



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년04월01일

(11) 등록번호 10-1608567

(24) 등록일자 2016년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

HO4W 16/14 (2009.01) *HO4W 24/00* (2009.01)

(21) 출원번호 10-2013-7014054

(22) 출원일자(국제) 2011년11월01일

심사청구일자 2013년06월03일

(85) 번역문제출일자 2013년05월31일

(65) 공개번호 10-2013-0088163

(43) 공개일자 2013년08월07일

(86) 국제출원번호 PCT/US2011/058781

(87) 국제공개번호 WO 2012/061383

국제공개일자 2012년05월10일

(30) 우선권주장

61/408,808 2010년11월01일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문현

WO2010117998 A1

US20100081387 A1

US20090268619 A1

US20100197332 A1

(73) 특허권자

인터디지탈 패튼 홀딩스, 임크

미국, 엘라웨어주 19809, 월밍턴, 벨뷰 파크웨이
200, 스위트 300

(72) 발명자

프레다 마티노 엠

캐나다 케벡 H7A 0A8 라발 드 카버넷 7131

드미르 알파슬란

미국 뉴욕 11554 이스트 미도우 코랄 로드 1714
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김태홍

전체 청구항 수 : 총 18 항

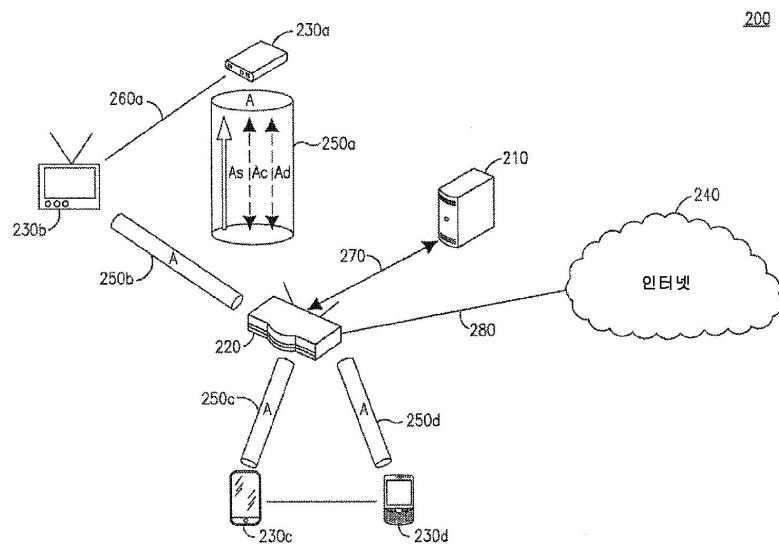
심사관 : 고연화

(54) 발명의 명칭 동적 스펙트럼 관리

(57) 요 약

WTRU(wireless transmit/receive unit) 및 DSM(dynamic spectrum management) 엔진이 기술되어 있다. WTRU는 송수신기, RF(radio frequency, 무선 주파수) 스펙트럼 감지 유닛 및 처리 유닛을 포함하고 있다. 송수신기는 무선 링크를 통해 전송한다. RF 스펙트럼 감지 유닛은 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정한다. 처리 유닛은 무선 링크의 성능의 변화를 검출한다. 처리 유닛은 또한, 처리 유닛이 무선 링크의 성능의 변화를 검출하는 경우, 무선 링크의 성능의 변화가 검출되었다는 것을 나타내는 통지를 DSM 엔진으로 전송하기 위해 송수신기를 제어한다. 처리 유닛은 또한, 무선 링크의 성능의 변화가 검출되었다는 것을 나타내는 DSM 엔진으로 전송된 통지에 기초하여, 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정하라는 WTRU에 대한 감지 작업 요청을 수신한다.

대 표 도



(72) 발명자

토우아그 아쓰만캐나다 퀘벡 H7V 1V3 라발 초메테이 올리비-아셀린
752**레이제드 필립 엘**미국 펜실베이니아 19406 킹 오브 프러시아 포지
로드 133**친초리 아미쓰 브이**

미국 뉴욕 11704 웨스트 바빌론 콜로니얼 로드 38

고파란 람야

미국 뉴욕 11747 멜빌 코트 노쓰 드라이브 2114

고파란 소움야

미국 뉴욕 11747 멜빌 코트 노쓰 드라이브 2114

거브루 장-루이스

캐나다 퀘벡 J5R 6G7 라 프레이리 파라디스 115

(30) 우선권주장

61/410,712 2010년11월05일 미국(US)

61/423,419 2010년12월15일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 송수신 유닛(wireless transmit/receive unit; WTRU)에 있어서,

복수의 WTRU들 중 적어도 하나의 WTRU로 하여금 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정할 것을 요청하는 제1 감지 작업 요청을 상기 복수의 WTRU들 중 상기 적어도 하나의 WTRU에게 송신하도록 구성된 송수신기; 및

처리 유닛을 포함하고,

상기 처리 유닛은,

복수의 주기적인 간격들(intervals)에서, 상기 복수의 주기적인 간격들 각각에서 측정된 정보가 상기 정보가 측정된 시점에서 상기 다른 장치들에 의해 상기 스펙트럼이 사용중에 있다는 것을 나타내는지 여부를 나타내는 제1 감지 결과들을 상기 복수의 WTRU들 중 상기 적어도 하나의 WTRU로부터 수신하고,

상기 복수의 WTRU들 중 상기 적어도 하나의 WTRU에 의해 제공된 제1 감지 결과들이, 상기 복수의 WTRU들 중 두 개 이상의 WTRU들이 서로 상관되어 있다는 것을 나타내는지 여부를 결정하며,

상기 결정의 결과들에 기초하여, 제2 감지 작업 요청을 송신할 상기 복수의 WTRU들의 비상관된 (uncorrelated) 서브세트를 선택하도록 구성되고,

상기 제2 감지 작업 요청은 상기 복수의 WTRU들의 상기 비상관된 서브세트의 각각의 WTRU로 하여금 복수의 채널의 서브세트에 대해 감지 작업을 수행할 것을 지시하는 것인, 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송수신기는 또한, 상기 제2 감지 작업 요청이 보내졌던 상기 복수의 WTRU들의 상기 비상관된 서브세트 각각으로부터, 상기 스펙트럼이 상기 다른 장치들에 의해 사용중에 있다는 것을 상기 측정된 정보가 나타내는지 여부에 관한 결정을 제공하는 제2 감지 결과들을 수신하도록 구성되며,

상기 처리 유닛은 또한 적어도 상기 수신된 제2 감지 결과들 및 상기 수신된 제2 감지 결과들의 신뢰성을 나타내는 다른 정보에 기초하여 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 이용중에 있는지 여부를 결정하도록 구성된 것인, 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 다른 정보는 추정된 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio; SNR)와 메트릭(metric) 계산에서 사용된 샘플들의 개수 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 처리 유닛은,

상기 수신된 제2 감지 결과들의 신뢰성을 나타내는 상기 정보에 기초하여 상기 수신된 제2 감지 결과들 각각에 가중치를 부여(attribute)하며,

상기 수신된 제2 감지 결과들 각각에 할당된(assigned) 상기 가중치를 이용하여 상기 수신된 제2 감지 결과들을 전체 메트릭으로 결합시킴으로써,

상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 사용중에 있는지 여부를 결정하도록 구성된 것인, 무선 송수신 유닛 (WTRU).

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 송수신기는 또한, 상기 복수의 WTRU들의 상기 비상관된 서브세트 중 적어도 두 개의 WTRU들에게 상기 제2 감지 작업 요청을 송신하고, 상기 복수의 WTRU들의 상기 비상관된 서브세트 중 상기 적어도 두 개의 WTRU들로부터 I/Q(inphase/quadrature) 데이터 샘플들을 수신하도록 구성되며,

상기 처리 유닛은 또한, 상기 수신된 I/Q 데이터 샘플들에 기초하여 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 사용 중에 있는지 여부를 결정하도록 구성된 것인, 무선 송수신 유닛(WTRU).

청구항 6

동적 스펙트럼 관리(dynamic spectrum management; DSM) 엔진에서 구현되는 방법에 있어서,

복수의 무선 송수신 유닛(wireless transmit/receive unit; WTRU)들 중 적어도 하나의 WTRU로 하여금 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정할 것을 요청하는 제1 감지 작업 요청을 상기 복수의 WTRU들 중 상기 적어도 하나의 WTRU에게 송신하는 단계;

복수의 주기적인 간격들(intervals)에서, 상기 복수의 주기적인 간격들 각각에서 측정된 정보가 상기 정보가 측정된 시점에서 상기 다른 장치들에 의해 상기 스펙트럼이 사용중에 있었다는 것을 나타내는지 여부를 나타내는 제1 감지 결과들을 상기 복수의 WTRU들로부터 수신하는 단계;

상기 복수의 WTRU들에 의해 제공된 상기 제1 감지 결과들이, 상기 복수의 WTRU들 중 두 개 이상의 WTRU들이 서로 상관되어 있다는 것을 나타내는지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 결정의 결과들에 기초하여, 제2 감지 작업 요청을 송신할 상기 복수의 WTRU들의 비상관된 서브세트를 선택하는 단계

를 포함하고,

상기 제2 감지 작업 요청은 상기 복수의 WTRU의 상기 비상관된 서브세트의 각각의 WTRU로 하여금 복수의 채널의 서브세트에 대해 감지 작업을 수행할 것을 지시하는 것인,

동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제2 감지 작업 요청이 보내졌던 상기 복수의 WTRU들의 상기 비상관된 서브세트의 각각의 WTRU로부터, 상기 스펙트럼이 상기 다른 장치들에 의해 사용중에 있다는 것을 상기 측정된 정보가 나타내는지 여부에 관한 결정을 제공하는 제2 감지 결과들을 수신하는 단계; 및

적어도 상기 수신된 제2 감지 결과들 및 상기 수신된 제2 감지 결과들의 신뢰성을 나타내는 다른 정보에 기초하여 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 이용중에 있는지 여부를 결정하는 단계

를 더 포함하는 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 다른 정보는 추정된 신호 대 잡음비(SNR)와 메트릭(metric) 계산에서 사용된 샘플들의 개수 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 결정하는 단계는,

상기 수신된 제2 감지 결과들의 신뢰성을 나타내는 상기 정보에 기초하여 상기 수신된 제2 감지 결과들 각각에 가중치를 부여(attribute)하는 단계; 및

상기 수신된 제2 감지 결과들 각각에 할당된 상기 가중치를 이용하여 상기 수신된 제2 감지 결과들을 전체 메트릭으로 결합하는 단계를 포함하는 것인, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 제2 감지 작업 요청은 상기 복수의 WTRU들의 상기 비상관된 서브세트 중 적어도 두 개의 WTRU들에 송신되며, 상기 방법은,

상기 복수의 WTRU들의 상기 비상관된 서브세트 중 상기 적어도 두 개의 WTRU들로부터 I/Q(inphase/quadrature) 데이터 샘플들을 수신하는 단계; 및

상기 수신된 I/Q 데이터 샘플들에 기초하여 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 사용중에 있는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는 것인, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 수신된 I/Q 데이터 샘플들에 기초하여 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 사용중에 있는지 여부를 결정하는 단계는,

상기 수신된 I/Q 데이터 샘플들에 기초하여 평균 전력 스펙트럼 밀도(power spectral density; PSD)를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 평균 PSD에 기초하여 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 사용중에 있는지 여부를 결정하는 단계를 포함하는 것인, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 수신된 I/Q 데이터 샘플들에 기초하여 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 사용중에 있는지 여부를 결정하는 단계는, 구성가능한 길이의 시간 윈도우(configurable-length time window)에 걸쳐 상기 평균 PSD를 계산하는 단계를 더 포함하는 것인, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 구성가능한 길이의 시간 윈도우의 길이는, 상기 제2 감지 작업 요청을 수신하는 상기 WTRU들에 의해 검출될 간섭체(interferer)의 유형, 상기 스펙트럼의 1차 사용자를 검출하는데 필요한 시간량, 상기 제2 감지 작업 요청을 수신하는 상기 WTRU들의 이동성, 또는 채널 상에서의 잡음 레벨에 대한 지식 중 적어도 하나에 의존하는 것인, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 14

제10항에 있어서, 상기 수신된 I/Q 데이터 샘플들에 기초하여 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 사용중에 있는지 여부를 결정하는 단계는,

상기 수신된 I/Q 데이터 샘플들의 자기상관(autocorrelation) 특성을 추정하는 단계;

상기 추정된 자기상관 특성을 기초하여 결정 메트릭(decision metric)을 계산하는 단계;

상기 결정 메트릭이 결정 임계값(decision threshold)을 초과하는지 여부를 결정하는 단계;

상기 결정 메트릭이 상기 결정 임계값을 초과하는 경우, 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 사용중에 있다라고 결정하는 단계; 및

상기 결정 메트릭이 상기 결정 임계값을 초과하지 않는 경우, 상기 다른 장치들이 상기 스펙트럼을 사용중에 있지 않다라고 결정하는 단계를 포함하는 것인, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 결정 메트릭을 계산하는 단계는,

$$P_1 = M R_{yy}(0)$$

$$P_2 = M \sum_{i=0}^{M-1} |R_{yy}(i)|^2$$

에 기초하여 수행되며,

상기 결정 메트릭이 결정 임계값을 초과하는지 여부를 결정하는 단계는,

$$\frac{P_1^2}{MP_2} \leq \gamma$$

에 기초하며, 여기서 $y(n)$ 은 입력 신호이고, M 은 고려중인 오프셋 자기상관들의 개수이고, γ 은 상기 결정 임계값이며, Ryy 은 자기상관인 것인, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 16

제9항에 있어서, 상기 다른 장치들이 상기 복수의 WTRU들 중의 상기 적어도 하나의 WTRU에 이전에 할당(allocate)되었던 상기 스펙트럼을 사용중에 있다라고 결정된 경우, 상기 복수의 WTRU들 중의 상기 적어도 하나의 WTRU에게 적어도 하나의 새로운 스펙트럼 할당을 송신하는 단계를 더 포함하는, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 17

제6항에 있어서, 상기 제1 감지 결과들을 획득하도록 상기 DSM 엔진의 하드웨어를 구성하기 위한 정보를 포함하는 감지 객체들을 생성하는 단계를 더 포함하며, 상기 하드웨어는 각각의 감지 객체 내에 포함된 상기 정보의 콘텐츠에 의존하여 상이하게 구성된 것인, 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 18

제6항에 있어서,

상기 복수의 WTRU들에 의한 사용을 위해 스펙트럼을 할당하는 단계;

상기 복수의 WTRU들 중의 하나의 WTRU로부터, 상기 스펙트럼의 1차 사용자에 의한 상기 스펙트럼의 사용에 대응하는 무선 링크의 성능 변화를 상기 복수의 WTRU들 중의 상기 하나의 WTRU가 검출하였다는 것을 나타내는 통지를 수신하는 단계를 더 포함하는 동적 스펙트럼 관리(DSM) 엔진에서 구현되는 방법.

청구항 19

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 미국 가특허 출원 제61/408,808호(2010년 11월 1일자로 출원됨); 미국 가특허 출원 제61/410,712호(2010년 11월 5일자로 출원됨); 및 미국 가특허 출원 제61/423,419호(2010년 12월 15일자로 출원됨)(이들의 내용이 참조 문헌으로서 본 명세서에 포함됨)를 기초로 우선권을 주장한다.

배경 기술

[0003] 많은 무선 장치들이 하나 이상의 무선 스펙트럼 대역의 세트 - 그를 사용하도록 정적으로 할당되어 있음 - 를 사용하여 서로 통신하고 있다. 이들 장치는 그들이 사용하는 스펙트럼의 1차 선사용자(primary incumbent) [또는 1차 사용자(primary user)]라고 할 수 있다. 예를 들어, 셀룰러 폰은 그의 셀룰러 통신사업자에 의해 사용 허가되는 스펙트럼의 1차 선사용자이고, 다른 장치는, 대응하는 셀룰러 통신사업자에 등록되어 있지 않는 한, 통신을 위해 이 스펙트럼을 사용하도록 허용되어 있지 않다. 게다가, 특정의 스펙트럼 대역이 그의 1차 선사용자가 사용하도록 할당되어 있지만, 1차 선사용자는 임의의 유형의 공중 인터페이스를 동작시키기 위해 그의 할당된 대역을 자유롭게 사용하지는 못한다. 예를 들어, 텔레비전 서비스 제공자는 그가 사용하도록 할당된 스펙트럼 대역에서 셀룰러 서비스를 운영하기 시작하기로 독립적으로 결정할 수 없다.

