값(들)	설명
버스트 수 - 지수	0..15	지수, n, 여기서 버스트들의 수는 2^n 이고 $n=15$ 는 개시자 값이며, 즉 1 내지 16.3k 버스트들이 지원된다
버스트 지속기간	0..15	250 μ s에서 128ms 사이의 값에 대한 록업 테이블("기본 설정 (preference)없음" 표시자 포함)
프레임 간 시간	0..255	100ms 단위의 측정 프레임간 시간 ("기본 설정없음" 표시자 포함)
부분 TSF 타이머	0.. $2^{16}-1$	내부 동기화에 사용됨. TSF 필드의 비트 B10...B25
버스트 당 측정	0..31	버스트 당 요청된 측정 ("기본 설정없음" 표시자 포함)
버스트 주기	0.. $2^{16}-1$	100ms 단위의 두 버스트 간의 간격 ("기본 설정없음" 표시자 포함)

[0275]

[0276]

일 예에서, 타이밍 구성 파라미터들은 감지 디바이스(502)와 원격 디바이스(504-1) 사이의 메시지들에 포함시키기 위해 IEEE P802.11-REVmd/D5.0, §9.4.2에 설명된 엘리먼트로 인코딩된다. 주기적 측정 구성 필드는 예시적인 구현에 따라 도 10a 및 도 10b에 도시되어 있다. IEEE P802.11-REVmd/D5.0, §9.4.2에 대한 주기적 측정 구성 필드의 버스트 지속기간 서브필드는 일부 실시예에 따라 표 10에 제공된다.

표 10: 버스트 지속기간 서브필드

값	대표
0..1	리저브됨
2	250 μ s
3	500 μ s
4	1 ms
5	2 ms
6	4 ms
7	8 ms
8	16 ms
9	32 ms
10	64 ms
11	128 ms
12..14	리저브됨
15	기본 설정없음(No preference)

[0277]

[0278]

일부 구현예들에 따르면, 스티어링 매트릭스 구성들의 룩업 테이블에 대한 스티어링 벡터 구성 엘리먼트가 표 11에 설명된다.

표11: 스티어링 벡터(Steering Vector)구성 엘리먼트 세부정보

이름	유형	유효범위	설명
룩업엔트리카운트 (LookupEntriesCount)	정수	1..14	이 엘리먼트에 의해 지정된 룩업 테이블의 엔트리수. 엘리먼트에 이어지는 EntryM... 데이터 세트 수를 정의한다. 적어도 하나의 엔트리가 지정되어야 한다.
송신안테나- 카운트	정수	1..8	감지 송신을 위해 사용되는 원격 디바이스의 송신 안테나 수.

[0279]

			엘리먼트 다음에 오는 감지 안테나 N 스티어링 벡터 실수부 (SensingAntennaNSteeringVectorRe) 및 감지 안테나 N 스티어링 벡터 허수부 (SensingAntennaNSteeringVectorIm) 쌍의 수를 정의한다. 적어도 하나의 안테나가 지정되어야 한다.
엔트리 1 감지 안테나0-스티어링 벡터 실수부 (Entry1SensingAntenna0-SteeringVectorRe)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		lookup 테이블 엔트리 1에서 안테나 0에 대한 스티어링 벡터의 실수부
엔트리 1 감지 안테나0-스티어링 벡터 허수부 (Entry1SensingAntenna0-SteeringVectorIm)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		lookup 테이블 엔트리 1에서 안테나 0에 대한 스티어링 벡터의 허수부
⋮	⋮		⋮
엔트리 1 감지 안테나7-스티어링 벡터 실수부 (Entry1SensingAntenna7-SteeringVectorRe)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		lookup 테이블 엔트리 1에서 안테나 7에 대한 스티어링 벡터의 실수부
엔트리 1 감지 안테나7-스티어링 벡터 허수부 (Entry1SensingAntenna7-SteeringVectorIm)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		lookup 테이블 엔트리 1에서 안테나 7에 대한 스티어링 벡터의 허수부
⋮	⋮		⋮
엔트리 14 감지 안테나0-스티어링 벡터 실수부 (Entry14SensingAntenna0-SteeringVectorRe)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		lookup 테이블 엔트리 14에서 안테나 0에 대한 스티어링 벡터의 실수부

[0280]

엔트리 14 감지 안테나0-스티어링 벡터 허수부 (Entry14Sensing Antenna0-Steering VectorIm)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		록업 테이블 엔트리 14에서 안테나 0에 대한 스티어링 벡터의 허수부
⋮	⋮		⋮
엔트리 14 감지 안테나7-스티어링 벡터 실수부 (Entry14Sensing Antenna7-Steering VectorRe)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		록업 테이블 엔트리14에서 안테나 7에 대한 스티어링 벡터의 실수부
엔트리 14 감지 안테나7-스티어링 벡터 허수부 (Entry14Sensing Antenna7-Steering VectorIm)	반정밀도 부동 소수점 (16비트)		록업 테이블 엔트리 14에서 안테나 7에 대한 스티어링 벡터의 허수부

[0281]

[0282]

일 예에서, 표 11에 제공된 데이터는 감지 디바이스(502)와 원격 디바이스(504-1) 사이의 메시지들에 포함시키기 위해 IEEE P802.11-REVmd/D5.0, §9.4.2으로서 엘리먼트에 인코딩될 수 있다. 다수의 원격 디바이스들을 수반하는 측정 캠페인에서, 이러한 파라미터들은 모든 디바이스들에 대해 정의될 수 있다. 감지 디바이스(502)로부터 원격 디바이스(504-1)로 송신될 때, 스티어링 매트릭스 구성들은 록업 테이블(나중에 인덱스를 통해 액세스될 수 있음)을 채운다.

[0283]

도 11은 일부 실시예들에 따른 측정 캠페인을 위해 원격 디바이스(504-1)를 구성하기 위한 흐름도(1100)를 도시한다.

[0284]

단계(1102)는 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신하는 단계를 포함한다. 일부 구현예들에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스(502)에 알려지지 않을 수 있고, 감지 디바이스(502)는, 예를 들어, 측정 캠페인에 대한 송신 능력에 기초하여 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 디바이스(502)로의 감지 송신들을 구성하기 위해 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력을 결정하도록 요구될 수 있다. 따라서, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력을 결정하기 위해 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 발송할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 구성 메시지는 데이터 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 구성 메시지는 어떠한 데이터 엘리먼트들도 포함하지 않을 수 있다.

[0285]

단계(1104)는 감지 구성 메시지에 응답하여 송신된 감지 구성 응답 메시지를 원격 디바이스(504-1)로부터 수신하는 단계를 포함한다. 일 예로, 감지 구성 응답 메시지는 요청된 송신 능력을 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 응답 메시지를 수신하고, 감지 디바이스(502)가 원격 디바이스(504-1)가 구현할 수 있음을 알고 있는 요청된 송신 능력에 기초하여 측정 캠페인을 위해 원격 디바이스(504-1)를 구성할 수 있다.

[0286]

도 12는 일부 실시예들에 따른 원격 디바이스 능력들을 결정하기 위해 원격 디바이스(504-1)에 질의하기 위한 흐름도(1200)를 도시한다.

[0287]

단계(1202)는 구성 질의 표시(configuration query indication)를 포함하는 감지 구성 메시지를 생성하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 구성 질의 표시는 감지 디바이스(502)가 송신 능력을 송신하도록 원격 디바이스(504-1)에 요청하고 있다는 표시를 지칭할 수 있다.

[0288]

단계(1204)는 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 발송할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)의 송신 능력을 질의할 목적으로 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 발송할 수 있다.

[0289]

단계(1206)는 감지 구성 메시지에 응답하여 송신된 원격 디바이스(504-1)와 연관된 송신 능력 표시를 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 수신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 송신 능력 표시는 원격 디바이스(504-1)의 송

신 능력을 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 구성 응답 메시지를 수신할 수 있다.

- [0290] 도 13은 일부 실시예들에 따른 원격 디바이스 능력들을 결정하기 위해 원격 디바이스(504-1)에 질의하기 위한 흐름도(1300)를 도시한다.
- [0291] 단계(1302)는 감지 송신의 요건들에 대응하는 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 생성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 생성할 수 있다.
- [0292] 단계(1304)는 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다.
- [0293] 단계(1306)는 감지 구성 메시지에 응답하여 송신된 원격 디바이스(504-1)와 연관된 송신 능력에 대응하는 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 수신한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 메시지에 응답하여 송신된 원격 디바이스(504-1)로부터 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 수신할 수 있다.
- [0294] 도 14는 일부 실시예들에 따른 측정 캠페인에 대한 송신 능력을 구성하기 위한 흐름도(1400)를 도시한다.
- [0295] 단계(1402)는 인덱스에 의해 식별가능한 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 생성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 메시지를 생성할 수 있다.
- [0296] 단계(1404)는 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 하나 이상의 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성들을 포함하는 감지 구성 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다.
- [0297] 단계(1406)는 감지 구성 메시지에 응답하여 송신된 원격 디바이스(504-1)와 연관된 스티어링 매트릭스 구성 확인 응답을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 수신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 감지 구성 메시지에 응답하여 원격 디바이스(504-1)로부터 스티어링 매트릭스 구성 확인 응답을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 수신할 수 있다.
- [0298] 도 15는 일부 실시예들에 따른 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 송신하기 위한 흐름도(1500)를 도시한다.
- [0299] 단계(1502)는 감지 디바이스(502)로부터 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신하는 단계를 포함한다. 일부 구현예들에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스(502)로부터 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신할 수 있다.
- [0300] 단계(1504)는 송신 능력이 요청된 송신 구성에 대응하는지 결정하는 단계를 포함한다. 일부 구현예들에 따르면, 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신한 것에 응답하여, 원격 디바이스(504-1)는 그 송신 능력이 요청된 송신 구성에 대응하는지 결정할 수 있다.
- [0301] 단계(1506)는 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송하는 단계를 포함한다. 일부 구현예들에서, 원격 디바이스(504-1)는 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 감지 디바이스(502)에 발송할 수 있다.
- [0302] 도 16은 일부 실시예들에 따른 원격 디바이스(504-1)와의 감지 송신을 개시하기 위한 흐름도(1600)를 도시한다.
- [0303] 단계(1602)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 디바이스(502)가 사용할 원격 디바이스(504-1)를 요구하는 송신 파라미터들을 갖는 감지 송신을 개시할 수 있다.
- [0304] 단계(1604)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 송신을 원격 디바이스(504-1)로부터 수신하는 단계를 포함한다.
- [0305] 도 17은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지에 응답하여 감지 송신을 수신하기 위한 흐름도(1700)를 도시한다.
- [0306] 단계(1702)는 원격 디바이스 송신 능력을 초과하지 않는 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 생

성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스 송신 능력을 초과하지 않는 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 생성할 수 있다. 일 예에서, 원격 디바이스 송신 능력은 원격 디바이스(504-1)에 의해 지원되는 송신 파라미터들로서 이해될 수 있다.