[0004] FCC(Federal Communications Commission)는 할당된 스펙트럼의 70% 이상이 임의의 주어진 때에, 심지어 사용이

집중되어 있는 혼잡한 지역에서조차도, 그의 1차 선사용자에 의해 사용되고 있지 않은 것으로 추정하고 있다. 그에 따라, 무선 스펙트럼이 심각할 정도로 충분히 사용되고 있지 않다.

발명의 내용

[0005]

WTRU(wireless transmit/receive unit, 무선 송수신 유닛)가 기술되어 있다. WTRU는 송수신기, RF(radio frequency, 무선 주파수) 스펙트럼 감지 유닛 및 처리 유닛을 포함하고 있다. 송수신기는 무선 링크를 통해 전송한다. RF 스펙트럼 감지 유닛은 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정한다. 처리 유닛은 무선 링크의 성능의 변화를 검출한다. 처리 유닛은 또한, 처리 유닛이 무선 링크의 성능의 변화를 검출하는 경우, 무선 링크의 성능의 변화가 검출되었다는 것을 나타내는 통지를 DSM 엔진으로 전송하기 위해 송수신기를 제어한다. 처리 유닛은 또한, 무선 링크의 성능의 변화가 검출되었다는 것을 나타내는 DSM 엔진으로 전송된 통지에 기초하여, 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정하라는 WTRU에 대한 감지 작업 요청을 수신한다.

도면의 간단한 설명

[0006]

일례로서 첨부 도면과 관련하여 주어진 이하의 설명으로부터 보다 상세하게 이해할 수 있다.

도 1a는 하나 이상의 개시된 실시예가 구현될 수 있는 예시적인 통신 시스템의 시스템도.

도 1b는 도 1a에 예시된 통신 시스템 내에서 사용될 수 있는 예시적인 WTRU(wireless transmit/receive unit, 무선 송수신 장치)의 시스템도.

도 1c는 도 1a에 예시된 통신 시스템 내에서 사용될 수 있는 예시적인 무선 액세스 네트워크 및 예시적인 코어 네트워크의 시스템도.

도 2는 예시적인 DSM(dynamic spectrum management, 동적 스펙트럼 관리) 네트워크를 나타낸 도면.

도 3은 CR(cognitive radio, 인지 무선) 노드로서 동작하도록 구성되어 있는 예시적인 WTRU(wireless transmit/receive unit)를 나타낸 도면.

도 4는 예시적인 2 스테이지 협력적 감지 방법(cooperative sensing method)을 나타낸 흐름도.

도 5는 협력적 감지를 위한 예시적인 시그널링을 나타낸 신호도.

도 6a, 도 6b 및 도 6c는 셀룰러 기술에 기초하여 CR 노드를 구성하기 위한 예시적인 감지 구성 정보의 교환을 나타낸 흐름도.

도 7은 주기도 스펙트럼 추정(periodogram spectrum estimation)을 사용하여 CR 노드들로부터의 I/Q 데이터를 사용하는 예시적인 융합 기법을 나타낸 도면.

도 8은 AGC(automatic gain control, 자동 이득 제어) 이득 기법을 사용하는 기본 RSSI(received signal strength indicator, 수신 신호 강도 표시자) 스캐닝의 예에서 사용될 수 있는 필터를 나타낸 도면.

도 9는 주기적 감지 스테이지(periodic sensing stage)의 경우에 CR 노드들 간의 시간 스큐(time skew)의 가능한 구현예를 나타낸 도면.

도 10은 DSM 네트워크에서 스펙트럼 감지를 실행하는 예시적인 아키텍처의 블록도.

도 11은 DSM 네트워크에서 스펙트럼 감지를 실행하는 도 10에 예시된 아키텍처의 예시적인 TVWS 구현예의 블록도.

도 12 내지 도 17은 하향 변환기, 감지 보드(sensing board) 및 CGW(convergence gateway, 통합 게이트웨이) 사이의 예시적인 메시지 흐름을 나타낸 신호도.

도 18a 및 도 18b는 예시적인 DSM-RFSB 소프트웨어 모듈의 블록도.

도 19는 도 18b에 예시된 Blackman Tukey 소프트웨어에 의해 실행될 수 있는 Blackman Tukey 감지 알고리즘의 예를 나타낸 흐름도.

도 20은 특정의 PSD 값에 대해 윈도우 유지 구성요소(window maintenance component)에 의해 실행될 수 있는 방법을 나타낸 흐름도.

도 21은 예시적인 TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈의 블록도.

도 22a 및 도 22b는 초기화 모드 동안 결과 처리 유닛에 의해 실행될 수 있는 방법의 흐름도.

도 23a 및 도 23b는 정상 모드 동안 결과 처리 유닛에 의해 실행될 수 있는 방법의 흐름도.

도 24 및 도 25는 DSM 네트워크에서 스펙트럼 감지를 실행하는 다른 예시적인 아키텍처의 블록도.

도 26은 도 24 및 도 25에 예시된 스펙트럼 감지 유닛에서 구현될 수 있는 자기 상관 기반 스펙트럼 감지 알고리즘의 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 도 1a는 하나 이상의 개시된 실시예가 구현될 수 있는 예시적인 통신 시스템(100)의 도면이다. 통신 시스템(100)은 음성, 데이터, 비디오, 메시징, 방송 등과 같은 콘텐츠를 다수의 무선 사용자에게 제공하는 다중 접속 시스템일 수 있다. 통신 시스템(100)은 다수의 무선 사용자가 시스템 자원(무선 대역폭을 포함함)의 공유를 통해 이러한 콘텐츠에 액세스할 수 있게 해줄 수 있다. 예를 들어, 통신 시스템(100)은 CDMA(code division multiple access, 코드 분할 다중 접속), TDMA(time division multiple access, 시분할 다중 접속), FDMA(frequency division multiple access, 주파수 분할 다중 접속), OFDMA(orthogonal FDMA, 직교 FDMA), SC-FDMA(single-carrier FDMA, 단일 반송파 FDMA) 등과 같은 하나 이상의 채널 접속 방법을 이용할 수 있다.

[0008] 도 1a에 도시된 바와 같이, 통신 시스템(100)은 WTRU(wireless transmit/receive unit, 무선 송수신 장치)(102a, 102b, 102c, 102d), RAN(radio access network, 무선 액세스 네트워크)(104), 코어 네트워크(106), PSTN(public switched telephone network, 공중 교환 전화망)(108), 인터넷(110), 및 기타 네트워크(112)를 포함할 수 있지만, 개시된 실시예가 임의의 수의 WTRU, 기지국, 네트워크 및/또는 네트워크 요소를 생각하고 있다는 것을 잘 알 것이다. WTRU(102a, 102b, 102c, 102d) 각각은 무선 환경에서 동작하고 및/또는 통신하도록 구성되어 있는 임의의 유형의 장치일 수 있다. 일례로서, WTRU(102a, 102b, 102c, 102d)는 무선 신호를 전송 및/또는 수신하도록 구성될 수 있고, UE(user equipment), 이동국, 고정형 또는 이동형 가입자 장치, 페이저, 휴대폰, PDA(personal digital assistant), 스마트폰, 랩톱, 넷북, 개인용 컴퓨터, 무선 센서, 가전 제품 등을 포함할 수 있다.

[0009] 통신 시스템(100)은 또한 기지국(114a) 및 기지국(114b)을 포함할 수 있다. 기지국(114a, 114b) 각각은 하나 이상의 통신 네트워크 - 코어 네트워크(106), 인터넷(110) 및/또는 네트워크(112) 등 - 에의 액세스를 용이하게 해주기 위해 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d) 중 적어도 하나와 무선으로 인터페이스하도록 구성되어 있는 임의의 유형의 장치일 수 있다. 일례로서, 기지국(114a, 114b)은 BTS(base transceiver station, 기지국 송수신기), 노드-B, eNode B, 홈 노드 B, 사이트 제어기, AP(access point), 무선 라우터 등일 수 있다. 기지국(114a, 114b) 각각이 단일 요소로서 나타내어져 있지만, 기지국(114a, 114b)이 임의의 수의 상호연결된 기지국 및/또는 네트워크 요소를 포함할 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0010] 기지국(114a)은 다른 기지국 및/또는 네트워크 요소 - BSC(base station controller, 기지국 제어기), RNC(radio network controller, 무선 네트워크 제어기), 중계 노드, 기타 등등 - (도시 생략)도 포함할 수 있는 RAN(104)의 일부일 수 있다. 기지국(114a) 및/또는 기지국(114b)은 특정의 지리적 지역 - 셀(도시 생략)이라고 할 수 있음 - 내에서 무선 신호를 전송 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다. 셀은 여러 셀 섹터(cell sector)로 추가로 나누어질 수 있다. 예를 들어, 기지국(114a)과 연관된 셀이 3개의 섹터로 나누어질 수 있다. 따라서, 일 실시예에서 기지국(114a)은 3개의 송수신기(즉, 셀의 각각의 섹터마다 하나씩)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 기지국(114a)은 MIMO(multiple-input multiple output) 기술을 이용할 수 있고, 따라서, 셀의 각각의 섹터에 대해 다수의 송수신기를 이용할 수 있다.

[0011] 기지국(114a, 114b)은 임의의 적당한 무선 통신 링크[예컨대, RF(radio frequency, 무선 주파수), 마이크로파, IR(infrared, 적외선), UV(ultraviolet, 자외선), 가시광 등]일 수 있는 공중 인터페이스(116)를 통해 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d) 중 하나 이상과 통신할 수 있다. 임의의 적당한 RAT(radio access technology, 무선 액세스 기술)를 사용하여 공중 인터페이스(116)가 설정될 수 있다.

[0012] 보다 구체적으로는, 앞서 살펴본 바와 같이, 통신 시스템(100)은 다중 접속 시스템일 수 있고, CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA 등과 같은 하나 이상의 채널 접속 방식을 이용할 수 있다. 예를 들어, RAN(104) 내의 기지국(114a) 및 WTRU(102a, 102b, 102c)는 WCDMA(wideband CDMA, 광대역 CDMA)를 사용하여 공중 인터페이스(116)를 설정할 수 있는 UTRA[UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) Terrestrial Radio Acces

s]와 같은 무선 기술을 구현할 수 있다. WCDMA는 HSPA(High-Speed Packet Access, 고속 패킷 액세스) 및/또는 HSPA+(Evolved HSPA)와 같은 통신 프로토콜을 포함할 수 있다. HSPA는 HSDPA(High-Speed Downlink Packet Access, 고속 하향링크 패킷 액세스) 및/또는 HSUPA(High-Speed Uplink Packet Access, 고속 상향링크 패킷 액세스)를 포함할 수 있다.

[0013] 다른 실시예에서, 기지국(114a) 및 WTRU(102a, 102b, 102c)는 LTE(Long Term Evolution) 및/또는 LTE-A(LTE-Advanced)를 사용하여 공중 인터페이스(116)를 설정할 수 있는 E-UTRA(Evolved UMTS Terrestrial Radio Access)와 같은 무선 기술을 구현할 수 있다.

[0014] 다른 실시예에서, 기지국(114a) 및 WTRU(102a, 102b, 102c)는 IEEE 802.16[즉, WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)], CDMA2000, CDMA2000 1X, CDMA2000 EV-DO, IS-2000(Interim Standard 2000), IS-95(Interim Standard 95), IS-856(Interim Standard 856), GSM(Global System for Mobile communications), EDGE(Enhanced Data rates for GSM Evolution), GSM EDGE(GERAN) 등과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다.

[0015] 도 1a의 기지국(114b)은, 예를 들어, 무선 라우터, 홈 노드 B, 홈 eNode B, 또는 액세스 포인트(access point)일 수 있고, 사업장, 가정, 차량, 캠퍼스 등과 같은 국소화된 지역에서의 무선 연결을 용이하게 해주는 임의의 적당한 RAT를 이용할 수 있다. 일 실시예에서, 기지국(114b) 및 WTRU(102c, 102d)는 WLAN(wireless local area network, 무선 근거리 통신망)을 설정하기 위해 IEEE 802.11과 같은 무선 기술을 구현할 수 있다. 다른 실시예에서, 기지국(114b) 및 WTRU(102c, 102d)는 WPAN(wireless personal area network, 무선 개인 영역 네트워크)을 설정하기 위해 IEEE 802.15와 같은 무선 기술을 구현할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 기지국(114b) 및 WTRU(102c, 102d)는 피코셀(picocell) 또는 펫토셀(femtocell)을 설정하기 위해 셀룰러-기반 RAT(예컨대, WCDMA, CDMA2000, GSM, LTE, LTE-A 등)를 이용할 수 있다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 기지국(114b)은 인터넷(110)에의 직접 연결을 가질 수 있다. 따라서, 기지국(114b)은 코어 네트워크(106)를 통해 인터넷(110)에 액세스할 필요가 없을 수 있다.

[0016] RAN(104)은 음성, 데이터, 응용 프로그램, 및 VoIP(voice over internet protocol) 서비스를 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d) 중 하나 이상의 WTRU에 제공하도록 구성되어 있는 임의의 유형의 네트워크일 수 있는 코어 네트워크(106)와 통신하고 있을 수 있다. 예를 들어, 코어 네트워크(106)는 호출 제어, 대금 청구 서비스, 모바일 위치-기반 서비스, 선불 전화(pre-paid calling), 인터넷 연결, 비디오 배포 등을 제공하고 및/또는 사용자 인증과 같은 고수준 보안 기능을 수행할 수 있다. 도 1a에 도시되어 있지는 않지만, RAN(104) 및/또는 코어 네트워크(106)가 RAN(104)과 동일한 RAT 또는 상이한 RAT를 이용하는 다른 RAN과 직접 또는 간접 통신을 하고 있을 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 예를 들어, E-UTRA 무선 기술을 이용하고 있을 수 있는 RAN(104)에 연결되는 것에 부가하여, 코어 네트워크(106)는 또한 GSM 무선 기술을 이용하는 다른 RAN(도시 생략)과 통신하고 있을 수 있다.

[0017] 코어 네트워크(106)는 또한 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d)가 PSTN(108), 인터넷(110) 및/또는 기타 네트워크(112)에 액세스하기 위한 게이트웨이로서 역할할 수 있다. PSTN(108)은 POTS(plain old telephone service)를 제공하는 회선-교환 전화 네트워크를 포함할 수 있다. 인터넷(110)은 TCP/IP 인터넷 프로토콜군 내의 TCP(transmission control protocol, 전송 제어 프로토콜), UDP(user datagram protocol, 사용자 데이터그램 프로토콜) 및 IP(internet protocol, 인터넷 프로토콜)와 같은 공통의 통신 프로토콜을 사용하는 상호연결된 컴퓨터 네트워크 및 장치의 전세계 시스템을 포함할 수 있다. 네트워크(112)는 다른 서비스 공급자가 소유하고 및/또는 운영하는 유선 또는 무선 통신 네트워크를 포함할 수 있다. 예를 들어, 네트워크(112)는 RAN(104)과 동일한 RAT 또는 상이한 RAT를 이용할 수 있는 하나 이상의 RAN에 연결된 다른 코어 네트워크를 포함할 수 있다.

[0018] 통신 시스템(100) 내의 WTRU(102a, 102b, 102c, 102d) 중 일부 또는 전부는 다중-모드 기능을 포함할 수 있다 - 즉, WTRU(102a, 102b, 102c, 102d)가 상이한 무선 링크를 통해 상이한 무선 네트워크와 통신하기 위한 다수의 송수신기를 포함할 수 있다 -. 예를 들어, 도 1a에 도시된 WTRU(102c)는 셀룰러-기반 무선 기술을 이용할 수 있는 기지국(114a)과 통신하도록, 그리고 IEEE 802 무선 기술을 이용할 수 있는 기지국(114b)과 통신하도록 구성될 수 있다.

[0019] 도 1b는 예시적인 WTRU(102)의 시스템도이다. 도 1b에 도시된 바와 같이, WTRU(102)는 프로세서(118), 송수신기(120), 송신/수신 요소(122), 스피커/마이크(124), 키패드(126), 디스플레이/터치패드(128), 비이동식 메모리(130), 이동식 메모리(132), 전원 공급 장치(134), GPS(global positioning system) 칩셋(136), 및 기타 주변

장치(138)를 포함할 수 있다. 실시예와 부합한 채로 있으면서 WTRU(102)가 상기한 요소들의 임의의 서브컴비네이션을 포함할 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0020] 프로세서(118)가 범용 프로세서, 전용 프로세서, 종래의 프로세서, DSP(digital signal processor), 복수의 마이크로프로세서, DSP 코어와 연관된 하나 이상의 마이크로프로세서, 제어기, 마이크로제어기, ASIC(Application Specific Integrated Circuit), FPGA(Field Programmable Gate Array) 회로, 임의의 다른 유형의 IC(integrated circuit), 상태 기계 등일 수 있다. 프로세서(118)는 WTRU(102)가 무선 환경에서 동작할 수 있게 해주는 신호 코딩, 데이터 처리, 전력 제어, 입력/출력 처리, 및/또는 임의의 다른 기능을 수행할 수 있다. 프로세서(118)는 송신/수신 요소(122)에 결합되어 있을 수 있는 송수신기(120)에 결합될 수 있다. 도 1b가 프로세서(118) 및 송수신기(120)를 개별 구성요소로서 나타내고 있지만, 프로세서(118) 및 송수신기(120)가 전자 패키지 또는 칩에 함께 통합되어 있을 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0021] 송신/수신 요소(122)는 공중 인터페이스(116)를 통해 기지국[예컨대, 기지국(114a)]으로 신호를 전송하거나 기지국으로부터 신호를 수신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 송신/수신 요소(122)는 RF 신호를 전송 및/또는 수신하도록 구성된 안테나일 수 있다. 다른 실시예에서, 송신/수신 요소(122)는, 예를 들어, IR, UV 또는 가시광 신호를 전송 및/또는 수신하도록 구성되어 있는 방출기/검출기일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 송신/수신 요소(122)는 RF 신호 및 광 신호 둘 다를 전송 및 수신하도록 구성될 수 있다. 송신/수신 요소(122)가 무선 신호의 임의의 조합을 전송 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0022] 그에 부가하여, 송신/수신 요소(122)가 도 1b에 단일 요소로서 나타내어져 있지만, WTRU(102)는 임의의 수의 송신/수신 요소(122)를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로는, WTRU(102)는 MIMO 기술을 이용할 수 있다. 따라서, 일 실시예에서, WTRU(102)는 공중 인터페이스(116)를 통해 무선 신호를 전송 및 수신하기 위한 2개 이상의 송신/수신 요소(122)(예컨대, 다수의 안테나)를 포함할 수 있다.

[0023] 송수신기(120)는 송신/수신 요소(122)에 의해 전송되어야 하는 신호를 변조하고 송신/수신 요소(122)에 의해 수신되는 신호를 복조하도록 구성될 수 있다. 앞서 살펴본 바와 같이, WTRU(102)는 다중-모드 기능을 가질 수 있다. 따라서, 송수신기(120)는 WTRU(102)가, 예를 들어, UTRA 및 IEEE 802.11과 같은 다수의 RAT를 통해 통신 할 수 있게 해주는 다수의 송수신기를 포함할 수 있다.

[0024] WTRU(102)의 프로세서(118)는 스피커/마이크(124), 키패드(126), 및/또는 디스플레이/터치패드(128)[예컨대, LCD(liquid crystal display, 액정 디스플레이) 디스플레이 유닛 또는 OLED(organic light-emitting diode, 유기 발광 다이오드) 디스플레이 유닛]에 결합될 수 있고 그로부터 사용자 입력 데이터를 수신할 수 있다. 프로세서(118)는 또한 사용자 데이터를 스피커/마이크(124), 키패드(126) 및/또는 디스플레이/터치패드(128)로 출력할 수 있다. 그에 부가하여, 프로세서(118)는 비이동식 메모리(130) 및/또는 이동식 메모리(132)와 같은 임의의 유형의 적당한 메모리로부터의 정보에 액세스하고 그 메모리에 데이터를 저장할 수 있다. 비이동식 메모리(130)는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 판독 전용 메모리(ROM), 하드 디스크, 임의의 다른 유형의 메모리 저장 장치를 포함할 수 있다. 이동식 메모리(132)는 SIM(subscriber identity module, 가입자 식별 모듈) 카드, 메모리 스틱, SD(secure digital) 메모리 카드 등을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 프로세서(118)는 WTRU(102) 상에 물리적으로 위치하지 않은[예컨대, 서버 또는 가정용 컴퓨터(도시 생략) 상의] 메모리로부터의 정보에 액세스하고 그 메모리에 데이터를 저장할 수 있다.

[0025] 프로세서(118)는 전원 공급 장치(134)로부터 전력을 받을 수 있고, WTRU(102) 내의 다른 구성요소로 전력을 분배하고 및/또는 전력을 제어하도록 구성될 수 있다. 전원 공급 장치(134)는 WTRU(102)에 전원을 제공하는 임의의 적당한 장치일 수 있다. 예를 들어, 전원 공급 장치(134)는 하나 이상의 건전지[예컨대, 니켈-카드뮴(NiCd), 니켈-아연(NiZn), 니켈 수소화금속(NiMH), 리튬-이온(Li--ion) 등], 태양 전지, 연료 전지 등을 포함할 수 있다.

[0026] 프로세서(118)는 또한 WTRU(102)의 현재 위치에 관한 위치 정보[예컨대, 경도 및 위도]를 제공하도록 구성될 수 있는 GPS 칩셋(136)에 결합될 수 있다. GPS 칩셋(136)으로부터의 정보에 부가하여 또는 그 대신에, WTRU(102)는 기지국[예컨대, 기지국(114a, 114b)] 공중 인터페이스(116)를 통해 위치 정보를 수신하고 및/또는 2개 이상의 근방의 기지국으로부터 수신되는 신호의 타이밍에 기초하여 그의 위치를 결정할 수 있다. 실시예와 부합한 채로 있으면서 WTRU(102)가 임의의 적당한 위치 결정 방법에 의해 위치 정보를 획득할 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0027] 프로세서(118)는 또한 부가의 특징, 기능 및/또는 유선 또는 무선 연결을 제공하는 하나 이상의 소프트웨어 및/

또는 하드웨어 모듈을 포함할 수 있는 다른 주변 장치(138)에 결합될 수 있다. 예를 들어, 주변 장치(138)는 가속도계, 전자 나침반, 위성 송수신기, 디지털 카메라(사진 또는 비디오용), USB(universal serial bus) 포트, 진동 장치, 텔레비전 송수신기, 핸즈프리 헤드셋, 블루투스® 모듈, FM(frequency modulated, 주파수 변조) 라디오 유닛, 디지털 음악 플레이어, 미디어 플레이어, 비디오 게임 플레이어 모듈, 인터넷 브라우저 등을 포함할 수 있다.

[0028] 도 1c는 일 실시예에 따른, RAN(104) 및 코어 네트워크(106)의 시스템도이다. 앞서 살펴본 바와 같이, RAN(104)은 공중 인터페이스(116)를 통해 WTRU(102a, 102b, 102c)와 통신하기 위해 E-UTRA 무선 기술을 이용할 수 있다. RAN(104)은 또한 코어 네트워크(106)와 통신하고 있을 수 있다.

[0029] RAN(104)은 eNode B(140a, 140b, 140c)를 포함할 수 있지만, 실시예와 부합한 채로 있으면서 RAN(104)이 임의의 수의 eNode B를 포함할 수 있다는 것을 잘 알 것이다. eNode B(140a, 140b, 140c) 각각은 공중 인터페이스(116)를 통해 WTRU(102a, 102b, 102c)와 통신하기 위한 하나 이상의 송수신기를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, eNode B(140a, 140b, 140c)는 MIMO 기술을 구현할 수 있다. 따라서, 예를 들어, eNode B(140a)는 WTRU(102a)로 무선 신호를 전송하고 그로부터 무선 신호를 수신하기 위해 다수의 안테나를 사용할 수 있다.

[0030] eNode B(140a, 140b, 140c) 각각은 특정의 셀(도시 생략)과 연관되어 있을 수 있고, 무선 자원 관리 결정, 핸드오버 결정, 상향링크 및/또는 하향링크에서의 사용자의 스케줄링 등을 처리하도록 구성되어 있을 수 있다. 도 1c에 도시된 바와 같이, eNode B(140a, 140b, 140c)는 X2 인터페이스를 통해 서로 통신할 수 있다.

[0031] 도 1c에 도시된 코어 네트워크(106)는 MME(mobility management gateway, 이동성 관리 게이트웨이)(142), SGW(serving gateway, 서비스 제공 게이트웨이)(144), 및 PDN(packet data network, 패킷 데이터 네트워크) 게이트웨이(146)를 포함할 수 있다. 상기 요소들 각각이 코어 네트워크(106)의 일부로서 나타내어져 있지만, 이들 요소 중 임의의 것이 코어 네트워크 운영자 이외의 엔터티에 의해 소유되고 및/또는 운영될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0032] MME(142)는 S1 인터페이스를 통해 RAN(104) 내의 eNode B(142a, 142b, 142c) 각각에 연결되어 있을 수 있고, 제어 노드로서 역할할 수 있다. 예를 들어, MME(142)는 WTRU(102a, 102b, 102c)의 사용자를 인증하는 것, 베어리 활성화/비활성화, WTRU(102a, 102b, 102c)의 초기 접속(initial attach) 동안 특정의 SGW(serving gateway)를 선택하는 것 등을 책임지고 있을 수 있다. MME(142)는 또한 RAN(104)과 GSM 또는 WCDMA와 같은 다른 무선 기술을 이용하는 다른 RAN(도시 생략) 간에 전환하는 제어 평면 기능(control plane function)을 제공 할 수 있다.

[0033] SGW(serving gateway)(144)는 S1 인터페이스를 통해 RAN(104) 내의 eNode B(140a, 140b, 140c) 각각에 연결될 수 있다. SGW(serving gateway)(144)는 일반적으로 WTRU(102a, 102b, 102c)로/로부터 사용자 데이터 패킷을 라우팅하고 전달할 수 있다. SGW(serving gateway)(144)는 eNode B간 핸드오버 동안 사용자 평면을 앵커링(anchoring)하는 것, WTRU(102a, 102b, 102c)에 대해 하향링크 데이터가 이용가능할 때 페이징(paging)을 트리거하는 것, WTRU(102a, 102b, 102c)의 컨텍스트를 관리하고 저장하는 것 등과 같은 다른 기능도 수행할 수 있다.

[0034] SGW(serving gateway)(144)는, WTRU(102a, 102b, 102c)와 IP-기반(IP-enabled) 장치 사이의 통신을 용이하게 해주기 위해, 인터넷(110)과 같은 패킷 교환 네트워크에의 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있는 PDN 게이트웨이(146)에도 연결될 수 있다.

[0035] 코어 네트워크(106)는 다른 네트워크와의 통신을 용이하게 해줄 수 있다. 예를 들어, 코어 네트워크(106)는, WTRU(102a, 102b, 102c)와 종래의 지상선(land-line) 통신 장치 사이의 통신을 용이하게 해주기 위해, PSTN(108)과 같은 회선 교환 네트워크에의 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다. 예를 들어, 코어 네트워크(106)는 코어 네트워크(106)와 PSTN(108) 사이의 인터페이스로서 역할하는 IP 게이트웨이[예컨대, IMS(IP multimedia subsystem, IP 멀티미디어 서브시스템) 서버]를 포함할 수 있거나 그와 통신할 수 있다. 그에 부가하여, 코어 네트워크(106)는 다른 서비스 공급자에 의해 소유되고 및/또는 운영되는 다른 유선 또는 무선 네트워크를 포함할 수 있는 네트워크(112)에의 액세스를 WTRU(102a, 102b, 102c)에 제공할 수 있다.

[0036] 랩톱 등의 실내 WiFi 장비는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11g 표준과 호환될 수 있다. 그에 따라, 이 장비는, IEEE 802.11g 표준에 규정된 바와 같이, 802.11g 장치가 1차 선사용자(또는 1차 사용자)로서 동작하도록 설계되어 있는 특정의 스펙트럼을 사용할 수 있다. 그렇지만, 앞서 기술한 셀룰러 스펙트럼과 달리, 802.11g는 스펙트럼 규제 기관을 갖지 않는 비면허 대역에서 동작한다. 이와 같이, 어

면 무선 통신 장치라도 그 자신의 목적을 위해 이 스펙트럼을 사용할 수 있다. 비면허 대역의 이러한 사용이 허용되어 있지만, 이러한 대역에서 동작하도록 되어 있는 장치들이 인지 방식으로 그렇게 하도록 보장할 것으로 예상되며, 따라서 그 장치들은 대역에서의 1차 선사용자의 존재를 인식하고 비악의적인 공존의 방식으로 그 대역을 사용한다. 다른 스펙트럼 대역은 2차 사용자에 의해 유사한 방식으로 사용될 수 있다.

[0037] DSM(dynamic spectrum management)은 인지 방식으로 2차 사용자에 의한 스펙트럼 대역의 사용을 용이하게 해주기 위해 사용될 수 있는 기술이다. 예를 들어, DSM은 스펙트럼을 감지하고 시스템 내의 하나 이상의 2차 사용자에게 스펙트럼을 정적으로 또는 동적으로 할당함으로써 미사용 스펙트럼 단편을 식별하고 이용하는 것을 포함할 수 있다. DSM이 하나 이상의 RAT(radio access technology) 또는 통신사업자에 걸쳐 이용될 수 있고 연속적 또는 비연속적 주파수 대역을 사용할 수 있다. DSM 시스템에서 동작할 수 있는 2차 스펙트럼 사용 장치는 인지 무선이라고 할 수 있다. 인지 무선은 항상 스펙트럼 사용 특성을 인식할 수 있고, 스펙트럼의 하나 이상의 1차 선사용자의 존재에 기초하여 스펙트럼 대역을 적응적으로 사용하거나 그로부터 떠날 수 있다. 인지 무선은 또한 1차 선사용자에 의해 점유될 스펙트럼을 감지하고 감지 결과를 중앙 제어 유닛(본 명세서에서 DSM 엔진이라고 함)에 보고하는 일을 맡고 있을 수 있다.

[0038] 도 2는 예시적인 DSM 네트워크(200)의 도면이다. 예시된 DSM 네트워크(200)는 DSM 엔진(210), CGW(converged gateway device, 통합 게이트웨이 장치)(220), 및 복수의 WTRU(wireless transmit/receive unit)(230a, 230b, 230c 및 230d)를 포함하고 있다. 예시된 WTRU(230a, 230b, 230c 및 230d)는, 이들이 가질 수 있는 임의의 다른 기능에 부가하여, CR(cognitive radio, 인지 무선)로서 동작하도록 구성되어 있고, 본 명세서에서 CR 노드라고 할 수 있다. CR 노드는 IEEE 802.11 기술, 셀룰러 기술, IEEE 802.15.4 기술 또는 임의의 다른 무선 기술에 기초하고 있을 수 있다.

[0039] 예시된 DSM 엔진(210)은 무선 또는 유선(예컨대, 이더넷) 링크일 수 있는 인터페이스(270)를 통해 CGW(220)에 결합되어 있다. 예시된 CGW(220)는 유선 링크(280)[예컨대, DSL(digital subscriber line, 디지털 가입자 회선), Docsis 또는 이더넷 연결]를 통해 외부 네트워크 또는 인터넷(240)에 결합되어 있다. 일 실시예(도시 생략)에서, DSM 엔진(210)은 CGW(220)와 통합되어 있을 수 있다. 일 실시예에서, CR 노드들 중 일부는 또한 서로 직접 통신할 수 있다. 예를 들어, 도 2에 예시된 실시예에서, CR 노드(230a 및 230b)는 직접 링크(260a)를 통해 서로 통신할 수 있고, CR 노드(230c 및 230d)는 직접 링크(260b)를 통해 서로 통신할 수 있다.