- [0307] 단계(1704)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다.
- [0308] 단계(1706)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 송신을 원격 디바이스(504-1)로부터 수신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 원격 디바이스(504-1)에 의해 송신된 감지 송신을 수신할 수 있다.
- [0309] 도 18은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지에 응답하여 감지 송신을 수신하기 위한 흐름도(1800)를 도시한다.
- [0310] 단계(1802)는 요청된 타이밍 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 생성하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 요청된 타이밍 구성은 일련의 감지 송신들을 포함하는 측정 캠페인에 대한 타이밍 조건들을 나타낼 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 요청된 타이밍 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 생성할 수 있다.
- [0311] 단계(1804)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다.
- [0312] 단계(1806)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 그리고 요청된 타이밍 구성에 따라 송신된 감지 송신을 원격 디바이스(504-1)로부터 수신하는 단계를 포함한다. 일 예로, 감지 송신은 감지 응답 메시지 및 감지 응답 NDP 중 하나를 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 송신을 수신할 수 있다.
- [0313] 도 19는 일부 실시예들에 따른 수신된 감지 송신에 대한 감지 측정을 수행하기 위한 흐름도(1900)를 도시한다.
- [0314] 단계(1902)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 송신을 수신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 감지 송신은 트레이닝 필드를 포함할 수 있다. 일부 예들에서, 감지 송신은 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지에 응답하여 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 송신을 수신할 수 있다.
- [0315] 단계(1904)는 수신된 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 수행하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 수신된 감지 송신의 트레이닝 필드에 기초하여 감지 측정을 수행할 수 있다. 일부 구현예들에서, 감지 디바이스(501)는 감지 송신의 전달된 송신 구성을 식별하고 전달된 송신 구성 및 감지 송신에 따라 감지 측정을 계산할 수 있다. 일부 구현예에서, 감지 디바이스(502)가 감지 송신이 전달된 송신 구성을 포함하지 않는다고 결정하면, 감지 디바이스(502)는 결정에 응답하여 디폴트 송신 구성을 송신 구성으로서 식별할 수 있다.
- [0316] 도 20은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 메시지를 송신하기 위한 흐름도(2000)를 도시한다.
- [0317] 단계(2002)는 감지 디바이스(502)로부터 감지 트리거 메시지를 수신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 포함할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스(502)로부터 감지 트리거 메시지를 수신할 수 있다.
- [0318] 단계(2004)는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 메시지를 감지 디바이스(502)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 감지 응답 메시지는 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 메시지를 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다. 또한, 일 구현예에 따르면, 감지 응답 메시지를 송신하기 전에, 원격 디바이스(504-1)는 전달된 송신 구성에 대응하는 원격 디바이스 송신 파라미터들을 적용할 수 있다.
- [0319] 도 21은 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 공지를 송신하기 위한 흐름도(2100)를 도시한다.
- [0320] 단계(2102)는 감지 디바이스로부터 감지 트리거 메시지를 수신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 포함할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스(502)로부터 감지 트리거 메시지를 수신할 수 있다.

- [0321] 단계(2104)는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 공지를 감지 디바이스에 송신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 감지 응답 공지는 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 공지를 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다.
- [0322] 단계(2106)는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 NDP를 감지 디바이스(502)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 NDP를 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 응답 NDP의 송신 전에, 원격 디바이스(504-1)는 전달된 송신 구성에 대응하는 원격 디바이스 송신 파라미터들을 적용할 수 있다.
- [0323] 도 22는 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여 감지 응답 메시지를 생성하기 위한 흐름도(2200)를 도시한다.
- [0324] 단계(2202)는 감지 디바이스(502)로부터 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 수신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스(502)로부터 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 수신할 수 있다.
- [0325] 단계(2204)는 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원하는지 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원하는지 여부를 결정할 수 있다. 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원한다고 결정되면, 흐름도(2200)는 단계(2206) '예' 분기로 진행하고, 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원하지 않는다고 결정되면, 흐름도(2200)는 단계(2210) '아니오' 분기로 진행한다.
- [0326] 단계(2206)는 감지 응답 메시지를 생성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원할 때 감지 응답 메시지를 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 응답 메시지는 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다.
- [0327] 단계(2208)는 감지 응답 메시지를 감지 디바이스에 송신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 감지 응답 메시지를 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다.
- [0328] 단계(2210)는 감지 응답 공지를 생성하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원하지 않을 때 감지 응답 공지를 생성할 수 있다. 일 예에서, 감지 응답 공지는 전달된 송신 구성을 포함할 수 있다.
- [0329] 단계(2212)는 데이터 전송을 지원하지 않는 전달된 송신 구성에 대응하는 원격 디바이스 송신 파라미터들을 적용하지 않고 감지 응답 공지를 감지 디바이스(502)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 응답 공지를 감지 디바이스(502)에 송신할 수 있다.
- [0330] 도 23은 일부 실시예들에 따른 요청된 타이밍 구성에 따라 감지 송신들을 송신하기 위한 흐름도(2300)를 도시한다.
- [0331] 단계(2302)는 감지 디바이스(502)로부터 요청된 타이밍 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 수신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 요청된 타이밍 구성은 일련의 감지 송신들을 포함하는 측정 캠페인에 대한 타이밍 요건들을 나타낼 수 있다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스(502)로부터 감지 트리거 메시지를 수신할 수 있다. 일 예에서, 요청된 타이밍 구성에 따라 구성된 일련의 감지 송신들은 주기적이다.
- [0332] 단계(2304)는 요청된 타이밍 구성에 따른 일련의 감지 송신들을 감지 디바이스(502)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 요청된 타이밍 구성에 따라 구성된 일련의 감지 송신들은 주기적이다. 일 구현예에서, 원격 디바이스(504-1)는 요청된 타이밍 구성에 따라 일련의 감지 송신들을 송신할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 요청된 타이밍 구성이 이행되거나 새로운 감지 트리거 메시지가 수신될 때 일련의 감지 송신들을 중단하도록 구성될 수 있다.
- [0333] 도 24는 일부 실시예들에 따른 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 송신을 수신하기 위한 흐름도(2400)를 도시한다.
- [0334] 단계(2402)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 포함할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지를 원격 디바이스(504-1)에 송신할 수 있다. 일 예에서, 요청된 송신 구성은 스티어링 매트릭스 구성(steering matrix configuration)을 나타낼 수 있다. 스티어링 매트릭스 구성은 원격 디바이스(504-1)의 공간

맵퍼에 의해 감지 송신들에 적용될 복수의 빔포밍 가중치들을 설명할 수 있다. 일 예에서, 요청된 송신 구성은 디폴트 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성을 표시할 수 있다. 일부 예들에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성 내의 하나 이상의 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성들에 대한 인덱스를 포함할 수 있다.

- [0335] 단계(2404)는 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 송신을 수신하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 원격 디바이스(504-1)로부터 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 송신을 수신할 수 있다.
- [0336] 도 25는 일부 실시예들에 따라, 전용 감지 트리거 메시지로서 또는 집성된 메시지로서 감지 트리거 메시지를 준비하기 위한 흐름도(2500)를 도시한다.
- [0337] 단계(2502)는 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하는지 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 감지 디바이스(502)는 큐잉된 비-감지 메시지가 원격 디바이스(504-1)에 송신되도록 존재하는지 여부를 결정할 수 있다. 큐잉된 비-감지 메시지가 존재한다고 결정되면, 흐름도(2500)는 단계(2204) '예' 분기로 진행하고, 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하지 않는다고 결정되면, 흐름도(2500)는 단계(2506) '아니오' 분기로 진행한다.
- [0338] 단계(2504)는 감지 트리거 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 타이밍 구성, 요청된 타이밍 구성, 및 미리 정의된 스티어링 매트릭스 구성 중 하나를 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 큐잉된 비-감지 메시지가 존재한다고 결정한 것에 응답하여, 감지 디바이스(502)는 A-MPDU 또는 멀티-TID A-MPDU 포맷 중 하나를 사용하여 감지 트리거 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합할 수 있다. 일 예에서, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 제1 프레임으로서 포함시킬 수 있다.
- [0339] 단계(2506)는 전용 감지 트리거 메시지로서 감지 트리거 메시지를 준비하는 단계를 포함한다. 일 구현예에서, 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하지 않는다고 결정한 것에 응답하여, 감지 디바이스(502)는 감지 트리거 메시지를 전용 감지 트리거 메시지로서 준비할 수 있다.
- [0340] 도 26은 일부 실시예들에 따른 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하기 위한 흐름도(2600)를 도시한다.
- [0341] 단계(2602)는 감지 디바이스(502)로부터 감지 트리거 메시지를 수신하는 단계를 포함한다. 일 예에서, 감지 트리거 메시지는 요청된 타이밍 구성을 포함할 수 있다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 감지 디바이스(502)로부터 감지 트리거 메시지를 수신할 수 있다.
- [0342] 단계(2604)는 원격 디바이스(504-1)에 존재하는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하는지 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 원격 디바이스(504-1)에 존재하는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하는지 여부를 결정할 수 있다. 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수한다고 결정되면, 흐름도(2600)는 단계(2606) '예' 분기로 진행하고, 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하지 않는다고 결정되면, 흐름도(2600)는 단계(2608) '아니오' 분기로 진행한다.
- [0343] 단계(2606)는 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하는 단계를 포함한다. 일 구현예에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수한다는 결정에 응답하여 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합할 수 있다.
- [0344] 단계(2608)는 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 요청된 타이밍 구성을 준수하도록 통합된 메시지의 타이밍을 조정하는 단계를 포함한다. 일 구현예들에 따르면, 원격 디바이스(504-1)는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하지 않는다는 결정에 응답하여 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 통합된 메시지의 타이밍을 요청된 타이밍 구성을 준수하도록 조정할 수 있다.
- [0345] 특정 실시예들은 다음을 포함한다:
- [0346] 실시예 1은 Wi-Fi 감지를 위해 구성된 시스템으로서, 시스템은 적어도 하나의 송신 안테나, 적어도 하나의 수신 안테나, 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 감지 디바이스를 포함하고, 적어도 하나의 프로세서는, 적어도 하나의 송신 안테나가 감지 구성 메시지를 송신하게 하고, 적어도 하나의 수신 안테나를 통해, 감지 구성 응답 메시지를 수신하게 하는 명령들을 실행하도록 구성된다.
- [0347] 실시예 2는 실시예 1의 시스템으로서, 감지 구성 메시지는 구성 질의 표시를 포함하고, 감지 구성 응답 메시지

는 원격 디바이스와 연관된 송신 능력 표시(transmission capability indication)를 포함한다.

- [0348] 실시예 3은 실시예 1 또는 실시예 2의 시스템으로서, 감지 구성 메시지는 데이터 엘리먼트를 포함하지 않는다.
- [0349] 실시예 4는 실시예 1 또는 실시예 2의 시스템으로서, 감지 구성 메시지는 데이터 엘리먼트를 더 포함한다.
- [0350] 실시예 5는 실시예 1 내지 실시예 4 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 구성 메시지는 감지 송신의 요건들에 대응하는 요청된 송신 구성을 포함하고, 감지 구성 응답 메시지는 원격 디바이스와 연관된 송신 능력에 대응하는 전달된 송신 구성을 포함한다.
- [0351] 실시예 6은 실시예 1 내지 실시예 5 중 어느 하나의 시스템으로서, 송신된 감지 구성 메시지는 스티어링 매트릭스 구성(steering matrix configuration)을 포함하고, 감지 구성 응답 메시지는 원격 디바이스와 연관된 스티어링 매트릭스 구성 확인 응답을 포함한다.
- [0352] 실시예 7은 Wi-Fi 감지를 위해 구성된 시스템으로서, 시스템은 적어도 하나의 송신 안테나, 적어도 하나의 수신 안테나, 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 원격 디바이스를 포함하고, 적어도 하나의 프로세서는 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 메시지를 수신하고, 원격 디바이스와 연관된 송신 능력이 요청된 송신 구성에 대응하는지 결정하고, 전달된 송신 구성을 포함하는 감지 구성 응답 메시지를 발송하기 위한 명령들을 실행하도록 구성된다.
- [0353] 실시예 8은 실시예 7의 시스템으로서, 원격 디바이스는 새로운 요청된 송신 구성을 포함하지 않는 감지 트리거 메시지에 응답하여 요청된 송신 구성에 따라 하나 이상의 감지 송신을 송신하도록 추가로 구성된다.
- [0354] 실시예 9는 적어도 하나의 송신 안테나, 적어도 하나의 수신 안테나, 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 감지 디바이스를 포함하는 시스템으로서, 적어도 하나의 프로세서는, 적어도 하나의 송신 안테나가 감지 트리거 메시지를 송신하게 하고, 적어도 하나의 수신 안테나를 통해, 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 송신을 수신하게 하는 명령들을 실행하도록 구성된다.
- [0355] 실시예 10은 실시예 9의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 원격 디바이스의 송신 능력을 초과하지 않는 요청된 송신 구성을 포함한다.
- [0356] 실시예 11은 실시예 9 또는 실시예 10의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 감지 송신을 위한 요청된 타이밍 구성을 포함하고, 감지 송신은 감지 트리거 메시지에 응답하여 요청된 타이밍 구성에 따라 송신된다.
- [0357] 실시예 12는 실시예 11의 시스템으로서, 요청된 타이밍 구성은 원격 디바이스로부터 감지 디바이스로의 일련의 감지 송신을 포함하는 측정 캠페인을 위한 타이밍 요건을 나타낸다.
- [0358] 실시예 13은 실시예 9 내지 실시예 12 중 어느 하나의 시스템으로서, 적어도 하나의 프로세서는, 감지 트리거 메시지에 응답하여 원격 디바이스로부터 감지 송신을 수신하고, 감지 송신에 기초하여 감지 측정을 수행하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0359] 실시예 14는 실시예 13의 시스템으로서, 감지 측정은 감지 송신의 트레이닝 필드에 기초하여 수행된다.
- [0360] 실시예 15는 실시예 9 내지 실시예 14 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 송신은 감지 응답 NDP 또는 감지 응답 메시지 중 하나를 포함한다.
- [0361] 실시예 16은 실시예 9 내지 실시예 15 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 송신은 전달된 송신 구성을 포함한다.
- [0362] 실시예 17은 실시예 9 내지 실시예 16 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 디바이스가 감지 송신을 수신하기 전에, 감지 디바이스가 감지 응답 공지(sensing response announcement)를 수신한다.
- [0363] 실시예 18은 실시예 17의 시스템으로서, 감지 응답 공지는 전달된 송신 구성을 포함한다.
- [0364] 실시예 19는 실시예 10 내지 실시예 17 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 디바이스는 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원할 때 원격 디바이스로부터 감지 응답 메시지를 수신하고, 요청된 송신 구성이 데이터 전송을 지원하지 않을 때 원격 디바이스로부터 감지 응답 공지를 수신하도록 추가로 구성된다.
- [0365] 실시예 20은 실시예 9 내지 실시예 19 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성 내의 스티어링 매트릭스 구성을 포함한다.
- [0366] 실시예 21은 실시예 9 내지 실시예 20 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성

내의 하나 이상의 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성에 대한 인덱스를 포함한다.

- [0367] 실시예 22는 실시예 9 내지 실시예 21 중 어느 하나의 시스템으로서, 적어도 하나의 프로세서는, 큐잉된 비-감지 메시지가 감지 디바이스에 존재하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재한다고 결정한 것에 응답하여, 감지 트리거 메시지를 통합된 메시지로서 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재하지 않는다고 결정한 것에 응답하여, 감지 트리거 메시지를 전용 감지 트리거 메시지로서 준비하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0368] 실시예 23은 실시예 9 내지 실시예 22 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 집성된 MPDU를 사용하여 큐잉된 비-감지 메시지와 통합된다.
- [0369] 실시예 24는 실시예 9 내지 실시예 22 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 멀티 트래픽 ID 집성된 MPDU를 사용하여 큐잉된 비-감지 메시지와 통합된다.
- [0370] 실시예 25는 실시예 23 또는 실시예 24의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 통합된 메시지 내에 제1 프레임으로서 포함된다.
- [0371] 실시예 26은 실시예 9 내지 실시예 25 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 요청된 타이밍 구성을 더 포함한다.
- [0372] 실시예 27은 실시예 20 내지 실시예 26 중 어느 하나의 시스템으로서, 스티어링 매트릭스 구성은 원격 디바이스의 공간 맵퍼에 의해 감지 송신들에 적용될 복수의 빔포밍 가중치들을 설명한다.
- [0373] 실시예 28은 실시예 20 내지 실시예 27 중 어느 하나의 시스템으로서, 하나 이상의 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성은 각각 원격 디바이스의 공간 맵퍼에 의해 감지 송신들에 적용될 복수의 빔포밍 가중치들을 설명한다.
- [0374] 실시예 29는 실시예 10 내지 실시예 28 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성의 일부로서 하나 이상의 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성의 선택을 포함한다.
- [0375] 실시예 30은 실시예 9 내지 실시예 29 중 어느 하나의 시스템으로서, 적어도 하나의 프로세서는 감지 송신의 전달된 송신 구성을 식별하고, 전달된 송신 구성 및 감지 송신에 따라 감지 측정을 계산하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0376] 실시예 30은 실시예 9 내지 실시예 30 중 어느 하나의 시스템으로서, 프로세서는 감지 송신이 전달된 송신 구성을 포함하지 않는다고 결정하고, 결정에 응답하여 디폴트 송신 구성을 식별하고, 디폴트 송신 구성 및 감지 송신에 따라 감지 측정을 계산하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0377] 실시예 32는 적어도 하나의 송신 안테나, 적어도 하나의 수신 안테나, 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 감지 디바이스를 포함하는 시스템으로서, 적어도 하나의 프로세서는, 적어도 하나의 송신 안테나가 감지 트리거 메시지를 송신하게 하고, 적어도 하나의 수신 안테나를 통해, 감지 트리거 메시지에 응답하여 송신된 감지 응답 공지를 수신하게 하는 명령들을 실행하도록 구성되고, 감지 응답 공지는 전달된 송신 구성을 포함하고, 프로세서는, 감지 응답 공지에 후속하여 감지 응답 NDP를 수신하기 위한 명령들을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0378] 실시예 33은 적어도 하나의 송신 안테나, 적어도 하나의 수신 안테나, 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 원격 디바이스를 포함하는 시스템으로서, 적어도 하나의 프로세서는, 적어도 하나의 수신 안테나가 감지 트리거 메시지를 수신하게 하고, 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 적어도 하나의 송신 안테나를 통해, 감지 응답 메시지를 송신하게 하는 명령들을 실행하도록 구성된다.
- [0379] 실시예 34는 실시예 33의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 원격 디바이스는 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재한다고 결정한 것에 응답하여, 원격 디바이스는 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재하지 않는다고 결정한 것에 응답하여, 원격 디바이스는 전용 송신으로서 감지 응답 메시지를 준비한다.
- [0380] 실시예 35는 실시예 33 또는 실시예 34의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 더 포함하고, 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 전달된 송신 구성이 감지 응답 메시지에 포함되고, 감지 응답 메시지를 송신하기 전에, 전달된 송신 구성에 대응하는 원격 디바이스 전송 파라미터가 원격 디바이스에 적용된다.

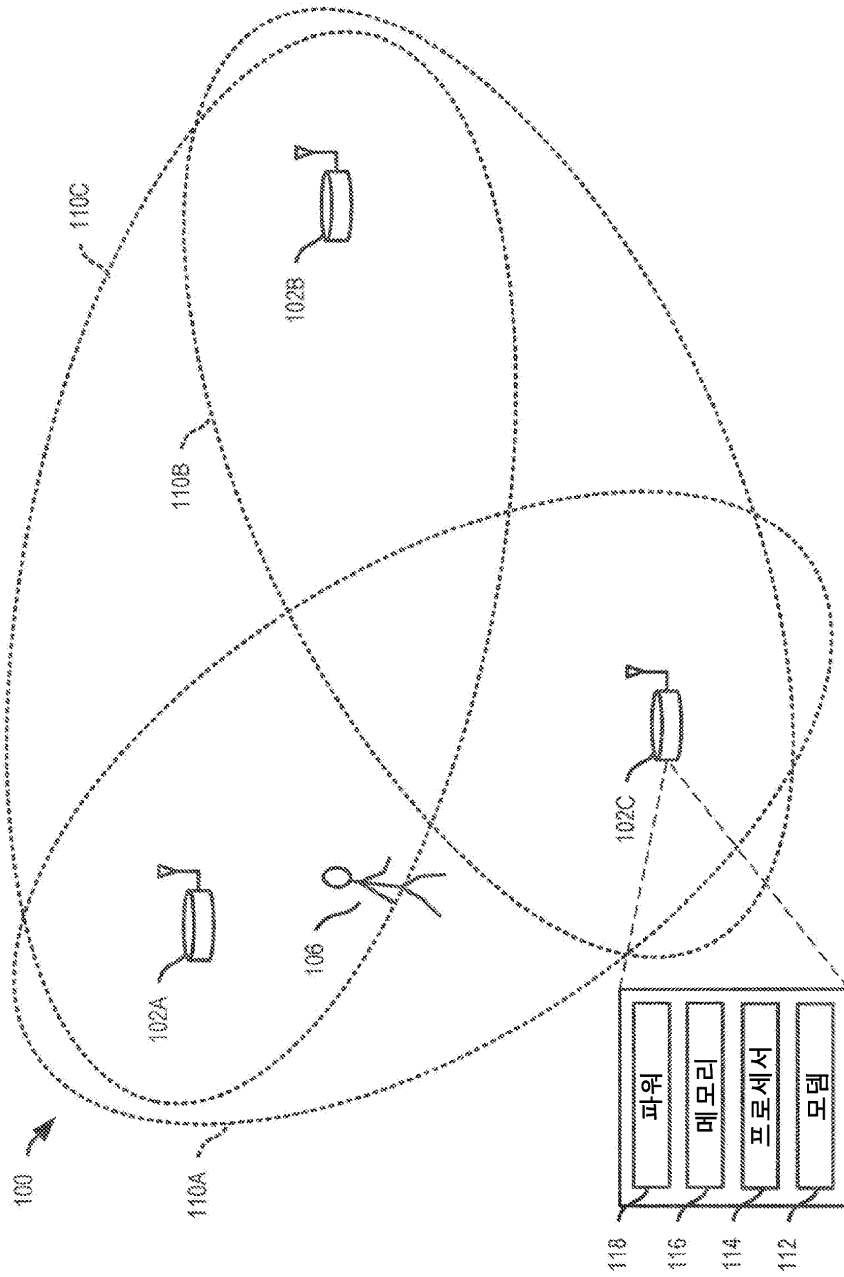
- [0381] 실시예 36은 실시예 33 내지 실시예 35 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 요청된 타이밍 구성을 더 포함하고, 요청된 타이밍 구성에 응답하여, 원격 디바이스는 원격 디바이스에 존재하는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하고 준수한다는 결정에 응답하여, 원격 디바이스는 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 원격 디바이스는 통합된 메시지를 발송한다.
- [0382] 실시예 37은 실시예 33 내지 실시예 36 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 요청된 타이밍 구성을 더 포함하고, 요청된 타이밍 구성에 응답하여, 원격 디바이스는 원격 디바이스에 존재하는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 타이밍 구성을 준수하지 않는다는 결정에 응답하여, 원격 디바이스는 감지 응답 메시지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 원격 디바이스는 통합된 메시지의 타이밍을 요청된 타이밍 구성을 준수하도록 조정하고, 원격 디바이스는 통합된 메시지를 발송한다.
- [0383] 실시예 38은 적어도 하나의 송신 안테나, 적어도 하나의 수신 안테나 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 원격 디바이스를 포함하는 시스템으로서, 적어도 하나의 프로세서는, 적어도 하나의 수신 안테나가, 감지 트리거 메시지를 수신하게 하고, 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 적어도 하나의 송신 안테나를 통해, 감지 응답 공지를 송신하게 하고, 적어도 하나의 송신 안테나를 통해, 감지 응답 NDP를 송신하게 하는 명령들을 실행하도록 구성된다.
- [0384] 실시예 39는 실시예 38의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 더 포함하고, 요청된 송신 구성을 포함하는 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 전달된 송신 구성은 감지 응답 공지에 포함되며, 전달된 송신 구성에 대응하는 원격 디바이스 송신 파라미터들은 감지 응답 NDP를 송신하기 전에 원격 디바이스에 적용된다.
- [0385] 실시예 40은 실시예 33 내지 실시예 39 중 어느 하나의 시스템으로서, 적어도 하나의 프로세서는 요청된 타이밍 구성에 따라 일련의 감지 송신을 송신하기 위한 명령을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0386] 실시예 41은 실시예 40의 시스템으로서, 요청된 타이밍 구성에 따라 구성된 일련의 감지 송신은 주기적이다.
- [0387] 실시예 42는 실시예 40 또는 실시예 41의 시스템으로서, 적어도 하나의 프로세서는 요청된 타이밍 구성이 충족되거나 새로운 감지 트리거 메시지가 수신될 때 일련의 감지 송신을 중지시키기 위한 명령을 실행하도록 추가로 구성된다.
- [0388] 실시예 43은 실시예 39 내지 실시예 42 중 어느 하나의 시스템으로서, 요청된 송신 구성은 디폴트 미리 구성된 스티어링 매트릭스 구성을 나타낸다.
- [0389] 실시예 44는 실시예 38 내지 실시예 43 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지를 수신한 것에 응답하여, 원격 디바이스는 큐잉된 비-감지 메시지가 존재하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재한다고 결정한 것에 응답하여, 원격 디바이스는 감지 응답 공지를 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 큐잉된 비-감지 응답 메시지가 존재하지 않는다고 결정한 것에 응답하여, 원격 디바이스는 감지 응답 공지를 전용 송신으로서 준비한다.
- [0390] 실시예 45는 실시예 34 내지 실시예 37 또는 실시예 44 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지는 집성된 MPDU를 사용하여 큐잉된 비-감지 메시지와 통합된 메시지로서 통합된다.
- [0391] 실시예 46은 실시예 34 내지 실시예 37 또는 실시예 44 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 응답 메시지 또는 감지 응답 공지는 멀티 트래픽 ID 집성된 MPDU를 사용하여 큐잉된 비-감지 메시지와 통합된 메시지로서 통합된다.
- [0392] 실시예 47은, 실시예 34 내지 실시예 37, 또는 실시예 44 내지 실시예 46 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 응답 공지는 통합된 메시지 내에 제1 프레임으로서 포함된다.
- [0393] 실시예 48은 실시예 34 내지 실시예 37 또는 실시예 44 내지 실시예 46 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 송신은 수신된 타이밍 구성에 따라 송신된다.
- [0394] 실시예 49는 실시예 38 내지 실시예 48 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 트리거 메시지는 요청된 송신 구성을 추가로 포함하고, 요청된 송신 구성에 응답하여 원격 디바이스는 원격 디바이스에 존재하는 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 송신 구성을 준수하는지 여부를 결정하고, 큐잉된 비-감지 메시지가 요청된 송신 구성을 준수