[0040] CR 노드(230a, 230b, 230c 및 230d)는, 각각, 하나 이상의 채널(250a, 250b, 250c 및 250d)을 통해 CGW(220)를 거쳐 DSM 엔진(210)과 통신할 수 있다. 250a, 250b, 250c 및 250d 각각은 하향링크 제어 채널(Ac), 상향링크 제어 채널(Ad) 및 동기화 채널(As)을 포함할 수 있다. Ac, Ad 및 As 채널은 분리되어 있을 수 있거나, 동일한 제어 채널의 일부일 수 있다.

[0041] 도 3은 도 2에 예시된 DSM 네트워크(200) 등의 DSM 네트워크에서 CR 노드로서 동작하도록 구성되어 있는 예시적인 WTRU(300)의 도면이다. WTRU(300)는 무선 환경에서 동작 및/또는 통신하도록 구성되어 있는 임의의 유형의 장치일 수 있다. 예로서, WTRU(300)는 무선 신호를 전송 및/또는 수신하도록 구성될 수 있고, UE(user equipment), 이동국, 고정형 또는 이동형 가입자 장치, 페이저, 휴대폰, PDA(personal digital assistant), 스마트폰, 웹톱, 넷북, 개인용 컴퓨터, 무선 센서, 가전 제품 등일 수 있다. 예시된 WTRU(300)는 안테나(310), 전송 유닛(320), 수신 유닛(330), 처리 유닛(340), RF(radio frequency) 스펙트럼 감지 유닛(350), 스피커/마이크(360), 키패드(370) 및 디스플레이 유닛(380)을 포함하고 있다. WTRU(300)의 일부 요소만이 예시되어 있지만, 기술 분야의 당업자라면 WTRU(300)가 도시되어 있지 않은 다른 특징부들[예컨대, 연관된 입/출력(I/O) 포트 및/또는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)]을 포함할 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 게다가, 예시적인 WTRU(300)의 특정의 요소가 도 3에 예시되어 있지만, 예시된 요소가 통상의 기술을 사용하여 수정될 수 있다. 예를 들어, 수신 유닛(330) 및 전송 유닛(320)은 결합된 송수신기 유닛으로서 구현될 수 있고, 키패드(370) 및 디스플레이 유닛(380)이 터치 스크린으로서 구현될 수 있다.

[0042] 도 2에 예시된 DSM 네트워크(200)는 개별적 또는 협력적 스펙트럼 감지를 하도록 구성될 수 있다. 개별적 스펙트럼 감지에서, 하나의 CR 노드는 스펙트럼을 감지하고 스펙트럼이 하나 이상의 1차 선사용자에 의해 현재 점유되어 있는지에 관한 결정을 할 수 있다. 스펙트럼이 하나 이상의 1차 선사용자에 의해 현재 점유되어 있는지에 관한 그의 단일 결정은 전체 DSM 네트워크(200)에 대한 스펙트럼 할당을 결정하는 데 사용될 수 있다. 한편, 협력적 감지에서는, 2개 이상의 CR 노드(230a, 230b, 230c 및/또는 230d)가 다른 장치에 의해 사용될 주어진 스펙트럼을 감지할 수 있고, DSM 엔진(210)은 주어진 스펙트럼이 어떤 시점에서 하나 이상의 1차 선사용자에 의해 점유되어 있는지에 관한 결정을 하기 위해 2개 이상의 CR 노드(230a, 230b, 230c 및/또는 230d)로부터 수신된

감지 결과를 고려할 수 있다. 2개의 스테이지에서 수행될 수 있는 협력적 감지 기법이 본 명세서에 기술되어 있다.

[0043] 제1 스테이지에서, 감지 작업에 참여하는 각각의 CR 노드는 스펙트럼을 감지하고, 예를 들어, 주기적으로 일어날 수 있는 정기적인 무음 기간(silent period) 동안(예컨대, 주기적인 간격으로) 감지 결과를 보고할 수 있다. DSM 엔진(210)은 정기적인 무음 기간에 관한 타이밍 정보를 As 채널을 통해 CR 노드로 전달할 수 있다. 감지 작업에 참여하고 있는 각각의 CR 노드는 이어서 동일한 기준 시간(base time)을 사용하여 동시에 감지를 수행할 수 있고, 그의 개별적 감지 결과를 상향링크 제어 채널(Ad)을 통해 DSM 엔진(210)에 보고할 수 있다. DSM 엔진(210)은 몇 가지 기능을 수행하기 위해 제1 스테이지 동안 수신된 감지 결과를 사용할 수 있다. 예를 들어, DSM 엔진(210)은 시스템에 있을 수 있는 잠재적 스펙트럼 구멍(spectrum hole)(예를 들어, CR 노드에 의한 2차적 사용에 이용가능할 수 있는 대역)의 대략적인 추정치를 생성하기 위해 감지 결과를 사용할 수 있다. 다른 예에서, DSM 엔진(210)은 네트워크에 있는 CR 노드들 간의 상관의 양을 결정하고 이 상관에 기초하여 감지 작업을 조절하기 위해 감지 결과를 사용할 수 있다.

[0044] 제2 스테이지에서, DSM 엔진(210)이 지정된 기간 동안 감지를 수행하라고 CR 노드들(230a, 230b, 230c 및 230d)의 전부 또는 일부에 지시할 수 있는 진보된 비동기 감지 기간이 트리거될 수 있다. 감지를 위해 이러한 시스템 전체에 걸친 무음 기간(system-wide silence period)을 트리거하는 것이 있을 수 있는 1차 선사용자의 도착에 대한 CR 네트워크의 응답을 가속화하기 위해 사용될 수 있다. DSM 엔진(210)은 비동기 감지 기간 자체를 트리거할 수 있거나, 비동기 감지 기간이 CR 노드에 의해 트리거될 수 있다.

[0045] 일 실시예에서, 임의의 CR 노드가 시스템 전체에 걸친 감지 기간(system-wide sensing period)을 명령하기 위해 이벤트를 발생하여 DSM 엔진(210)으로 송신할 수 있다. 이러한 이벤트의 발생의 예는 CR 노드에 의해 감지되는 환경의 변화가 1차 선사용자의 존재(예컨대, CR 노드에 의해 현재 사용되는 링크에서의 갑작스런 처리율의 저하 또는 특정의 링크에서의 갑작스런 채널 품질의 변화)를 나타낼 수 있다는 것일 수 있다. CR 노드는 상향 링크 제어 채널(Ad)을 사용하여 잠재적인 환경의 변화를 DSM 엔진(210)에 통지할 수 있다. 그러면, DSM 엔진(210)은 CR 노드가 즉각적인 감지를 수행하여 1차 선사용자와의 간섭을 피하기 위해 천이될 비어 있는 대역을 식별할 수 있게 해주기 위해 (예컨대, 제어 메시지를 브로드캐스트함으로써) 시스템 전체에 걸친 무음 기간을 트리거할 수 있다.

[0046] 일 실시예에서, 다른 CR 노드들을 정지(quiet down)시킬 필요없이 DSM 네트워크(200) 내의 특정의 CR 노드에 의해 감지가 행해질 수 있다. 여기서, DSM 엔진(210)의 관리 하에 있는 노드들 중 임의의 노드에 의해 사용되지 않는 스펙트럼의 일부분에 있는 CR 노드들에 의해 감지가 수행될 수 있다. DSM 엔진(210)은 이 정보를 구성 메시지(이하에서 더 상세히 기술됨)를 사용하여 각각의 CR 노드로 송신할 수 있다. 구성 메시지는 또한 사용될 감지 알고리즘의 유형, 알고리즘에 대한 파라미터[예컨대, 감지 지속기간 및 고속 푸리에 변환(FFT) 크기] 및 감지될 대역폭 등의 감지의 다른 인자들을 제어할 수 있다.

[0047] 제2 스테이지에서 비동기 감지 기간을 트리거할 수 있는 예시적인 이벤트의 목록이 표 1에 제공되어 있다.

표 1

감지 이벤트	트리거	결과
환경의 변화	CR 노드들 중 하나의 CR 노드에 있는 DSM 엔진에 의해 구성된 물리(PHY) 계층 측정은 1차 선사용자에 의해 점유되어 있는 활성 대역에 그 1차 선사용자가 존재할 수 있다 는 것을 나타내는 이벤트를 트리거 한다.	그의 측정이 이벤트를 트리거하는 CR 노드는 이벤트 코드 및 이벤트에 관한 정보를 갖는 이벤트 메시지를 DSM 엔진으로 송신한다. DSM 엔진은 비동기 감지 기간의 시작을 나타내는 구성 메시지를 CR 노드로 송신한다. 1차 선사용자의 존재가 검출되는 경우, DSM 엔진은 감지된 스펙트럼을 이전에 사용하고 있었던 CR 노드로 새로운 스펙트럼 할당을 송신한다.
DSM 감지 정책의 변화	인터넷에 있는 외부 스펙트럼 관리 또는 다른 이러한 엔터티는 그의 사용가능 스펙트럼 규칙의 변화를 DSM 엔진에 통지한다.	DSM 엔진은 이를 새로운 정책에 기초하여 감지 규칙을 변경한다. DSM 엔진은 이어서 감지 구성 메시지를 각각의 노드로 송신함으로써 현재 감지를 책임지고 있는 각각의 노드를 적절히 재구성한다.

CR 네트워크로부터의 노드의 도착 또는 이탈	새로운 CR 노드가 네트워크에 들어가고 CGW에 의해 발견되거나, 이전에 네트워크에 속해 있었던 CR 노드가 CGW에 의해 관리되는 영역으로부터 빠져나간다.	DSM 엔진은 협력적 감지에 관여하고 있는 노드들 간에 감지 작업을 재편성한다. 각각의 노드에 대한 새로운 감지 규칙을 구성하기 위해 감지 메시지가 노드들로 송신된다.
대략적 감지 정보 변화	DSM 엔진에 의해 수신된 대략적 감지 결과는 새로운 잠재적 구멍의 존재, 또는 잠재적 구멍 또는 사용 가능 스펙트럼의 위치의 변화를 나타낸다.	DSM 엔진은 사용 가능 대역의 목록을 개선하기 위해, 잠재적 구멍 및 / 또는 사용 가능 대역에 대한 미세 감지를 수정하거나 시작하기 위해 감지 구성 메시지를 CR 노드로 송신한다.
상관의 변화	대략적 감지 결과 또는 지리적 정보는 특정의 CR 노드들 간의 상관이 변했다는 것을 나타낸다.	DSM 엔진은 DSM 엔진의 관리 영역 하에 있는 모든 노드들 간에 효율적인 감지를 유지하기 위해 노드들에 의해 감지되고 있는 스펙트럼을 변경할 것이다.

[0049]

DSM 엔진(210)은, Ac 채널을 통해 전송되는 구성 메시지를 사용하여, 비동기 감지 기간의 지속기간에 관한 정보를 비동기 감지 작업에 참여하고 있는 각각의 CR 노드로 전달할 수 있다. 이 기간 동안, 각각의 CR 노드는 감지를 수행하고 그의 감지 결과를 DSM 엔진(210)으로 송신할 수 있다. DSM 엔진(210)에 의한 결과들의 융합 이후에, DSM 엔진(210)은 특정의 대역에 대해 신뢰성있는 결정을 하기 위해 요구되는 신뢰성에 도달되지 않은 것으로 결정할지도 모른다. 이러한 경우에, DSM 엔진(210)은 감지 기간을 연장하거나, 각각의 CR 노드에 의한 감지가 계속될 수 있는 새로운 감지 기간을 트리거할 수 있다.

[0050]

도 4는 도 2의 DSM 엔진(210)에 의해 실행될 수 있는 예시적인 2 스텝이지 협력적 감지 방법을 나타낸 흐름도 (400)이다. 도 4에 예시된 예에서, DSM 엔진(210)은 주기적인 감지 시간에 도달했는지를 판정할 수 있다(405). 주기적인 감지 시간에 도달한 경우, DSM 엔진(210)은 현재의 상관 정보에 적어도 기초하여 감지 작업에 참여하고 있는 각각의 CR 노드로 감지 작업 요청을 송신할 수 있다(410). 감지 작업에 참여하고 있는 각각의 노드로부터 감지 정보가 수집될 수 있다(415).

[0051]

DSM 엔진(210)은 이용 가능 스펙트럼 대역의 목록을 개선할 때가 되었는지를 판정할 수 있다(420). 이용 가능 스펙트럼 대역의 목록을 개선할 때가 된 경우, DSM 엔진(210)은 목록을 개선하기 위해 415에서 수집된 감지 정보를 사용할 수 있다(425). 이용 가능 스펙트럼 대역의 목록을 개선할 때가 되지 않은 경우, 또는 이용 가능 스펙트럼 대역의 목록이 개선된 경우, DSM 엔진(210)은 상관 목록 또는 상관 계수를 개선할 때가 되었는지를 판정할 수 있다(430). 상관 목록 또는 상관 계수를 개선할 때가 된 경우, DSM 엔진(210)은 상관 목록 또는 상관 계수를 개선하기 위해 415에서 수집된 감지 정보를 사용할 수 있다(435).

[0052]

405에서 DSM 엔진(210)이 주기적인 감지 시간에 도달하지 않은 것으로 판정하는 경우, 또는 상관 목록 또는 상관 계수가 개선된 경우, DSM 엔진(210)은 비동기 감지 기간이 트리거되었는지를 판정할 수 있다(440). 트리거되지 않은 경우, DSM 엔진(210)은 주기적인 감지 시간에 도달했는지를 판정할 수 있다(405). 비동기 감지 기간이 트리거된 경우, DSM 엔진(210)은 상관 정보에 적어도 기초하여 감지 작업에 참여하고 있는 각각의 노드로 감지 작업 요청을 송신할 수 있다(445). 감지 작업에 참여하고 있는 각각의 노드로부터 감지 정보가 수집될 수 있다(450). DSM 엔진(210)은 이용 가능 대역의 목록을 개선하고 주어진 대역에 1차 선사용자가 존재하는지를 판정할 수 있다(455). 이어서, DSM 엔진(210)은 주기적인 감지 시간에 도달했는지를 판정할 수 있다(405).

[0053]

도 4에 도시된 예는 DSM 엔진(210)에 의해 행해지는 동작 및 결정에 중점을 두고 있다. 그렇지만, 각각의 경우에, DSM 엔진(210)에 의해 구현되는 특정의 알고리즘에 기초하여 흐름 제어가 수정될 수 있다. 예를 들어, DSM 엔진(210)은 상관된 CR 노드의 목록이 종종 업데이트될 필요가 없는 것으로 판정할 수 있다. 그 경우에, 주로 스펙트럼 구멍을 추정하기 위해 주기적인 감지 결과가 사용될 수 있고, DSM 엔진(210)은, 주기적인 감지 시간이 덜 종종 발생하도록, 심지어 감지 기간을 연장하기로 할 수 있다.

[0054]

도 5는 협력적 감지를 위한 예시적인 시그널링을 나타낸 신호도(500)이다. WTRU(510d)는 통신하도록 구성되어 있는 무선 링크의 성능의 변화를 검출할 수 있다(550). WTRU(510d)의 처리 유닛(340)이 무선 링크의 성능의 변화를 검출하는 경우, WTRU(510d)의 처리 유닛(340)은 무선 링크의 성능의 변화가 검출되었다는 것을 나타내는 통지(552)를 엔진[예컨대, DSM 엔진(520)]으로 전송하기 위해 그의 송수신기를 제어할 수 있다. WTRU(510d)는, 무선 링크의 성능의 변화가 검출되었다는 것을 나타내는 엔진으로 전송된 통지에 기초하여, 다른 장치들(예컨대, 스펙트럼에 대한 1차 선사용자)에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정하라는

WTRU(510d)에 대한 감지 작업 요청(554)을 수신할 수 있다.