하지 않는다는 결정에 응답하여, 원격 디바이스는 감지 응답 공지를 통합된 메시지로서 큐잉된 비-감지 메시지에 통합하고, 원격 디바이스는 통합된 메시지를 발송한다.

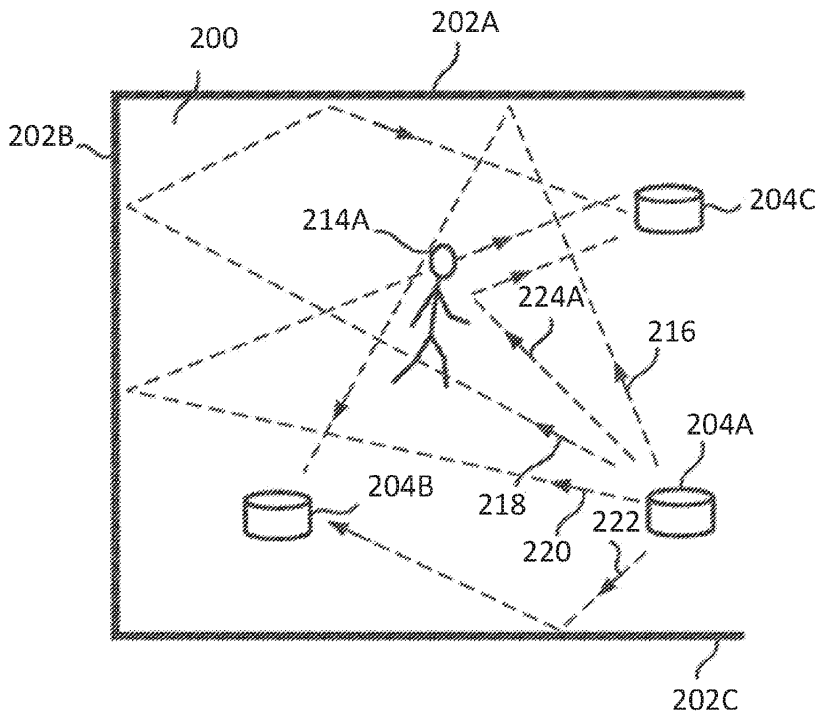
- [0395] 실시예 50은 실시예 38 내지 실시예 49 중 어느 하나의 시스템으로서, 감지 응답 NDP는 요청된 송신 구성에 따라 송신된다.
- [0396] 전술한 시스템의 실시예 1 내지 50 각각은 본 명세서에 설명된 적절한 시스템 및 디바이스에 의해 수행되는 방법으로서 추가로 구현될 수 있다.
- [0397] 방법들 및 시스템들의 다양한 실시예들이 설명되었지만, 이들 실시예들은 예시적이며, 설명된 방법들 또는 시스템들의 범위를 결코 제한하지 않는다. 관련 기술 분야의 당업자는 설명된 방법들 및 시스템들의 가장 넓은 범위를 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

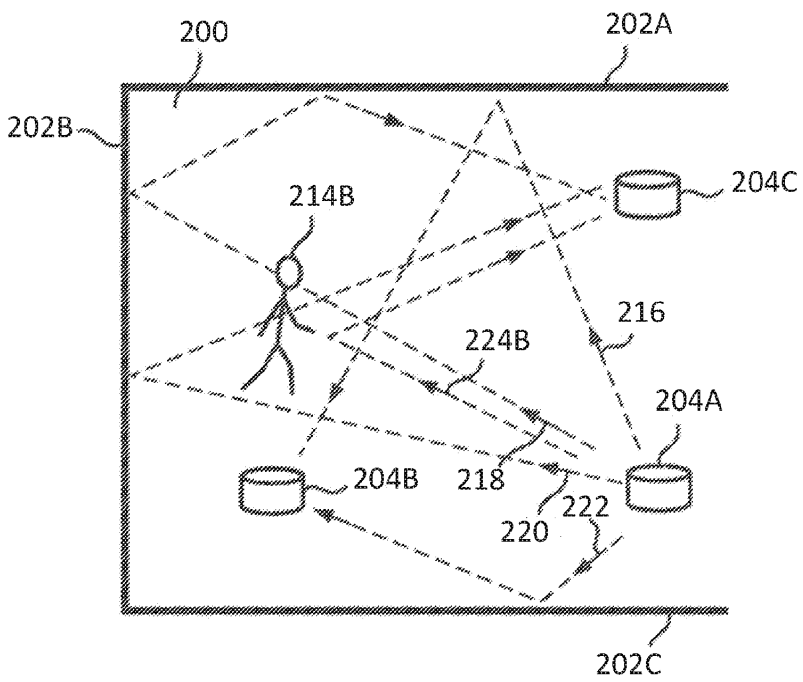
도면1



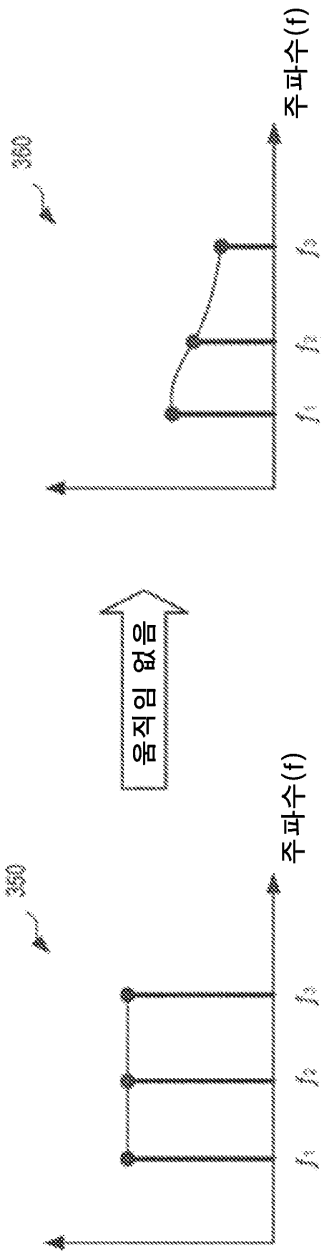
도면2a



도면2b



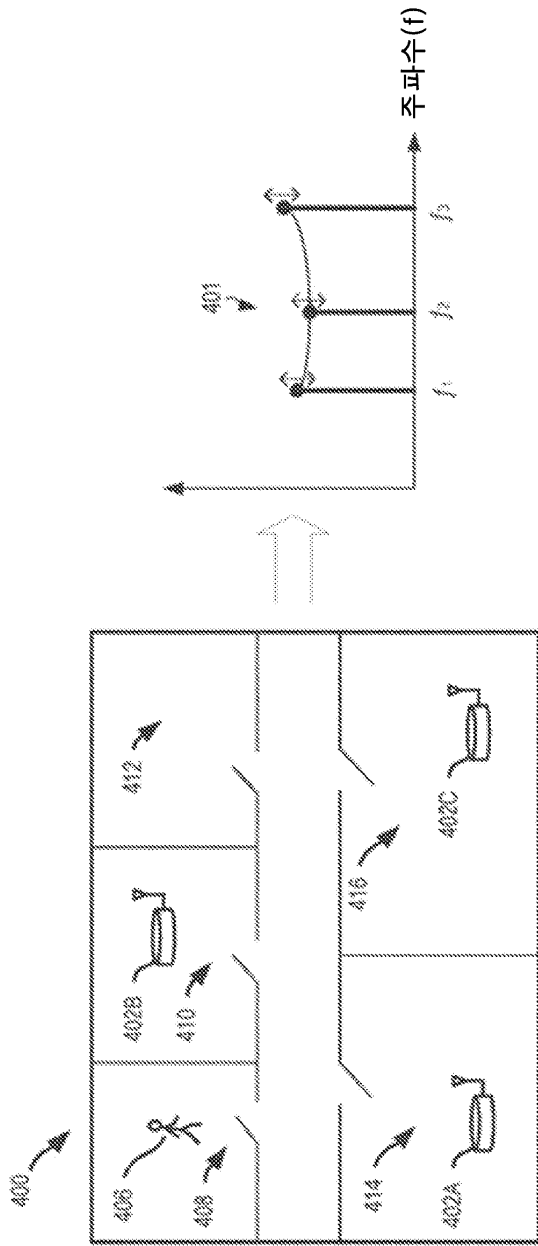
도면3a



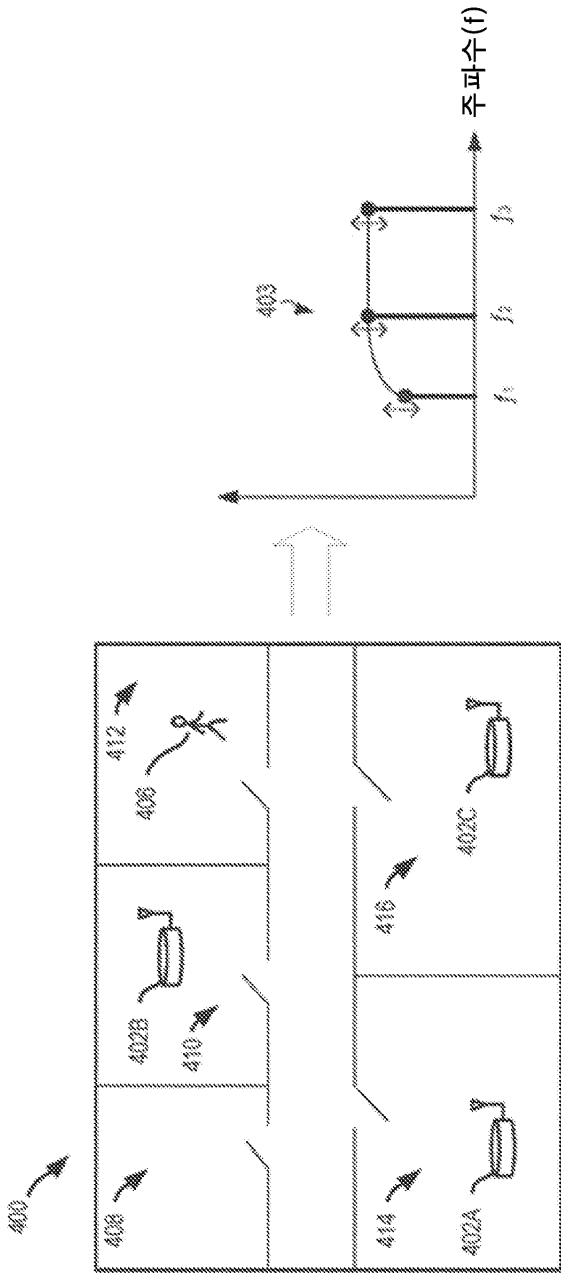
도면3b



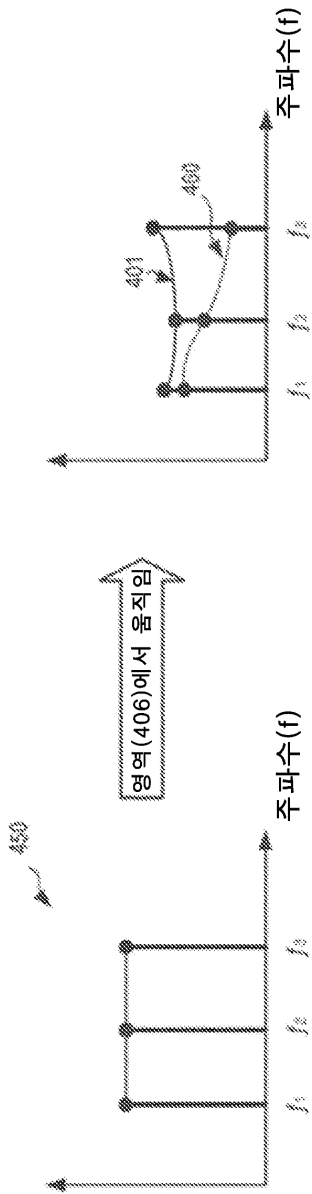
도면4a



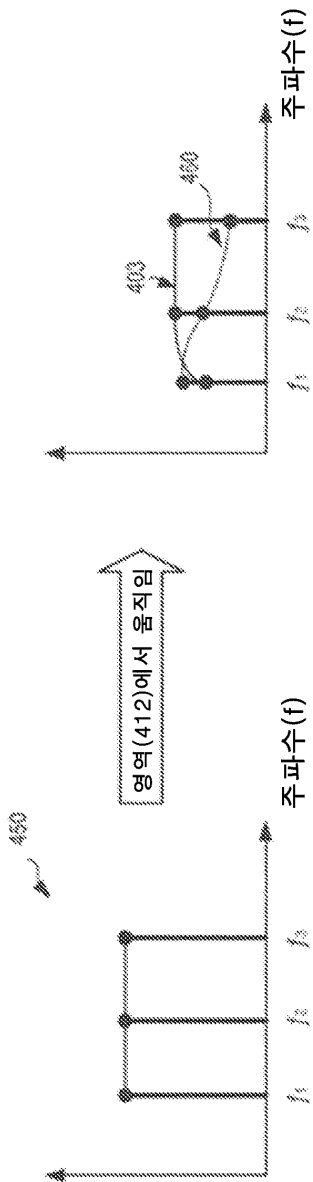
도면4b



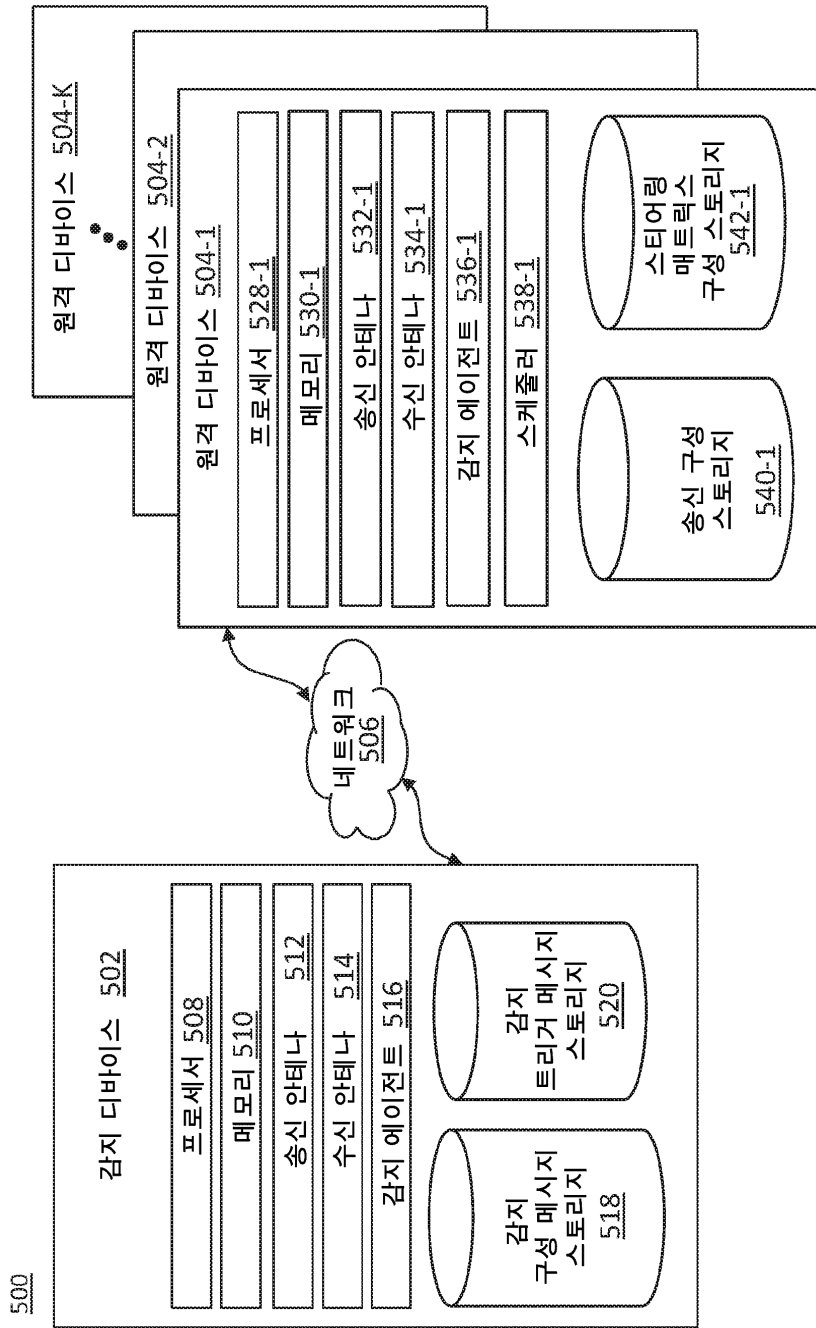
도면4c



도면4d

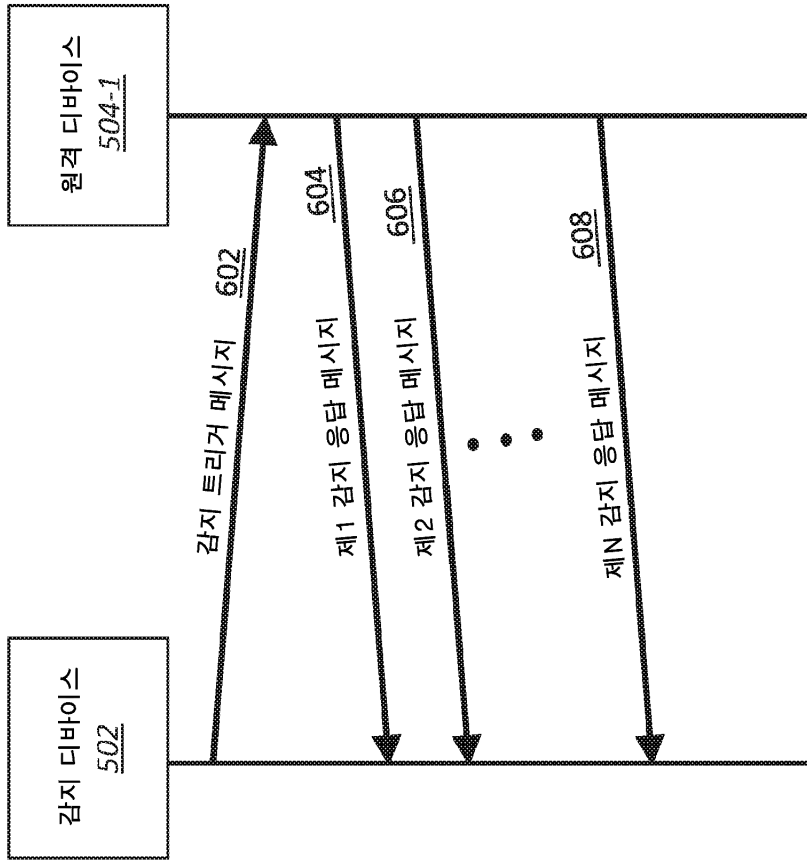