[0055] WTRU(510d)는 WTRU(510a, 510b 및 510c)를 포함할 수 있는 협력적 스펙트럼 감지 네트워크에 있는 복수의 CR 노드 중 하나일 수 있다. 도 5에 예시된 예에서, WTRU(510a, 510b 및 510c)는 WTRU(510d)에 의해 트리거된 감지 작업에 참여하기로 하였고, 또한, 각각, 감지 작업 요청(556, 558 및 560)을 수신한다. 감지 작업 요청(554, 556, 558 및 560)을 수신한 것에 응답하여, WTRU(510a, 510b, 510c 및 510d) 각각은 스펙트럼을 감지하고(즉, 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정하고) 그 각자의 감지 결과(562, 564, 566 및 568)를 엔진(520)으로 전송할 수 있다. 엔진(520)은 (예컨대, 이하에서 기술되는 것을 비롯한 임의의 융합 기법을 사용하여) 개별적인 감지 결과를 융합시키고 감지 결과가 스펙트럼 상에 다른 장치가 존재한다는 것을 나타내는지를 판정할 수 있다. 감지 결과가 스펙트럼 상에 1차 선사용자가 존재한다는 것을 나타내는 것으로 DSM 엔진이 판정하는 경우, 그 스펙트럼을 사용하는 WTRU는 1차 선사용자가 겹출되지 않은 통신을 위한 새로운 스펙트럼 할당을 수신할 수 있다. 도 5에 예시된 예에서, WTRU(510a, 510b, 510c 및 510d) 각각은 그의 새로운 스펙트럼 할당을 나타내는 메시지(570, 572, 574 및 576)를 수신한다.

[0056] DSM 엔진(210)은 감지 구성 메시지를 포함할 수 있는 범용 프레임워크를 사용하여 각각의 CR 노드(230a, 230b, 230c 및 230d)에 의한 감지를 제어할 수 있다. 감지 구성 메시지는 각자의 CR 노드에서 프로토콜 계층들 각각에 DSM-지원 기능을 구성하기 위해 사용될 수 있는 상위-계층 제어 메시지일 수 있다.

[0057] 도 6a, 도 6b 및 도 6c는 셀룰러 기술에 기초하여 CR 노드를 구성하기 위한 예시적인 감지 구성 정보의 교환을 나타낸 흐름도(650a, 650b 및 650c)이다. 각각의 도면에, DSM 엔진(600) 및 CR 노드(620)가 예시되어 있다. 각각의 도면에 대한 예시된 DSM 엔진(600)은 RRC(radio resource control) 계층(602), MAC(media access control) 계층(604) 및 PHY 계층(606)을 포함하고 있다. 이와 유사하게, 각각의 도면에 대한 예시된 CR 노드(620)는 RRC 계층(608), MAC 계층(610) 및 PHY 계층(612)을 포함하고 있다. 도 6a, 도 6b 및 도 6c에 예시된 메시지 흐름은 기술 분야의 당업자에 의해 WiFi 또는 M2M(machine to machine) 기술에 대해 용이하게 확장될 수 있다.

[0058] 도 6a에 예시된 예시적인 흐름도에서, 감지 구성을 포함하는 RRC 메시지(614)는 Ac 인터페이스를 통해 DSM 엔진(600)으로부터 구성될 CR 노드(620)로 송신된다. DSM 엔진(600)은 다수의 상이한 시나리오에서 RRC 메시지(614)를 각각의 개별 CR 노드[예컨대, CR 노드(620)]로 송신할 수 있다. 예를 들어, DSM 엔진(600)은, CR 노드(620)의 네트워크에의 등록 이후에, 제1 스테이지에서 주기적인 대략적 감지를 구성하는 초기 구성을 CR 노드(620)에 제공하기 위해 RRC 감지 구성 메시지(614)를 CR 노드(620)로 송신할 수 있다. 다른 예에서, DSM 엔진(600)은 그 노드에 대한 비동기 감지 기간을 트리거하는 이벤트의 결과로서 RRC 메시지(614)를 CR 노드(620)로 송신할 수 있다.

[0059] 감지 구성 메시지(614)는 CR 노드(620) 내의 기준의 감지 구성을 변경할 수 있거나, CR 노드(620) 내에 새로운 감지 구성을 부가할 수 있다. CR 노드(620)에 대한 각각의 감지 구성은 CR 노드(620)에 의해 취해질 주기적인 감지/측정 동작, 또는 DSM 엔진(600)에 의해 구성되는 비동기 측정 기간의 경우에 즉각적인 감지 동작을 나타낼 수 있다. 구성 메시지에서 송신되는 값에 기초하여, 활성 감지 구성이 또한 동일한 메시지를 사용하여 DSM 엔진(600)에 의해 디스에이블되거나 취소될 수 있다.

[0060] 표 2는 감지 구성 메시지(614)에 포함될 수 있는 내용 또는 필드를 나타내고 있다. 감지 구성 메시지(614)는 감지 유형에 기초하여 대략적(예컨대, 제1 스테이지) 및 미세(예컨대, 제2 스테이지) 감지 둘 다를 구성하도록 작성될 수 있다. 알고리즘의 유형, 감지 파라미터, 및 각각의 CR 노드(620)로부터의 예상된 반환값이 또한 감지 구성 메시지(614)에 의해 구성될 수 있다. 각각의 CR 노드는 DSM 엔진(600)에 의해 요청되는 감지를 언제 어떻게 수행할지를 알기 위해 활성 구성의 목록을 유지할 수 있다.

표 2

메시지 필드	사용
구성 ID	이 감지 구성을 식별해주는 고유 식별자를 포함한다. CR 노드로 송신되는 모든 감지 결과 또는 장래의 구성 메시지가 이 ID를 사용하여 식별될 것이다.
감지 유형	이 감지 구성을 적용되는 감지 유형(대략, 미세, 또는 활성 채널 모니터링 기반).
감지할 채널	이 감지 구성을 사용하여 감지될 채널 또는 특정의 대역폭의 목록.

주기성	노드가 이 구성과 연관된 감지를 수행하는 주파수의 주기. 수행되자마자 비활성화되는 비동기 감지 동작을 나타내기 위해 0의 주기가 사용될 수 있다.
감지 알고리즘	DSM 엔진이 알고 있는 알고리즘들의 목록 중에서 사용할 알고리즘.
감지 알고리즘 파라미터	감지 지속기간 및 복잡도를 제어하는 각각의 알고리즘과 연관된 파라미터의 특정의 값[예컨대, 고속 푸리에 변환(FFT) 크기, 샘플의 수 등]. 이 필드의 길이는 감지 알고리즘 필드의 값에 의존한다.
활성 채널 모니터링 방법	노드가 있을 수 있는 1차 선사용자의 도착을 검출하기 위해 L1 측정-기반 감지를 수행하라고 요구받을 때, 구성 메시지는 채널-모니터링 기반 감지 유형을 구성한다.
활성 채널 모니터링 파라미터	채널 모니터링 방법을 구성하는 파라미터.

[0062]

DSM 엔진(600)으로부터 감지 구성 메시지(614)를 수신한 것에 응답하여, 수신하는 CR 노드(620)의 RRC 계층(608)은 메시지를 해석하고, 메시지(614)에서 전달된 정보에 기초하여, 스택의 각각의 계층에서 CR 노드(620)를 구성할 수 있다. 이것은 감지에 관련된 PHY 계층(612) 파라미터는 물론, 감지 기간에 대한 RRC-레벨(608) 타이머 및 하위 계층에 의한 측정 보고를 포함할 수 있다. 도 6b에 예시된 바와 같이, CR 노드(620)는 RRC 메시지(616)를 다시 DSM 엔진(600)으로 송신하여, 감지 구성 메시지(614)에 포함된 정보에 기초한 CR 노드(620)의 구성을 확인해줄 수 있다.

[0063]

적어도 각각의 감지 구성 메시지(614)가 감지 구성 ID를 할당받기 때문에, CR 노드(620)에 의해 송신된 감지 결과가 이 ID에 따라 DSM 엔진(600)에 의해 식별될 수 있다. 도 6c에 예시된 바와 같이, CR 노드(620)는 구성 ID 및 감지 결과를 포함하는 RRC 메시지(618)를 Ad 채널을 통해 DSM 엔진(600)으로 송신할 수 있다.

[0064]

DSM 엔진(210)은 CR 노드들에 의해 주기적으로 송신된 감지 정보 또는 비동기적인 시스템 전체에 걸친 감지 기간 이후에 CR 노드들에 의해 송신된 감지 정보에 대해 융합을 수행하여, 특정의 대역에 1차 선사용자가 존재하는지에 관한 최종 결정을 발생할 수 있다. DSM 엔진(210)은 CR 노드들로부터의 I/Q 데이터를 사용한 융합 및 신뢰성 결정 융합을 포함할 수 있는 다수의 상이한 융합 기법 중 임의의 것을 사용할 수 있다.

[0065]

CR 노드들로부터의 I/Q 데이터를 사용한 융합의 경우, 선택된 수의 CR 노드들은 한 세트의 I/Q 샘플(또는 I/Q 샘플의 어떤 변환된 버전)을 곧바로 DSM 엔진(210)으로 송신할 수 있다. DSM 엔진(210)은 그 대역에 1차 선사용자가 존재하는지 여부를 판정하기 위해 I/Q 샘플을 결합하여 처리할 수 있다. DSM 엔진(210)이 그의 네트워크에 있는 CR 노드들 사이의 상관 관계에 대한 지식에 액세스하기 때문에, DSM 엔진(210)은 입력들이 상관되어 있지 않은 확률 변수로서 고려될 수 있는 결합 검출 문제(joint detection problem)를 형성할 수 있다. 긴 기간에 걸쳐 DSM 엔진(210)에 의해 수신된 주기적인 감지 결과를 사용하여 이 기법이 이용될 수 있고, 이 경우 검출에서 사용될 I/Q 샘플의 총량의 일부분이 각각의 주기적인 감지 기회 동안 송신될 수 있다. 이는 또한 비동기 감지 기간에 대해서도 사용될 수 있다.

[0066]

CR 노드로부터의 I/Q 데이터를 사용하는 융합의 경우, [예컨대, DSM 엔진(210)에 의해 결정된 노드들 간의 상관에 기초하여] 특정의 순간에 결합 감지 계산에 참여하도록 선택된 각각의 CR 노드는 N개의 복소(I/Q) 샘플의 벡터를 DSM 엔진(210)으로 송신할 수 있다. DSM 엔진(210)이 사용하는 스펙트럼 감지/추정의 유형에 따라, I/Q 샘플이 상이한 방식으로 결합될 수 있다.

[0067]

도 7은 주기도 스펙트럼 추정(periodogram spectrum estimation)을 사용하여 CR 노드들로부터의 I/Q 데이터를 사용하는 예시적인 융합 기법을 나타낸 도면이다. 예시된 예에서, CR 노드(710, 730 및 750)가 결합 감지 계산에 참여하도록 선택되어 있다. 각각의 CR 노드(710, 730 및 750)는 그의 각자의 I/Q 데이터 시퀀스의 고속 푸리에 변환(FFT)(712)의 제곱(714)을 구하고, 각자의 비평균화된 주기도(716, 736 및 756)를 상향링크 제어 채널(Ad)을 통해 제공한다. DSM 엔진(760)은 CR 노드들로부터 수신된 각각의 I/Q 데이터 시퀀스의 FFT의 제곱된 크기를 평균하여, 전력 스펙트럼 밀도의 결합(또는 협력적) 추정치(770)(예컨대, 평균화된 주기도)를 제공할 수 있다. DSM 엔진(760)에 있는 결정 논리(780)는 이어서, 평균화된 주기도(770)에 기초하여, 이용가능 대역 및 특정의 대역에 1차 선사용자가 존재하는지를 결정할 수 있다. 종래의 주기도 스펙트럼 추정에서는, 추정치의 분산을 감소시키기 위해 필요한 평균이 신호를 어쩌면 중복하는 부분들로 분할하는 것에 의해 달성될 수 있다. 이것은 스펙트럼 추정치의 전체 주파수 분해능을 감소시킬 수 있다. 몇개의 노드들에 걸쳐 수신된 데이터 샘플에 대해 평균하는 것(그리고 시퀀스 길이를 각각의 노드에서 동일하게 유지하는 것)에 의해, 주어진 감지 시간

에 대한 주파수 분해능을 희생시키는 일 없이, 분산의 증가가 달성될 수 있다.

[0068] 예를 들어, 비동기적인 시스템 전체에 걸친 무음 기간 동안 제공된 결과를 융합하기 위해, 신뢰성 결정 융합이 수행될 수 있다. 비동기적인 시스템 전체에 걸친 무음 기간 동안, 각각의 CR 노드는, 예를 들어, 특정의 대역에 1차 선사용자가 존재하는지 여부를 나타내는 결정을 반환할 수 있다. 보고된 결정은 부가의 정보와 결합될 수 있고, DSM 엔진(210)은 이를 사용해, 개개의 결정이 상관되어 있지 않은 관측으로부터 나온 것으로 가정하여, 전체적인 결정의 신뢰성을 생성할 수 있다. 전체적인 신뢰성을 생성하는 데 사용될 수 있는 있을 수 있는 부가의 정보는 추정된 SNR(signal-to-noise ratio), 메트릭 계산에 사용되는 샘플의 수, 또는 결정의 신뢰성의 어떤 측면을 표현하는 1차 선사용자의 존재 여부의 결정을 발생하는 데 사용되는 방법에 특유한 임의의 양을 포함할 수 있다. 결정(예컨대, 사용자 존재함 또는 사용자 존재하지 않음)은 물론 신뢰성 평가를 위한 부가의 정보가 CR 노드에 의해 상향링크 제어 채널을 통해 DSM 엔진(210)으로 송신될 수 있다.

[0069] DSM 엔진(210)은 각각의 CR 노드에 의해 발생된 결정들을 가중된 방식으로 결합할 수 있고, 보다 높은 신뢰성을 가지는 데이터를 보고하는 노드에 큰 가중치가 부여될 수 있다. 이것은 DSM 엔진(210)이 전송된 정보(예컨대, SRN, 임계값으로부터의 거리 등)에 기초하여 각각의 CR 노드로부터의 결정의 신뢰성을 도출하기 위해 그 노드에 의해 사용되는 감지 알고리즘을 알고 있는 것으로 가정한다. 특정의 시나리오에 대한 최상의 검출 확률 및 경보 오류 확률을 달성하기 위해 최적화될 수 있는 범용 K/N 결정 규칙을 사용하여 결정들이 결합될 수 있다. 환언하면, 1차 선사용자의 존재를 나타내고 특정의 가중치가 부여된 CR 노드들의 합이 특정의 목표값을 초과하는 경우, 대역이 1차 선사용자를 포함하는 것으로 판정될 수 있다. 그에 부가하여, DSM 엔진(210)은 그가 생성하는 융합된 결정의 전체적인 신뢰성 메트릭을 구할 수 있다. 비동기 감지 기간의 경우에 신뢰성 결정 융합이 사용될 때, DSM 엔진(210)은 신뢰성을 향상시키기 위해 또는 융합된 결정에 기초하여 스펙트럼 할당 또는 재할당을 수행하기 위해, (예컨대, 결정의 전체적인 신뢰성에 기초하여) 시스템 전체에 걸친 감지 기간을 연장하기로 할 수 있다.

[0070] 신뢰성 결정 융합 기법의 한 예에서, CR 노드가 계산된 메트릭을 정의된 임계값 γ 와 비교함으로써 1차 선사용자의 존재 여부에 대해 결정하는 것으로 가정될 수 있다. 상세하게는, 각각의 CR 노드에 의해 사용되는 메트릭이 최대 고유값과 최소 고유값의 추정된 비를 포함할 수 있다. 1차 선사용자의 존재 여부에 대해 CR 노드에 의해 취해진 결정은 수학식 1에 의해 주어질 수 있다:

수학식 1

$$\frac{\hat{\lambda}_{\max}}{\hat{\lambda}_{\min}} \begin{cases} > \gamma; \rightarrow H_1 \\ \leq \gamma; \rightarrow H_0 \end{cases}$$

[0071] [0072] 각각의 CR 노드에서 역행렬 계산을 필요로 함이 없이 최대 및 최소 고유값을 획득하기 위해, 행렬의 임의의 행의 FFT를 취함으로써 행렬의 고유값이 획득될 수 있도록, 각각의 CR 노드에서의 수신된 샘플들의 자기 상관 행렬이 순환 행렬(circulant matrix)로서 근사화될 수 있다. 정상 과정(stationary process)의 자기 상관 함수는 또한 (특히 주기 M의 값에 대해) 주기 함수로서 근사화될 수 있고:

수학식 2

$$r_M(k) = \sum_{l=-\infty}^{\infty} r(k + lM)$$

[0073] [0074] 여기서 $r(k)$ 은 수신된 신호의 자기 상관 함수이다. CR 노드는 L개의 주기의 합으로 제한된 주기적 자기 상관 함수의 추정치를 발생하고 수학식 3을 사용해 추정된 순환 자기 상관 행렬의 첫번째 행을 채우기 위해 이를 사용할 수 있다:

수학식 3

$$\hat{r}_k = \sum_{l=0}^{L-1} r(k + lM)$$

[0075]

[0076] 수학식 1의 결정에 사용되는 최대 및 최소 고유값이 수학식 3을 사용하여 획득된 순환 자기 상관 행렬의 행의

FFT의 최대 및 최소값으로서 획득될 수 있다. CR 노드는 이어서 결정 및 거리 응합을 위해 DSM 엔진(210)으로 송신할 수 있다.