도면5



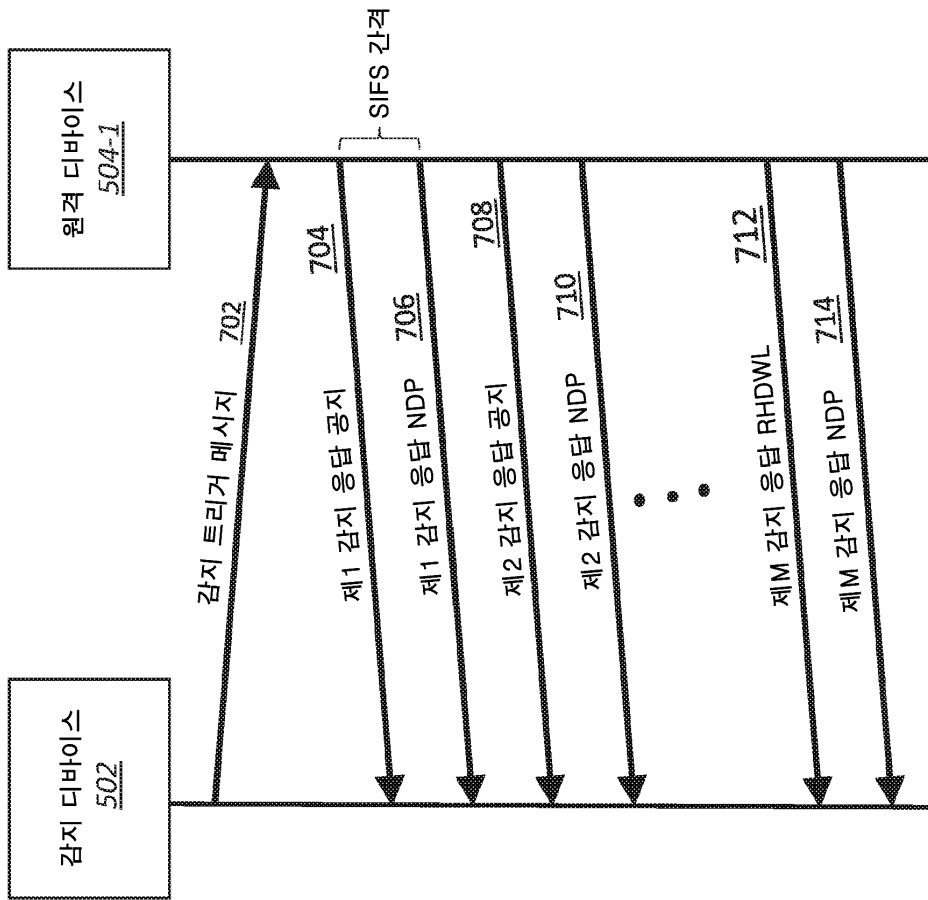
500

도면6



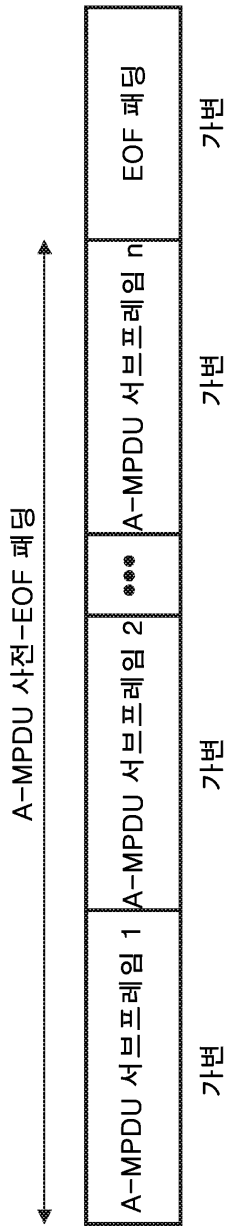
600

도면7



700

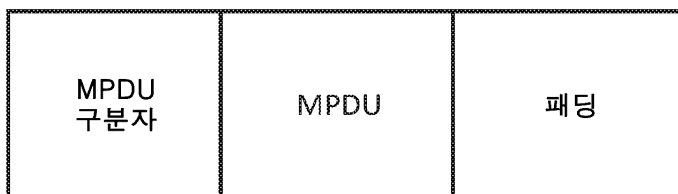
도면8a



800

옥텟:

도면8b



옥텟:

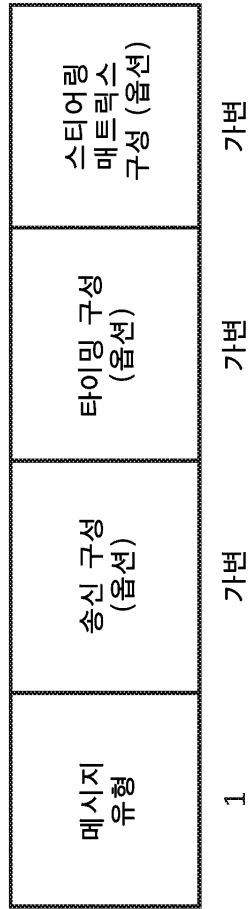
4

가변

0-3

도면9

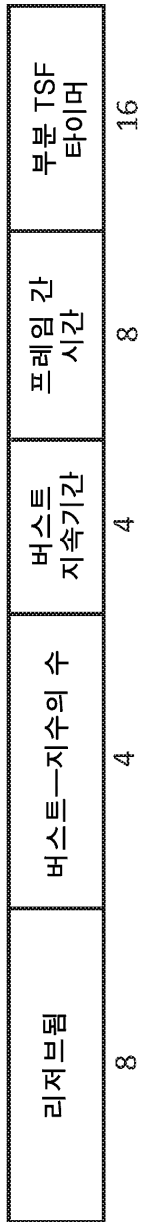
900



음벡:

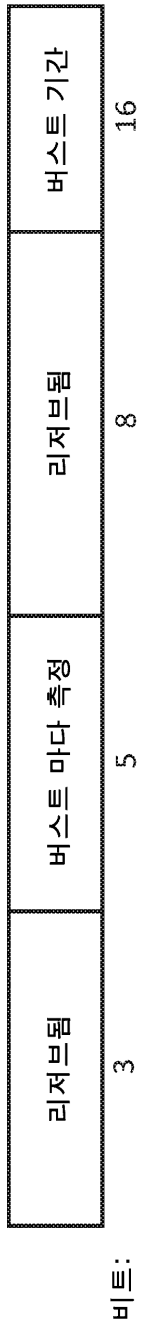
도면10a

1000



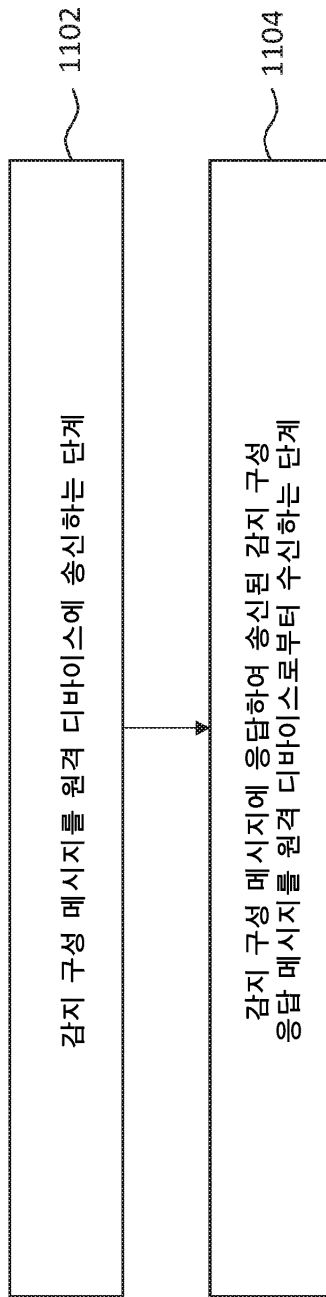
비트:

도면10b

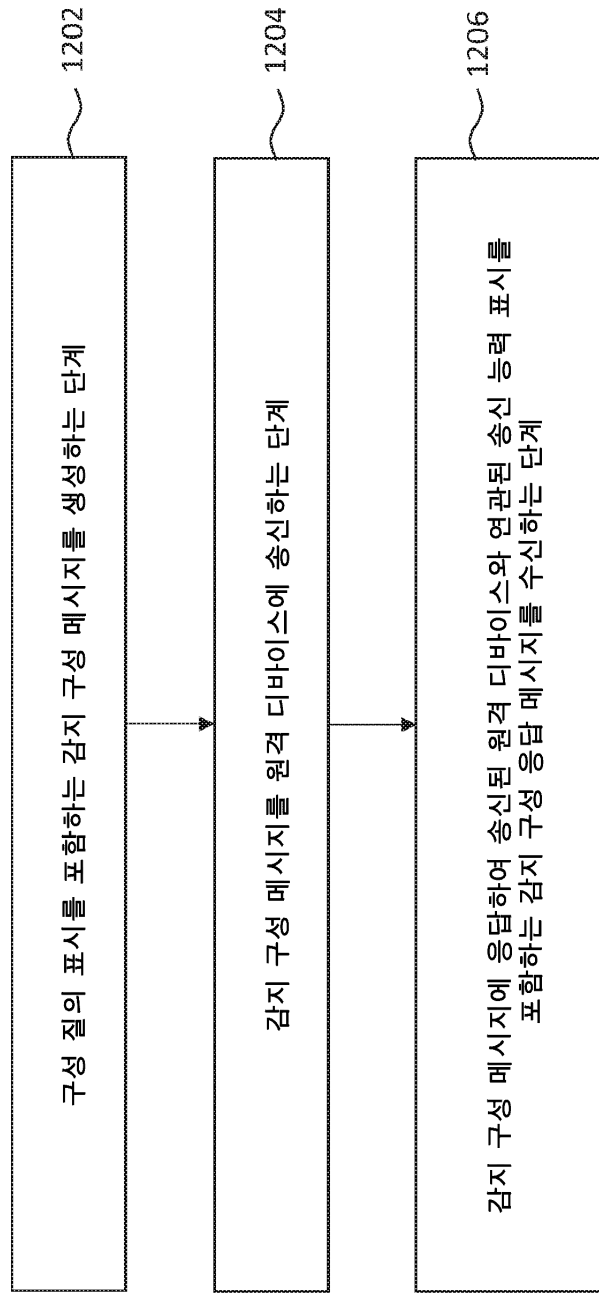


도면11

1100

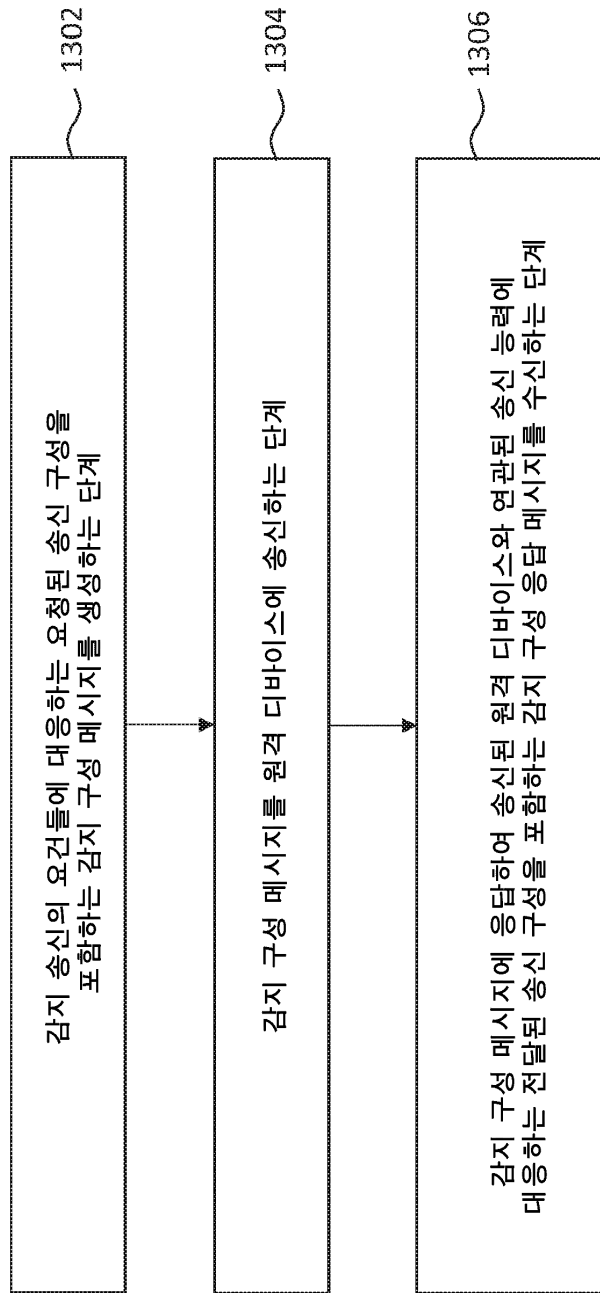


도면12

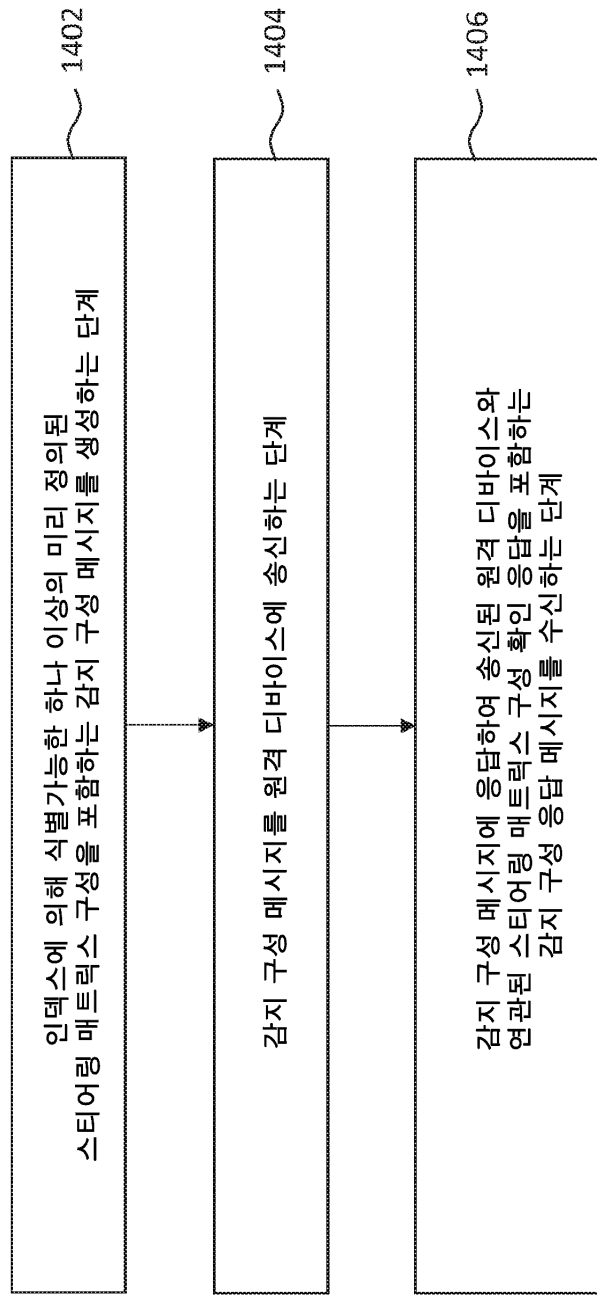


1200

도면13



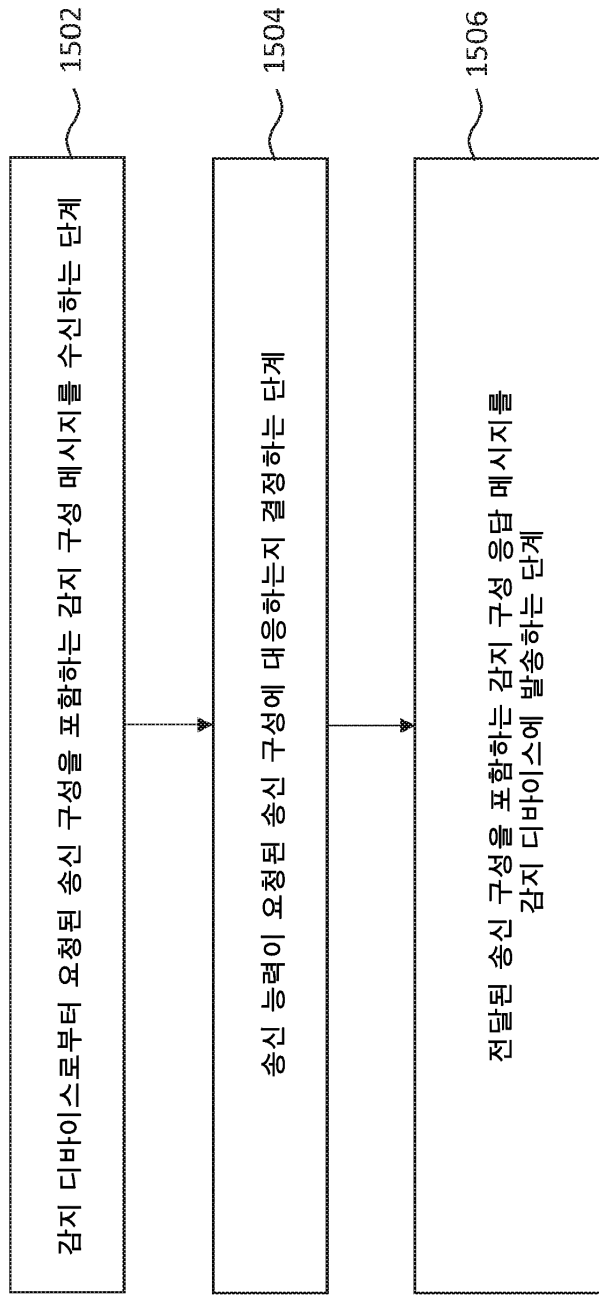
도면14



1400

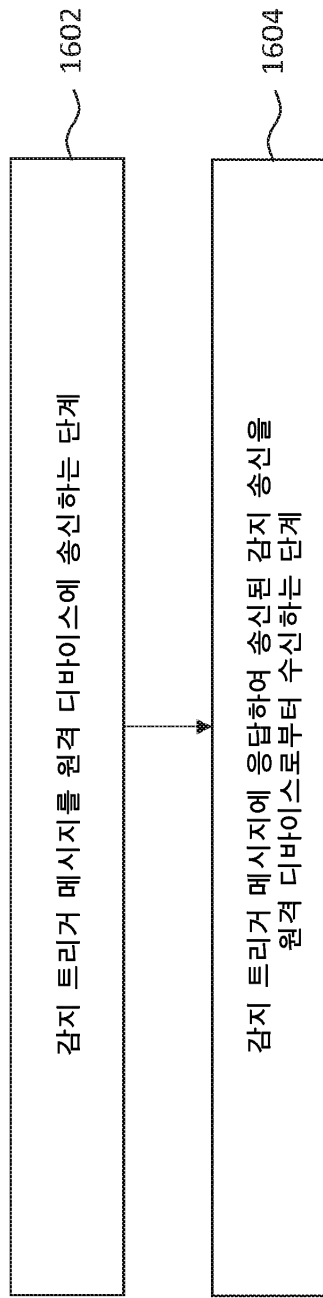
도면15

1500

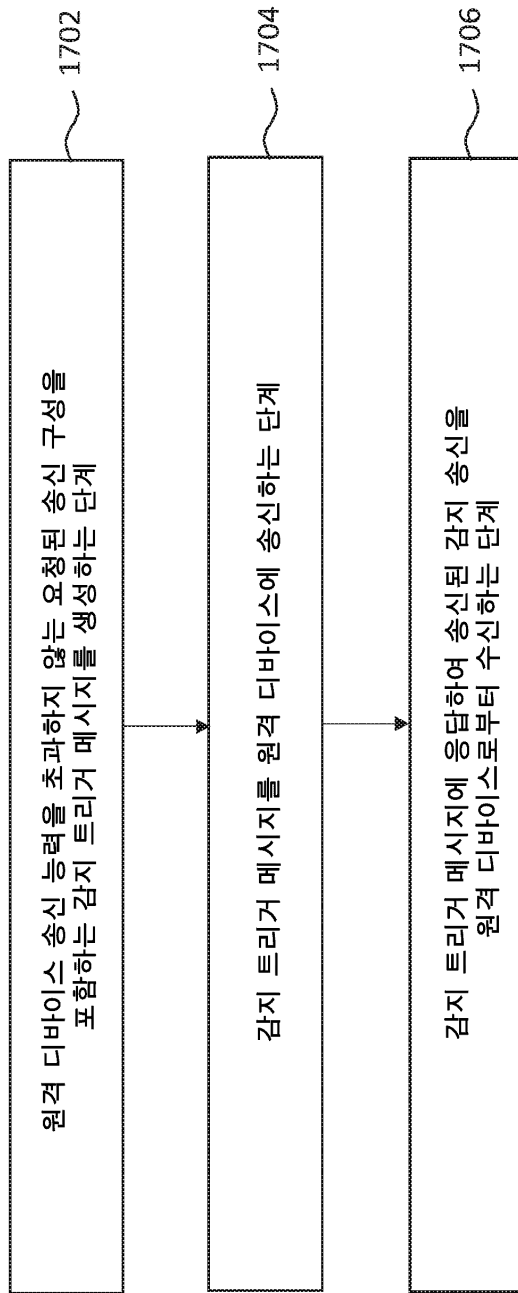


도면16

1600



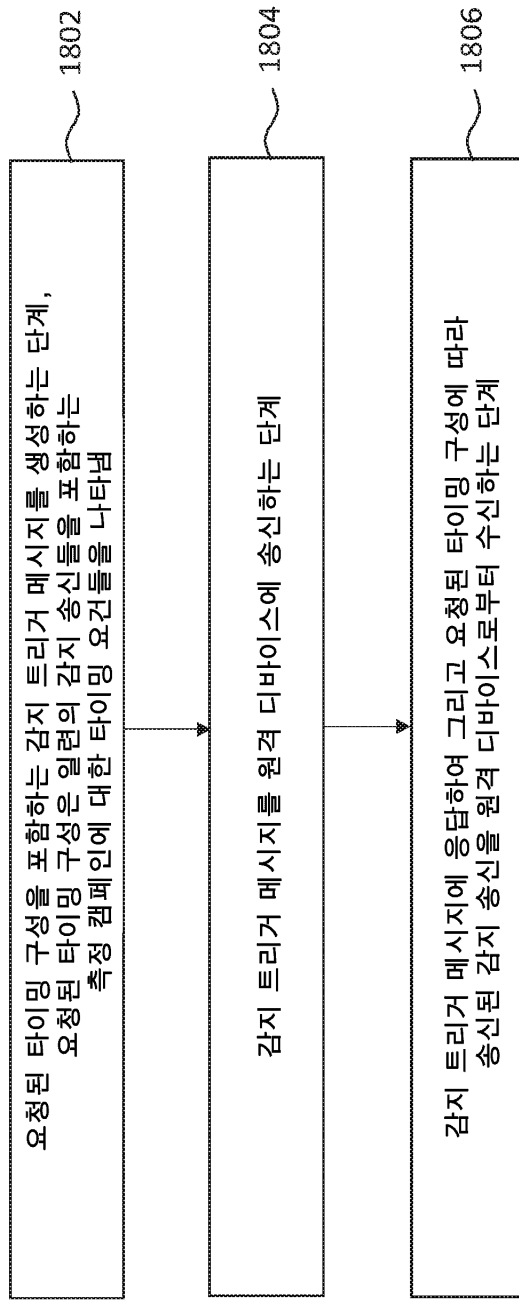
도면17



1700