[0077] 각각의 노드에 대한 결정 및 거리가 DSM 엔진(210)에 의해 수신될 때, DSM 엔진(210)은 협력적 감지에 관여된 N 개의 노드 모두로부터의 결정들의 가중합에 의해 획득된 결정 방정식(decision equation)을 형성할 수 있고:

수학식 4

$$D = \sum_{i=0}^N \alpha_i d_i H_i$$

[0078]

[0079] 여기서 H_i 는 1차 선사용자가 존재한다는 결정에 대해 1의 값을 취하고 1차 선사용자가 존재하지 않는다는 결정에

대한 -1의 값을 취하며, d_i 는 제*i* 노드에 의해 보고되는 거리 메트릭을 나타내고, α_i 는 과거의 결정으로부터의 메모리의 사용에 관련된 가중치를 나타낸다. DSM 엔진(210)이 그의 다음 행동 방침을 결정하기 위해 D의 값이 한 세트의 특정의 임계값과 비교될 수 있다. 예를 들어, 임계값이 (증가하는 크기 순으로) $-t_1 < t_2$ 로 정의되는 경우, DSM 엔진(210)은 다음과 같이 진행하기고 결정할 수 있다. $D < -t_1$ 인 경우, 1차 선사용자가 대역에 존재하지 않을 수 있고 대역이 자유롭게 사용할 수 있는 것으로 선언될 수 있다. $-t_1 < t_2$ 인 경우, DSM 엔진(210)은 비동기 감지 기간을 연장한다. $D > t_2$ 인 경우, 1차 선사용자가 대역에 존재하는 것으로 선언될 수 있고, 대역이 사용가능하지 않은 것으로 선언될 수 있다(예컨대, 그 대역에서 현재 전송하고 있는 임의의 CR 노드는 사용되지 않는 대역으로 나가라고 요구받을 수 있다).

[0080] DSM 엔진(210)은, 예를 들어, 높은 경보 오류 확률로 바이어스되어 있는 결정을 보장하기 위해, t_1 및 t_2 (반드시 같을 필요는 없음)의 값을 동적으로 변경할 수 있다. DSM 엔진(210)이 각각의 CR 노드로부터 보다 높은 신뢰성을 갖는 결정을 달성하기 위해 비동기 감지 기간을 연장할 필요가 있는 것으로 결정할 때, DSM 엔진(210)은 제어 채널을 통해 송신되는 비동기 감지 기간의 구성에 따라 임의의 수의 방식으로 거동할 수 있다. 예를 들어, CR 노드는, DSM 엔진(210)이 상기 결정을 할 때까지, 현재 동작하고 있는 대역을 통해 전송을 계속하도록 허용될 수 있다. 이어서, 새로운 비동기 무음 기간이 DSM 엔진(210)에 의해 트리거되어, 보다 신뢰성 있는 결과를 획득하기 위해 CR 노드에 그들의 처리를 이전의 기간과 병합하라고 지시할 수 있다. 다른 예에서, CR 노드는 무음 기간이 연장될 필요가 있는지에 관한 DSM 엔진(210)으로부터의 결정을 기다리고 있는 동안 무음인 채로 있을 수 있다. 이 예에서, 무음 기간이 DSM 엔진(210)에 의해 연장되는 경우에, CR 노드는 관심의 대역에서 감지를 계속할 수 있다.

[0081] 이 실시예에서, DSM 엔진(210)은 또한 그의 전체적인 신뢰성 계산 및 융합 방식에서 과거의 결정으로부터의 메모리를 사용할 수 있다. 1차 선사용자의 존재에 관한 잘못된 결정은 궁극적으로 1차 선사용자가 존재하는 CR 링크에서의 많은 수의 오류 또는 낮은 처리율을 야기할 수 있다. DSM 엔진(210)은 잘못된 전체적인 결정의 경우에 각각의 CR 노드에 의해 획득된 결정을 모니터링할 수 있고, 장래의 결정에 대한 이들 노드의 신뢰성을 인위적으로 하락시키기 위해 잘못된 결정을 발생한(또는 대체로 잘못된 결정에 기여한) CR 노드에 플래깅할 수 있다. 장기간에 걸친 이동성을 고려하기 위해 이들 CR 노드로부터의 인위적인 신뢰성 하락을 점차적으로 감소시키기 위해 망각 인자(forgetting factor)가 이용될 수 있다. 이 기법은 때대로 일어날지도 모르는 DSM 엔진

(210)에 의한 결정의 잘못됨에 대한 지식을 사용함으로써 대량의 쇼도잉(shadowing)에 노출되어 있을 수 있는 CR 노드의 배제를 가능하게 해줄 수 있다.

[0082] 감지 정보를 융합하여 주어진 스펙트럼에서의 1차 선사용자의 존재에 대한 더 나은 추정치를 얻기 위해 그리고 이와 같이 개별적인 CR 노드의 요구된 감지 민감도(sensing sensitivity)를 저하시키기 위해, DSM 엔진(210)은 각각의 CR 노드로부터 수신된 감지 정보가 상관되지 않도록(즉, 감지 정보 또는 감지 결정을 제공하는 2개 이상의 노드가 둘 다 1차 선사용자에 대해 동시에 페이딩되어 위치되어 있지 않도록) 할 수 있다. 협력적 감지 프레임워크에 기여하는 각각의 부가의 CR 노드가 다른 CR 노드와 상관되어 있지 않는 한, 부가의 CR 노드로부터의 결정 또는 정보를 부가하는 것은 DSM 엔진(210)에 의해 행해진 융합된 결정의 성능을 향상시킬 수 있다. 따라서, DSM 엔진(210)에 의한 감지 정보의 융합은 감지 작업에 참여하고 있는 CR 노드들 간의 최소한의 상관을 가정할 수 있다. 이것을 달성하기 위해, DSM 엔진(210)은 주기적인 감지 기간 동안 수신되는 감지 정보를 사용하여 네트워크에서 상관되어 있지 않은 CR 노드를 결정하는 초기 단계를 수행할 수 있다.

[0083] 주기적으로, 각각의 CR 노드는 감지 정보를 DSM 엔진(210)으로 송신할 수 있다. DSM 엔진(210)은 이 감지 정보를 사용하여 네트워크에 있는 노드들 중 어느 것이 상관되어 있지 않은지를 결정할 수 있고, 따라서 상관되어 있지 않은 노드들로부터의 장래의 정보가 융합을 위해 사용될 수 있다. 그에 부가하여, 2개 이상의 노드가 상관되어 있는 것으로 판정될 때, 한 세트의 특정의 대역에 대한 보다 빠른 감지를 달성하기 위해 또는 한 세트의 대역에 대한 감지 부하를 공유할 수 있는 상관된 노드들에 대한 배터리 절감을 달성하기 위해 이들 노드에 의해 수행되는 장래의 감지 작업이 분할될 수 있다. DSM 엔진(210)은 상관된 CR 노드 및 상관되어 있지 않은 CR 노드의 목록을 유지하는 것에 의해 또는 각각의 CR 노드 쌍에 상관 계수를 할당하는 것에 의해 이것을 할 수 있다. 이러한 상관 계수의 목록 또는 세트가 이어서, 예를 들어, 특정의 대역에서의 1차 선사용자의 존재 여부에 관한 단일 결정을 획득하기 위해 어느 CR 노드의 감지 결과가 결합/융합될 수 있는지 및 다수의 대역에 걸쳐 감지 작업을 분할하고 각각의 CR 노드에 대역들의 서브세트를 할당하기 위해 어느 CR 노드가 그 대신에 협력할 수 있는지를 결정하기 위해 DSM 엔진(210)에 의해 사용될 수 있다. 예를 들어, AGC 이득을 사용하는 기본 RSSI 스캐닝, 필터 뱅크의 사용, 에코잉(echoing), 위치 정보 및 삼중쌍(triplet)의 시그널링을 비롯한 임의의 수의 방법이 CR 노드들 간의 상관의 양을 결정하는 데 사용될 수 있다.

[0084] AGC 이득을 사용하는 기본 RSSI 스캐닝의 경우에, 각각의 CR 노드는 그가 감지하는 넓은 범위의 주파수에 대한 한 세트의 RSSI(received signal strength indicator) 값을 DSM 엔진(210)으로 송신할 수 있다. 각각의 주파수에서의 RSSI는 관심의 주파수에서 그 CR 노드의 무선에 대한 안정된 AGC 이득의 역으로서 획득될 수 있다. DSM 엔진(210)은 이어서 융합을 위해 사용할 상관되어 있지 않은 노드들의 목록을 작성하기 위해 각각의 CR 노드로부터 획득된 RSSI 값의 시퀀스의 상관을 수행할 수 있다. 관측된 RSSI 시퀀스가 강하게 상관되어 있는 CR 노드는 역시 강하게 상관되어 있는 감지 결과를 생성할 것으로 예상될 수 있다.

[0085] 도 8은 AGC 이득 기법을 사용하는 기본 RSSI 스캐닝의 예에서 사용될 수 있는 필터(800)를 나타낸 도면이다. AGC 이득 기법을 사용하는 기본 RSSI 스캐닝의 예에서, 각각의 CR 노드는 전력 스펙트럼 추정의 필터 뱅크 기법을 사용한 전력 스펙트럼 추정치를 DSM 엔진(210)으로 송신할 수 있다. 스펙트럼 추정의 필터 뱅크 기법에서, 수신된 신호 $x(n)$ 이 필터에 의해 필터링될 수 있다. 각각의 필터의 출력은 특정의 서브대역에서의 수신된 신호의 신호 성분을 나타낼 수 있고, 추정된 전력 스펙트럼 밀도는 필터 뱅크의 각각의 출력 $PSD(0)$, $PDS(f_1)$ 및 $PSD(F_{N-1})$ 에서 측정된 신호 전력의 추정치에 의해 획득될 수 있다.

[0086] CR 노드는 한 세트의 출력 전력을 시퀀스로서 DSM 엔진(210)으로 주기적으로 송신할 수 있고, DSM 엔진(210)은 이들 2개의 시퀀스 간의 상관을 계산하여 CR 노드들 간의 상관의 양을 구할 수 있다. 그에 부가하여, 이들 출력이 전력 스펙트럼 밀도의 추정치를 나타내기 때문에, 이들은 또한 CR 노드에 의해 사용될 잠재적 스펙트럼 구멍 또는 대역을 찾아내기 위해 필요한 관측 스펙트럼(observation spectrum)의 대략적인(초기) 추정치로서 사용될 수 있다.

[0087] 에코잉 방법의 경우, DSM 엔진(210)은 네트워크 내의 각각의 노드로 브로드캐스트될 수 있는 특수 비이컨을 발생하기 위해 무음 기간을 사용할 수 있다. 각각의 노드는 소정의 기간 동안 비이컨이 있는지 리스닝할 수 있고, 이어서 수신된 비이컨을 상향링크 제어 채널(Ad)을 통해 DSM 엔진(210)으로 재전송할 수 있다. DSM 엔진(210)은 각각의 CR 노드로부터 수신된 신호를 사용하여, 수신된 비이컨을 에코잉한 각각의 CR 노드 간의 상관의 양을 구할 수 있다. 상세하게는, 상관된 CR 노드는 비이컨을, 특정의 주파수에서 유사하게 페이딩되어 또는 둘 다 상당히 감쇠되어(예컨대, CR 노드 둘 다가 동일한 쇼도잉에 노출될 수 있음을 나타냄), 다시 에코잉할 수 있

다.

[0088] 위치 정보 방법의 경우, 지리적 위치 정보는 감지를 수행하는 CR 노드들 간의 상관의 양을 나타낼 수 있다. 노드들이 GPS(global positioning system) 또는 다른 위치 표시 수단을 구비하고 있는 CR 네트워크의 경우에, DSM 엔진(210)은 위치 정보를 사용하여 상관된 CR 노드 및 상관되어 있지 않은 CR 노드의 목록을 발생할 수 있다. 일반적으로, 상관되어 있지 않은 CR 노드는 서로로부터 지리적으로 더 멀리 떨어져 있을 수 있는 반면, 상관된 CR 노드는 서로 가까이 있을 수 있다.

[0089] 삼중쌍 시그널링 방법의 경우, 신호의 검출 확률(P_d)이 각각의 CR 노드에서 관측되는 SNR에의 일대일 매핑을 가질 수 있다. 따라서, 각각의 대역에 대해 P_d 를 DSM 엔진(210)으로 시그널링하는 것은 DSM 엔진(210)이 각각의 노드에서의 SNR 뿐만 아니라 CR 노드들 간의 관측된 신호의 상관의 대략적인 맵을 식별하는 데 도움을 줄 수 있다. 네트워크 내의 각각의 CR 노드는 대역 중심 주파수, 대역폭 및 검출 확률을 각각 나타내는 각각의 대역에 대한 감지 정보 삼중쌍 $\{f_c, B, P_d\}$ 을 송신할 수 있다. 각각의 대역에 대해, DSM 엔진(210)은 (모든 노드들로부터 송신된) 모든 P_d 신호들 중 최대값을 3개의 레벨 중 하나에 매핑할 수 있다: (0 내지 x%), (x% 내지 y%) 및 (y% 내지 100%). 최대 P_d 가 (0 내지 x%) 레벨에 있는 경우, 대역은 네트워크 내에서 사용을 위해 비어 있는 것으로 가정될 수 있다. 최대 P_d 가 (x% 내지 y%)에 있는 경우, 대역이 네트워크 내에서 사용가능한 것으로 가정될 수 있지만, 고려 중인 f_c 및 기지의 신호 전파 특성에 기초한 어떤 전송 전력 제한이 있다. 최대 P_d 가 (y% 내지 100%)에 있는 경우, 대역이 점유되어 있고 네트워크 내에서 사용하지 못하도록 제한되어 있을 수 있다. x% 임계값이 최대 경보 오류 확률 한계로서 선택될 수 있다. y% 임계값이 각각의 대역에 대해 상이하게 선택될 수 있다. 고려 중인 대역이 보다 낮은 주파수에 있는 경우, y% 임계값이 보다 높게(100%에 더 가깝게) 선택될 수 있는 반면, 보다 높은 주파수 대역에서는 y% 임계값이 보다 낮게(100%로부터 멀리 떨어지게) 선택될 수 있다.

[0090] 상관 결정 스테이지의 끝에서, DSM 엔진(210)은 서로 상관되어 있지 않거나 약하게 상관되어 있는 CR 노드의 목록 및 상관되어 있지 않은 목록 내의 하나 이상의 CR 노드와 강한 상관을 가지는 CR 노드의 목록을 가질 수 있다. DSM 엔진(210)은 제1 감지 스테이지 동안 수신된 정보는 물론, 한 세트의 상관되어 있지 않은 CR 노드를 사용하여 시스템 전체에 걸친 무음 기간 동안 수행되는 제2 감지 스테이지로부터의 감지 정보로부터 감지 결과의 융합을 수행할 수 있다.