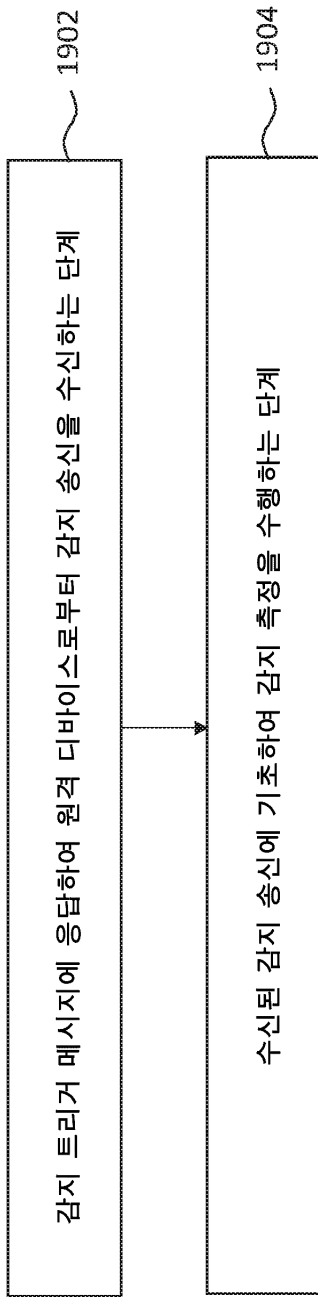
도면18

1800



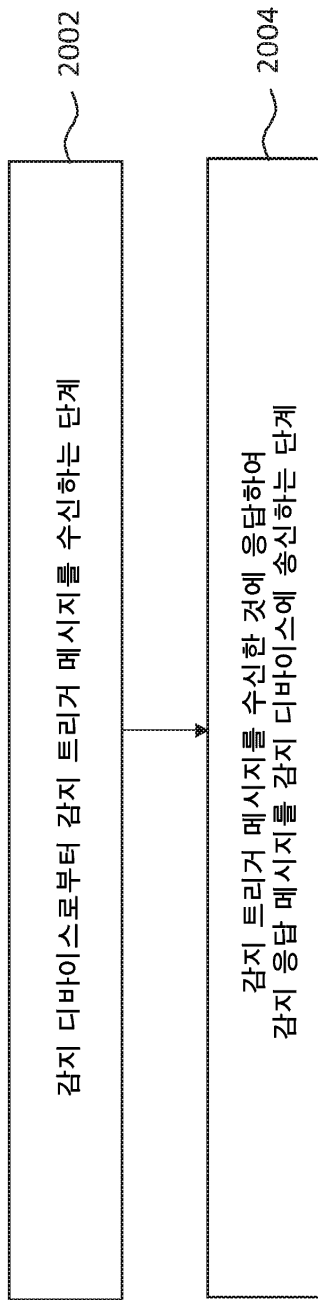
도면19

1900



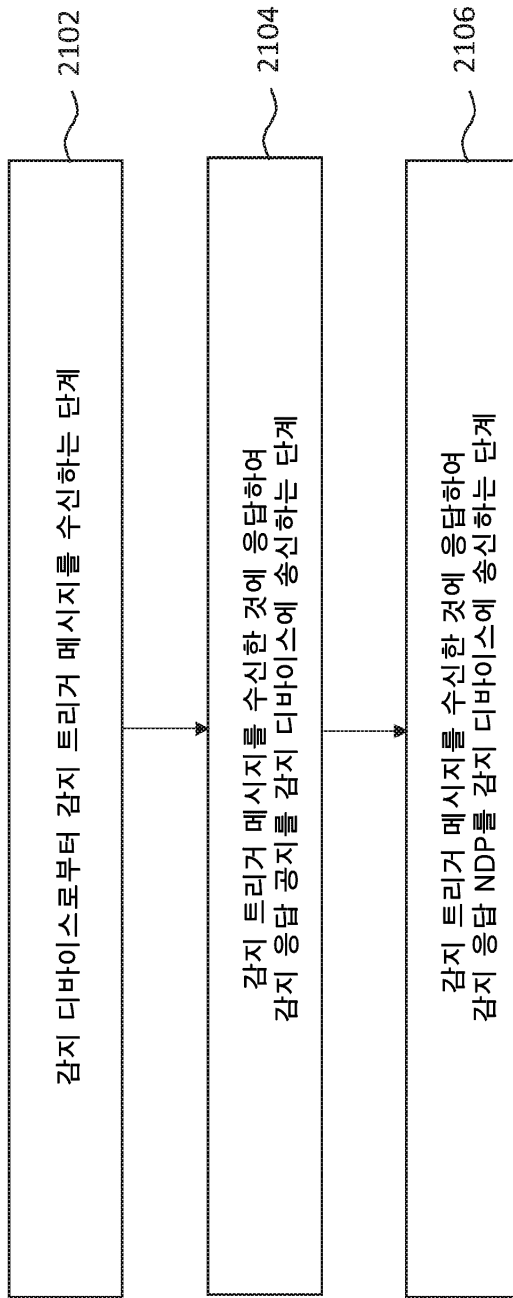
도면20

2000

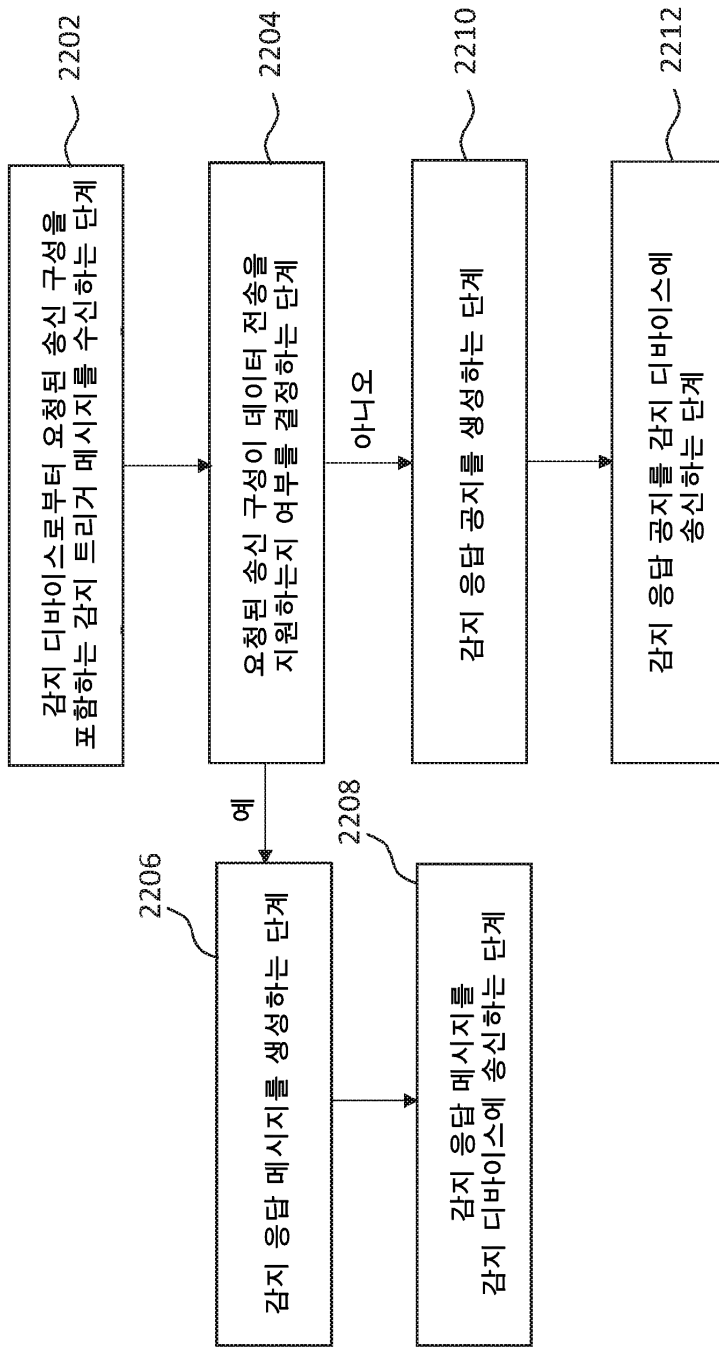


도면21

2100



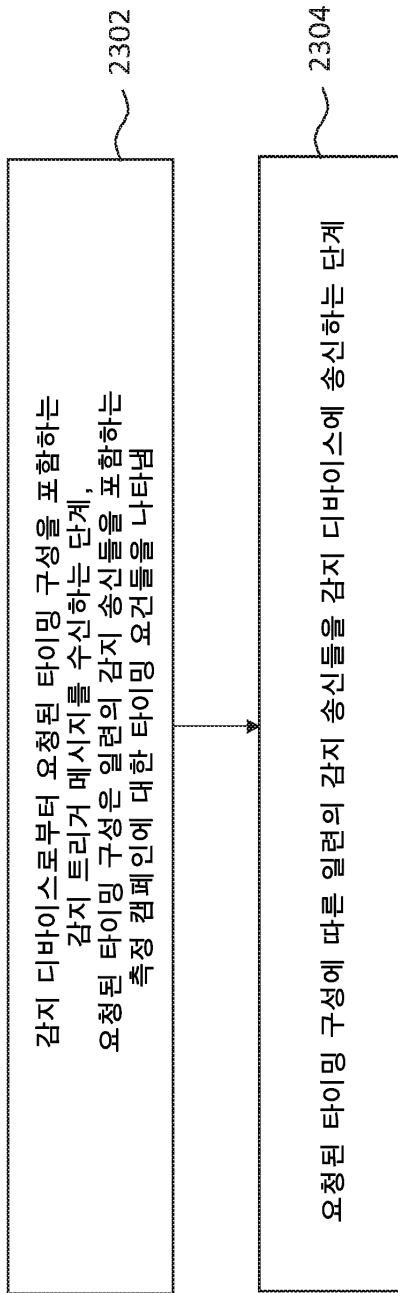
도면22



2200

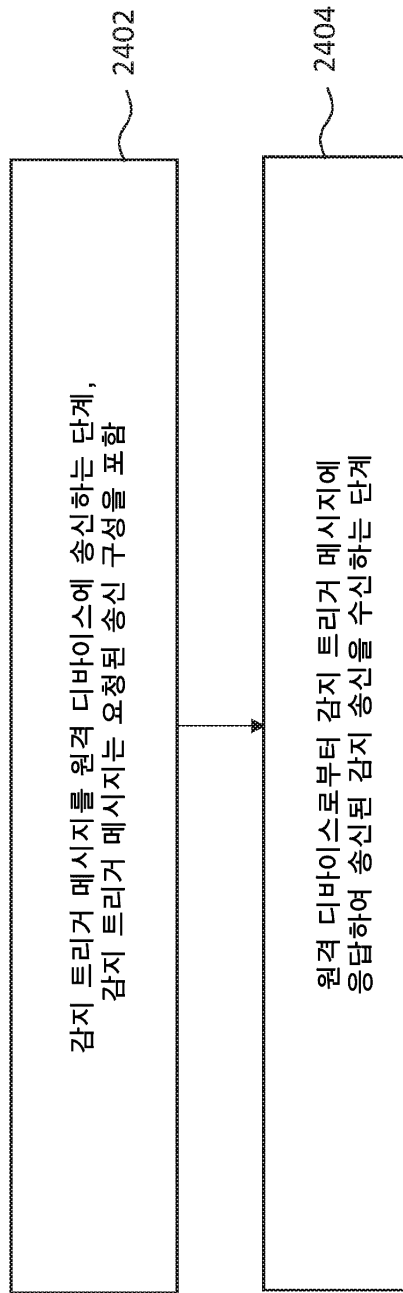
도면23

2300



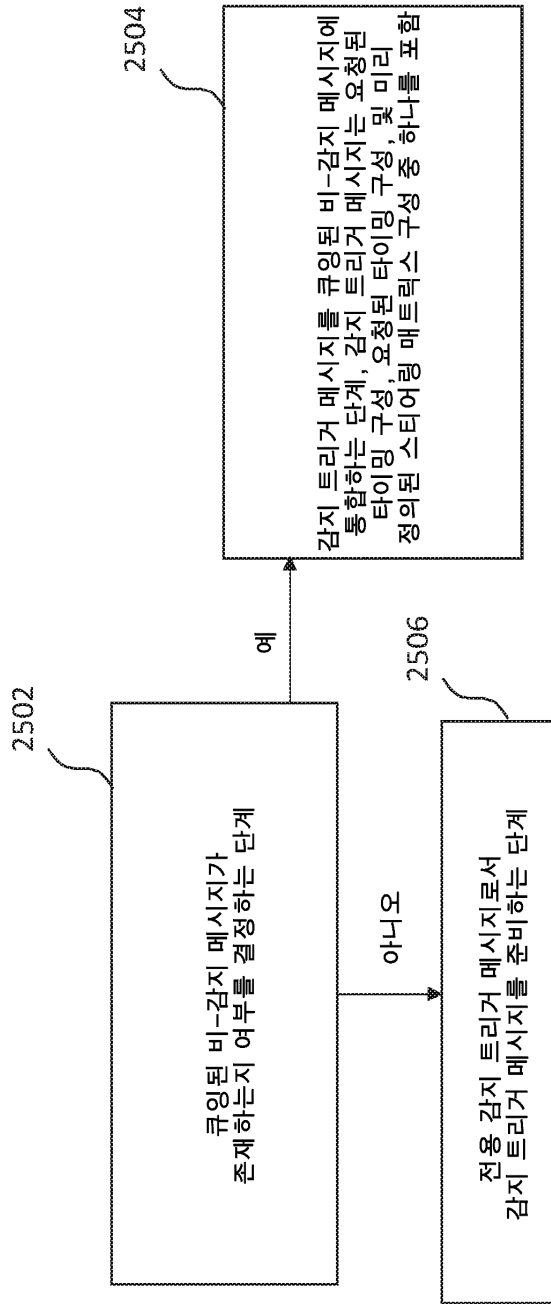
도면24

2400



도면25

2500



도면26

2600