[0091] 그에 부가하여, 상관된 CR 노드의 존재는 DSM 엔진(210)이, 가능한 경우, 감지 기간을 단축시키기 위해 또는 특정의 CR 노드에 대한 배터리 전력을 절감하기 위해, 시스템 전체에 걸친 무음 기간에서의 감지 작업을 CR 노드들 간에 분할할 수 있게 해줄 수 있다. 이것은 상관 그룹(예컨대, 서로 강하게 상관되어 있는 것으로 보이는 CR 노드들의 그룹)에 속해 있는 CR 노드들 간의 협력적 감지 프레임워크에서 각각의 CR 노드에 의해 수행될 감지 작업을 분할함으로써 달성될 수 있다. 감지 대역이 균일하게 분할되고 상관 그룹 내의 각각의 CR 노드에 의해 개별적으로 감지될 수 있다. 그에 부가하여, DSM 엔진(210)이 융합을 위해 소프트 정보(soft information)를 사용하는 경우에, 상관 그룹 내의 CR 노드는 요구된 소프트 정보를 발생하기 위해 모두가 똑같이 기여할 수 있다. 상관 결정 스테이지는 때때로 CR 노드의 이동 또는 네트워크 내의 장애물에 의해 야기되는 CR 노드들 간의 상관의 변화를 고려하기 위해 DSM 엔진(210)에 의해 반복될 수 있다.

[0092] DSM 엔진(210)은 초기에 상관되어 있는 것으로 발견했던 노드들 간의 상관의 양을 추가로 감소시키는 기법을 사용할 수 있다. 협력적 감지 결과에 기여할 수 있는 CR 노드의 수를 증가시키기 위해 이를 기법이 사용될 수 있다.

[0093] 주기적인 무음 기간의 경우에, CR 노드는 교호하는 무음 기간에서 그의 감지를 수행하고 다른 무음 기간에서 작업을 수행하지 않도록 요구받을 수 있다. 이것은 (감지 및 장래의 상관 통계 둘 다에 대해) 이들 2개의 노드로부터 정보를 획득하기 위해 요구되는 전체 시간을 연장시킬 수 있다. 그렇지만, 이는 2개의 CR 노드가 역상관(decorrelate)되는 확률을 증가시킬 수 있다. 시간 스큐를 통해 역상관이 달성될 수 있는 경우, 그 2개의 CR 노드가 관여되어 있을 때 비동기적 무음 기간과 관련하여 동일한 시간 스큐가 적용될 수 있다.

[0094] 도 9는 주기적 감지 스테이지의 경우에 CR 노드들 간의 시간 스큐의 가능한 구현 예를 나타낸 도면(900)이다. 예시된 예에서, CR 노드 1 및 CR 노드 2는 강하게 상관되어 있는 것으로 밝혀졌고, CR 노드 3 및 CR 노드 4는 강하게 상관되어 있는 것으로 밝혀졌다. DSM 주기적 감지 스케줄이 901에 예시되어 있고, 감지 기간(902a, 902b 및 902c)을 포함하고 있다. 각각의 감지 기간은 각자의 감지 시간(904a, 904b 및 904c) 및 각자의 정기적

전송/수신 시간(906a, 906b 및 906c)을 포함하고 있다. 스케줄(950 및 970)에 의해 예시된 바와 같이, 노드 1 및 노드 2의 감지 시간 및 노드 3 및 노드 4의 감지 시간이 시간상 분리되어 있는데, 그 이유는 DSM 엔진(210)이 CR 노드들 간의 상관을 저하시키려고 시도하고 있고, 따라서 감지 결과가 제공하게 될 상관을 감소시키기 때문이다. CR 노드가 유휴 상태에 있는 기간이 그 CR 노드에 대한 배터리 전력을 절감하기 위해 사용될 수 있다. 예시된 예에서, CR 노드 1 및 CR 노드 3은 감지 시간(904a 및 904c) 동안 스펙트럼을 감지할 수 있고, 감지 시간(904b) 동안 유휴 상태에 있을 수 있다. CR 노드 2 및 CR 노드 4는 감지 시간(904a 및 904c) 동안 유휴 상태에 있을 수 있고, 감지 시간(904b) 동안 스펙트럼을 감지할 수 있다.

[0095] CR 노드가 다중-안테나 장비를 구비하고 있는 경우, DSM 엔진(210)은 CR 노드들 간의 상관을 저하시키기 위해 하향링크 제어 채널을 통한 2개의 상관된 CR 노드 중 하나에 대한 제어 메시지를 사용하여 안테나 빔형성 각도를 변경할 수 있다. 이것은 상관된 CR 노드들로 하여금 강제로 그 근방에 있는 상이한 지리적 영역에 집중하게 할 수 있고, 따라서 CR 노드 둘 다가 동일한 1차 선사용자로부터 동시에 쉐도잉을 경험하는 기회를 감소시킬 수 있다. CR 노드들 간의 빔형성 각도의 변화를 보는 다른 방식은 이것을 2개의 상이한 CR 노드에 의해 송신된 감지 결과의 특수 다이버시티를 증가시키는 것으로 간주하는 것일 수 있다.

[0096] CR 노드들 간의 상관을 결정하는 데 사용되는 대략적 감지 결과는 또한 전송을 위한 잠재적 이용가능 스펙트럼(한 세트의 스펙트럼 구멍이라고 할 수 있음)의 목록을 형성하는 데 사용될 수 있다. DSM 엔진(210)은 주기도(PSD)를 구하는 전술한 방법들 중 하나를 사용하여 또는 FFT-기반 스펙트럼 추정 등의 보다 종래의 방법을 사용하여 수행될 수 있는 대략적 감지는 물론, CR 노드에 의해 요구 시에 사용될 이용가능 대역의 목록을 결정하여 유지하기 위한 미세 감지 방법의 결합을 사용할 수 있다.

[0097] 주기적으로 수행되는 대략적 감지는 PSD의 골(valley)을 식별함으로써 잠재적 스펙트럼 구멍의 목록을 획득하기 위해 사용될 수 있다. 각각이 구멍의 최소 및 최대 주파수에 의해 식별되는 이들 구멍의 목록이 CR 네트워크 대역폭 전체의 대략적 감지에 관여되어 있는 각각의 CR 노드로부터의 대략적 감지 정보의 처리 후에 DSM 엔진(210)에 의해 유지될 수 있다. DSM 엔진(210)이 새로운 대략적 감지 정보를 수신할 때마다 잠재적 스펙트럼 구멍의 목록이 갱신될 수 있다.

[0098] CR 네트워크에 대한 사용가능 대역폭을 결정하기 위해, 잠재적 구멍의 목록에 있는 각각의 스펙트럼 구멍이 하나 이상의 CR 노드에 의해 지정된 대역폭에 대해 수행되는 미세 감지 알고리즘을 사용하여 테스트될 수 있다. DSM 엔진(210)에 의해 다수의 노드가 동일한 스펙트럼 구멍에 대해 미세 감지를 수행하라고 지시받은 경우, 정보를 융합하기 위해 전술한 융합 방법이 사용될 수 있다. 미세 감지 및 융합된 정보의 최종 결과는 주어진 잠재적 스펙트럼 구멍이 CR 노드에 의해 사용가능한지를 판정하는 것을 포함할 수 있다. DSM 엔진(210)은 이어서 이 구멍을 임의의 CR 노드에 의해 사용될 이용가능 스펙트럼의 목록에 부가할 수 있다.

[0099] CR 네트워크의 크기 및 대역폭 요구와 현재의 스펙트럼 이용가능성에 따라, DSM 엔진(210)은 대역에 대한 임의의 요청 시에 CR 노드에 할당될 수 있는 사용가능 스펙트럼 대역의 목록을 유지할 수 있다. 각각의 사용가능 스펙트럼 대역은 DSM 엔진(210)의 관점에서 볼 때 그와 연관된 수명을 가질 수 있다. 사용가능 스펙트럼 대역의 수명이 만료될 때, DSM 엔진(210)은 그 대역에 대해 미세 감지를 수행하고 대역이 여전히 사용가능한지를 판정하기 위해 비동기 감지 기간을 트리거할 수 있다. 새로운 대략적 감지 정보가 DSM 엔진(210)에 의해 수신될 때, PSD 정보가 이를 사용가능 스펙트럼 대역이 현재 점유되어 있을지도 모른다는 것을 나타내는 경우, 이것은 또한 사용가능 스펙트럼 대역에 대한 미세 감지를 트리거할 수 있다. 신뢰성있는 스펙트럼 대역이, 각각의 CR 노드에서의 감지 알고리즘의 구현 및 DSM 엔진(210) 및 CR 노드에 의해 사용될 대역폭 할당 방법 등의 인자들에 따라, 고정 크기 또는 가변 크기일 수 있다.

[0100] 도 10은 DSM 네트워크[예컨대, 도 2의 DSM 네트워크(200)]에 있는 단일의 특정의 감지 노드 내에서 스펙트럼 감지를 실행하는 예시적인 아키텍처(1000)의 블록도이다. 도 10에 예시된 아키텍처(1000)는 3개의 논리 엔터티, DSM-RFSB(DSM-Radio Frequency Sensing Board, DSM-무선 주파수 감지 보드)(1030), DSM-SSF(DSM-Spectrum Sensing Function, DSM-스펙트럼 감지 기능)(1020) 및 DSM-CMF(DSM-Channel Management Function, DSM-채널 관리 기능)(1010)를 포함하고 있다. DSM 네트워크 내에서의 이들 엔터티의 물리적 위치는 특정의 설계 및 구현에 의존할 수 있다. 예로서, 도 2에 예시된 DSM 네트워크(200)의 경우, DSM-RFSB(1030)는 CR에 포함될 수 있고[예컨대, 도 2의 WTRU(230a, 230b, 230c 및 230d)에 포함될 수 있음], DSM-SSF(1020) 및 DSM-CMF(1010)는 DSM 엔진(220)에 포함될 수 있다. 그렇지만, 도 10에 예시된 기능들은 WTRU, DSM 엔진, AP 또는 임의의 다른 장치 간에 분할될 수 있고(또는 단일 WTRU, DSM 엔진, AP 또는 임의의 다른 장치에 위치해 있을 수 있음), 도 10 내지도 26과 관련하여 기술되는 예들은 이를 기능 엔터티 각각의 물리적 위치에 관계없이 적용될 수 있다.

[0101]

예시된 DSM-RFSB(1030)는 특정의 대역폭의 기본 스펙트럼 감지를 수행할 수 있는 논리 엔터티이다. 스펙트럼 감지는, 예를 들어, 관심의 주파수 대역에 대한 감지 메트릭을 제공하기 위해, 특정의 주파수 대역에서 샘플들을 수집하는 것 및 하나 이상의 스펙트럼 감지 알고리즘을 적용하는 것을 포함할 수 있다. 특정의 주파수 대역, 감지 알고리즘 그리고 다른 타이밍 및 제어 정보가 도 6a에 예시된 감지 구성 메시지(614) 등의 감지 주파수 메시지에서 DSM-SSF(1020)에 의해 DSM-RFSB(130)에 제공될 수 있다.

[0102]

DSM-RFSB(1030)는 스펙트럼 감지가 수행되어야 하는 주파수 대역에서의 장치 전송 및 간섭을 검출하는 동작을 할 수 있는 감지 무선(sensing radio)(1032)을 구비하고 있는 물리적 하드웨어, 기저대역 샘플을 발생할 수 있는 하향 변환 하드웨어, 및 관심 대역에 대한 메트릭을 도출하기 위해 발생된 기저대역 샘플을 처리할 수 있는 감지 알고리즘을 포함할 수 있다. DSM-RFSB(1030)는 관심 대역에 대한 도출된 메트릭을 DSM-SSF(1020)에 제공할 수 있다. 메트릭을 도출하기 위해 DSM-RFSB(1030)가 사용할 수 있는 처리는 DSM-RFSB(1030)와 DSM-SSF(1020) 사이에서 교환되는 정보가 간소하고 최소일 수 있도록 하는 것일 수 있다.

[0103]

DSM-SSF(1020)는 DSM-RFSB(1030) 및 DSM-RFSB(1030)의 일부인 감지 알고리즘을 제어할 수 있는 논리 엔터티이다. DSM-SSF(1020)는 DSM-RFSB(1030)에 의해 감지될 대역폭을 구성할 수 있고, 이를 대역 각각의 대응하는 채널 메트릭 표시를 수신할 수 있다. 예를 들어, 모듈형 아키텍처를 유지하기 위해, DSM-RFSB(1030)는 범용 감지 기능을 구비하고 있을 수 있고, DSM-SSF(1020)는 [예컨대, 감지 구성 메시지(614)를 DSM-RFSB(1030)로 전송함으로써] 특정의 응용에 대한 DSM-RFSB(1030)의 범용 감지 기능을 미세 조정하거나 커스터마이즈할 수 있다. 예를 들어, 특정의 DSM 응용이 TVWS(television white space)에서의 한 세트의 6 MHz 채널에 걸친 감지를 필요로 하는 경우, VHF(very high frequency) 및 UHF(ultra high frequency) 대역에서 동작할 수 있는 무선부를 가지는 DSM-RFSB(1030)가 선택될 수 있고, DSM-SSF(1020)는 이를 6 MHz 채널을 반영하는 스펙트럼 감지 결과를 포착하기 위해 DSM-RFSB(1030)를 제어할 수 있다. DSM-SSF(1020)는 스펙트럼의 사용가능성 또는 점유율에 관한 결정을 할 수 있고, 그 결정(예를 들어, 채널 점유율 정보, 품질 정보 및 RAT 데이터 측정을 포함함)을 DSM-CMF(1020)로 전달할 수 있다.

[0104]

DSM-CMF(1010)는 DSM을 이용하는 특정의 기술에 대한 대역폭의 관리를 감독할 수 있다. 예를 들어, DSM-CMF(1010)는 네트워크가 사용할 수 있는 이용가능 채널의 목록 및 이 목록 상의 각각의 채널과 연관된 대역폭을 포함시킬 수 있다(또는 외부 엔터티 또는 데이터베이스로부터 획득할 수 있음). DSM-CMF(1010)는 채널 대역폭 및 다른 파라미터를 DSM-SSF(1020)로 전달할 수 있고, DSM-SSF(1020)는 어느 대역이 점유되어 있지 않은지를 결정할 수 있고 각각의 대역과 연관된 품질을 제공할 수 있다. DSM-CMF(1010)는 DSM-SSF(1020)로부터 획득된 점유율 및 품질 정보, 대역폭과 연관된 정책 규칙(예컨대, FCC 규제 규칙) 및 사용하기 위해 고려되고 있는 각각의 대역에 대한 최근의 점유율 이력에 기초하여 시스템에 의해 사용될 대역폭을 결정할 수 있다. DSM-CMF(1010)는 이어서 채널 할당 결정을 네트워크에 있는 WTRU에 제공할 수 있다. DSM-CMF(1010)는 또한 다른 협력하는 DSM-CMF(1015)와 조정 데이터를 교환할 수 있다.

[0105]

도 11은 DSM 네트워크에서 스펙트럼 감지를 실행하는 도 10에 예시된 아키텍처(1000)의 TVWS 구현 예(1100)의 블록도이다. 예시적인 아키텍처는 TVWS 대역을 통한 AP(access point)(1140), 감지 보드(1110) 및 CGW(1130)와의 통신을 위해 대역폭의 할당을 필요로 할 수 있는 WiFi 또는 메쉬 스테이션(STA)(1190)을 포함하고 있다. 예시된 AP(1140) 및 STA(1190)는 RF 인터페이스(1170)를 통해 통신하도록 그리고 SPI 버스(1194)를 통해 감지 보드(1110)와 통신하고 있는 TVWS 하향 변환기 보드(1160 및 1180)를 사용하도록 구성되어 있다.

[0106]

예시된 예시적인 아키텍처(1100)에서, 채널 선택 및 채널 전환 결정이, 특정의 조건에서, 감지 보드(1110)에서 직접 행해질 수 있다. 이 예에서, 도 10의 DSM-SSF(1020)의 작업이 감지 보드(1110) 상에 존재하는 스위치 엔터티[TVWS-SSF-S(1112)]와 CGW(1130)에 존재하는 스위치 엔터티[TVWS-SSF-P(1132)] 간에 논리적 방식으로 분할된다. CGW(1130)의 TVWS-CMF(1134)는 도 10의 DSM-CMF(1010)의 기본 기능을 수행할 수 있지만, TVWS 쪽을 목표로 하고 있다. 예시된 CGW(1130)는 또한 정책 규칙 및 기타 필요한 데이터가 검색되고 저장될 수 있는 데이터베이스(1136)를 포함하고 있다. 예시적인 아키텍처에서, DSM-RFSB(1030)의 기능은 감지 보드(1110) 상에 포함되어 있다. 예시된 감지 보드(1110)는 또한, 예를 들어, 도 10에 예시된 감지 무선(1032)에 대응할 수 있는 RF 모듈(1114)을 포함하고 있다. RF 모듈(1114)은, 예를 들어, 간섭원(1150) 등의 다른 장치들로부터의 간섭 및 스펙트럼 사용을 측정할 수 있다.

[0107]

도 12 내지 도 17은 하향 변환기(1200)[예를 들어, TVWS 하향 변환기 보드(1160 및 1180)를 포함할 수 있음], 도 11에 예시된 감지 보드(1110) 및 CGW(1130) 사이의 예시적인 메시지 흐름을 나타낸 신호도이다. 시그널링 메시지(1202 및 1204)가, 각각, 하향 변환기(1200)와 감지 보드(1110) 사이에서 그리고 감지 보드(1110)와

TVWS-SSF-P(1132) 사이에서 교환될 수 있다. 메시지(1206)가 TVWS-SSF-P(1132)와 TVWS-CMF(1134) 사이에서 교환될 수 있다.

[0108] 도 12는 시스템 초기화의 제1 단계에 대한 예시된 호 흐름(1200)을 나타낸 것이다. 감지 보드(1110) 및/또는 CGW(1130)의 부트업 이후에(1208), 감지 보드(1110)는 CGW(1130)에 접속하여 IP 링크 초기화 메시지(1210 및 1212로 나타냄)에서 그의 서비스를 감지 전용 장치로서 광고함으로써 CGW(1130)와 IP 링크를 설정할 수 있다. 감지 보드(1110)가 CGW(1130)에 접속되면, CGW(1130)는 이용가능 채널이 있는지 데이터베이스(1136)를 판독하고(1214), 채널 ID 및 주파수 설정 정보 메시지(1216 및 1218로 나타냄)를 사용하여 AP(1140)에 의해 사용될 수 있는 채널로 감지 보드(1110)를 구성할 수 있다. 이 메시지는 채널 ID를 각각의 채널에 부여하고, 이 채널을 감지할 때 사용될 RF 파라미터(예컨대, 중심 주파수 및 감지 대역폭)를 연관시킬 수 있다. 감지 보드(1110)는 채널 ID 및 중심 주파수 정보를 저장하고(1220), 채널 설정 확인 메시지를 CGW(1130)로 송신할 수 있다(1224 및 1226으로 나타냄).

[0109] 도 13은 시스템 초기화의 제2 단계에 대한 예시된 호 흐름(1300)을 나타낸 것이다. 도 2에 예시된 초기화 프로세스의 제1 단계에서 감지할 기본 채널의 구성 이후에, CGW(1130)는 계속하여 감지 보드(1110)에 의해 각각의 채널에서 사용될 임계값 평균 길이를 구성할 수 있다(1306). 이들 파라미터는 TVWS-SSF-S(1112)에 의해 행해지는 감지 트리거 결정을 제어할 수 있다[즉, TVWS-SSF-S(1112)가 간접체의 존재를 TVWS-SSF-P(1132)에 통지할 수 있을 때 그리고 TVWS-SSF-S(1112)가 채널 전환을 독립적으로 트리거할 수 있을 때]. TVWS-CMF(1134)는 각각의 채널 상에서 예상되는 선사용자의 유형 및 감도에 관련된 특정의 정보를 TVWS-SSF-P(1132)에 제공할 수 있으며, 이는 TVWS-SSF-P(1132)가 선사용자의 존재를 판정하고 선사용자 검출 결정 정보를 저장할 수 있게 해준다(1308). TVWS-SSF-P(1132)는 또한 트리거 임계값을 TVWS-SSF-S(1112)로 전달하고(1308), 평균 길이 및 하위 및 상위 임계값을 포함하는 채널 감지 구성 설정 메시지를 감지 보드(1110)로 송신할 수 있다(1310). 감지 보드(1110)는 이어서 감지 스케줄 및 임계값을 구성할 수 있다(1312). 설정이 완료되면, 감지 보드(1110)는 감지 구성 설정 확인 메시지를 CGW(1130)로 송신할 수 있다(1314 및 1316으로 나타냄).

[0110] 도 14는 초기 채널 선택을 위한 예시적인 호 흐름(1400)을 나타낸 것이다. TVWS-CMF(1134)는 채널 품질 요청 메시지를 TVWS-SSF-P(1132)로 송신할 수 있고(1404), TVWS-SSF-P(1132)는 차례로 감지 측정 요청을 감지 보드(1110)로 송신할 수 있다(1402). 그에 응답하여, 감지 보드(1110)는 모든 채널에 대해 감지를 수행하고(1406), 예를 들어, 측정된 PSD를 포함하는 감지 측정 응답 메시지를 TVWS-SSF-P(1132)로 송신할 수 있다(1408). TVWS-SSF-P(1132)는 감지 측정 응답 메시지에서 수신된 PSD를 채널 품질로 변환하고(1410), 채널 품질 응답 메시지를 TVWS-CMF(1134)로 전송할 수 있다(1412). TVWS-CMF(1134)는 이어서, 예를 들어, 채널 품질 응답 메시지에서 수신된 정보에 기초하여, 초기 활성 채널 및 최상의 대안 채널을 결정할 수 있다(1414).

[0111] TVWS-CMF(1134)는 결정된 활성 채널 및 최상의 대안 채널에 관한 정보를 포함하는 활성 채널 설정 요청 메시지를 TVWS-SSF-P(1132)로 송신할 수 있다(1416). TVWS-SSF-P(1132)는 현재의 최상의 대안 채널 정보를 저장하고(1418), 결정된 활성 채널 및 최상의 대안 채널을 포함하는 활성 채널 설정 요청을 감지 보드(1110)로 송신할 수 있다(1420). 감지 보드(1110)는 현재의 최상의 대안 채널 정보를 저장하고(1422), AP(1140)와 STA(1190) 사이의 통신을 위한 채널을 변경하기 위해 주파수 변경 명령을 하향 변환기(12100)로 송신하며(1424), 활성 채널 설정 확인 메시지를 CGW(1130)로 송신할 수 있다(1426). 주파수 변경 명령 메시지를 수신한 것에 응답하여, 하향 변환기(1200)는 AP(1140)와 STA(1190) 사이의 통신을 위한 동작 주파수를 변경할 수 있다(1434).

[0112] 감지 보드(1110)는 활성 채널에 대해 연속적인 높은 우선순위 감지를 시작하고(1430), 활성 채널로 사용 중이 아닐 때 다른 채널에 대해 낮은 우선순위 감지를 시작할 수 있다(1432). 감지 보드(1110)는 이어서 낮은 우선순위 채널에 대한 평균화된 PSD를 포함할 수 있는 대안 채널 측정 결과를 TVWS-SSF-P(1132)로 송신할 수 있다(1436 및 1438로 나타냄).

[0113] 도 14에 나타낸 예에서, 감지 보드(1110)의 구성 이전에, AP(1140)와 STA(1190) 사이의 통신이 일어나지 않는 것으로 가정될 수 있다. 그 결과, 초기화 동안 초기 활성 및 대안 채널의 선택이 일어날 수 있다. 감지 보드(1110)가 선택적일 수 있고 감지 보드(1110)의 부트업 이전에 비디오 링크가 설정될 수 있는 다른 실시예에서, TVWS-CMF(1134)는 채널 품질 요청 메시지를 송신하지 않을 수 있다(1404). 그 대신에, TVWS-CMF(1134)는 감지 및 전환 결정 동안 TVWS-SSF-S(1112)에 의해 사용될 활성 및 대안 채널을 구성하기 위해 활성 채널 설정 요청 메시지를 송신할 수 있다(1416).

[0114] 도 15는 정상 호 동작을 위한 예시적인 호 흐름(1500)을 나타낸 것이다. 정상 동작 동안, TVWS-SSF-S(1112)는 활성 채널 감지를 수행하기 위해 AP(1140) 및 STA(1190)에 의해 제공되는 무음 기간에 따라 활성 및 대안 채널

에 대한 감지를 조정할 수 있다. 이것은 대안 채널에 대한 주기적 감지를 포함할 수 있다. TVWS-SSF-S(1112)는 활성 채널 감지 결과를 구성된 트리거 임계값과 비교함으로써 활성 채널 감지 결과를 연속적으로 모니터링할 수 있다(1512 및 1542). 그에 부가하여, TVWS-SSF-S(1112)는 대안 채널에 대해 낮은 우선순위 감지를 수행하고(1504 및 1522), 대안 채널 감지 결과를 대안 채널 측정 결과 메시지(1506 및 1524)를 통해 TVWS-SSF-P(1132)로 송신할 수 있다. TVWS-SSF-P(1132)는 이를 측정 결과에 대해 처리를 수행하고(1508 및 1526), 대안 채널 품질에 관한 정보를 TVWS-CMF(1134)로 송신할 수 있으며(1510 및 1528), TVWS-CMF(1134)는 상이한 대안 채널의 품질을 비교하여 새로운 최상의 대안 채널을 결정할 수 있다(1514 및 1530). 간접 또는 활성 채널 상의 선사용자로 인한 채널 전환의 경우에 새로운 최상의 대안 채널이 사용될 수 있다. TVWS-CMF(1134)는 또한 대안 채널에 대한 결정을 하기 위해 TVWS의 사용에 대한 FCC에 의해 규정된 다른 규칙을 사용할 수 있다(예컨대, 최근에 사용된 TVWS 채널이 전송을 위해 사용되기 전에 특정의 기간 동안 해제되어야만 한다). 적어도 TVWS-SSF-S(1112)가 대안 채널에 대한 지식을 필요로 하기 때문에, TVWS-CMF(1134)는 그의 결정을 TVWS-SSF-P(1132)로 송신할 수 있고(1516 및 1532), 새로운 대안 채널이 이전의 대안 채널과 상이한 경우(1534), TVWS-SSF-P(1132)는 그 결정을 TVWS-SSF-S(1112)로 전달할 수 있다. 새로운 최상의 대안 채널이 이전의 대안 채널과 동일한 경우, 정보가 전달되지 않을 수 있다(1518). 새로운 대안 채널 정보가 TVWS-SSF-S(1112)로 송신되는 경우, TVWS-SSF-S(1112)는 현재의 대안 채널을 변경하고(1540), 대안 채널 변경 확인 메시지를 TVWS-SSF-P(1132)로 송신할 수 있다(1538).

[0115] 도 16은 발신 채널 전환(originated channel switching)을 위한 예시적인 호 흐름(1600)을 나타낸 것이다. TVWS-SSF-S(1112) 발신 채널 전환 동안, TVWS-SSF-S(1112)[AP(1140) 및 STA(1190)] 상의 하향 변환기를 자체적으로 제어할 수 있음]는, 활성 채널에 대한 그의 연속적인 높은 우선순위 감지 동안(1602), AP(1140)와 STA(1190) 간의 연결을 열화시킬지도 모르는 활성 채널 상의 강한 간섭체의 존재를 판정할 수 있다(1604). 감지 결과가 TVWS-SSF-P(1132)에 의해 설정된 상위 임계값을 초과할 때, 이러한 강한 간섭체가 활성 채널 상에서 검출될 수 있다. TVWS-SSF-S(1112)는 이어서 TVWS-CMF(1134)에 의해 제공되는 대안 채널로의 즉각적인 전환을 명령할 수 있다(1606). 하향 변환기(1200)는 이어서 그의 동작 주파수를 변경할 수 있다(1612). 주파수 변환 이후에, TVWS-SSF-S(1112)는 활성 채널 변경 요청 메시지를 사용하여 활성 채널의 변경을 TVWS-CMF(1134) 및 TVWS-SSF-P(1132)에 통지할 수 있다. 이 예는 총 3개의 채널을 사용하고, 따라서 기본적으로 모든 당사자가 새로운 대안 채널을 알게 된다. 4개 이상의 채널이 사용되는 실시예에서, TVWS-CMF(1134)에 의해 선택된 대안 채널이 대응하는 확인 메시지를 사용하여 다른 엔터티로 전달될 수 있다.

[0116] TVWS-SSF-P(1132)는 그의 현재의 최상의 대안 채널을 변경하고(1610), 활성 채널 변경 표시 메시지를 TVWS-CMF(1134)로 송신할 수 있다(1614). TVWS-CMF(1134)는 채널 변경 정보를 채널 선택 알고리즘 메모리에 저장하고(1616), 활성 채널 변경 확인 메시지를 감지 보드(1110)로 송신할 수 있다(1618 및 1620으로 나타냄). 감지 보드(1110)는 이어서 그의 현재의 최상의 대안 채널을 변경할 수 있다(1622).

[0117] 도 17은 발신 채널 전환을 위한 예시적인 호 흐름(1700)을 나타낸 것이다. 활성 채널에 대한 연속적인 높은 우선순위 감지로 인해(1702 및 1704), TVWS-SSF-S(1112)는 하위 임계값을 초과하는 간섭을 검출할 수 있다(1706). 이것이 일어날 때, TVWS-SSF-S(1112)는 하위 임계값 초과 표시 메시지를 TVWS-SSF-P(1132)로 송신할 수 있다(1708). 다수의 감지 보드(1110)를 갖는 실시예에서, TVWS-SSF-P(1132)는 이 결과를 다른 감지 보드(1110)로부터의 결과와 비교할 수 있다. 도 17에 예시된 실시예에서, TVWS-SSF-P(1132)는, PSD 및 하위 임계값 초과 표시 메시지에서 수신된 임계값에 기초하여, 스펙트럼에 선사용자가 존재하는지에 관한 그의 결정을 할 수 있다(1710).

[0118] TVWS-SSF-P(1132)가 스펙트럼에 선사용자가 존재하는 것으로 판정하는 경우, TVWS-SSF-P(1132)는 활성 채널 선사용자 검출됨 메시지(1714)를 사용하여 TVWS-CMF(1134)에 통지할 수 있다. TVWS-CMF(1134)는 이어서 이 이벤트를 데이터베이스(1136)에 저장하고, 새로운 활성 및 최상의 대안 채널을 선택하며(1716), 새로운 활성 및 최상의 대안 채널에 관한 정보를 활성 채널 변경 요청 메시지(1718 및 1721)를 통해 TVWS-SSF-P(1132)[결과적으로, TVWS-SSF-S(1112)]로 송신할 수 있다. 그 메시지의 수신 시에, TVWS-SSF-S(1112)는 하향 변환기(1200)를 새로운 활성 채널 주파수로 전환하고(1724 및 1726으로 나타냄) 새로운 대안 채널을 저장할 수 있다(1722). TVWS-SSF-P(1132)는 또한 새로운 대안 채널을 저장할 수 있다(1720). TVWS-SSF-S(1112)는 활성 채널 변경 확인을 CGW(1130)로 송신할 수 있다(1728 및 1730으로 나타냄).

[0119] DSM-RFSB(1030)는 도 11 내지 도 17에 예시된 실시예에 대한 기본 무선 및 알고리즘 제어 기능을 수행할 수 있는 DSM-RFSB 소프트웨어를 포함할 수 있다. DSM-RFSB 소프트웨어는 DSM-RFSB(1030)에 의해 관리될 채널 감지 객체를 생성할 수 있다. 채널 감지 객체는 감지 결과를 획득하기 위해 하드웨어 및 소프트웨어를 구성하는 데

필요한 모든 정보를 포함하고 있을 수 있다. DSM-RFSB 소프트웨어는 또한 감지 동작의 시작 또는 진행 중인 감지 동작의 취소할 필요성을 나타낼 수 있는 API 요청을 수신하고 처리할 수 있다.

[0120] 도 18a 및 도 18b는, 각각, 예시적인 DSM-RFSB 소프트웨어 모듈의 블록도(1800A 및 1800B)이다. 도 18a는 일반적인 실시예를 나타낸 것이고, 도 18b는 Blackman Tukey 감지 알고리즘에서 사용하도록 구성된 실시예를 나타낸 것이다. 도 18a에 나타낸 예시적인 DSM-RFSB 소프트웨어(1802)는 제어 및 타이밍 유닛(1804), API 유닛(1806), SSF에 대한 인터페이스(1812), 측정 마무리 및 후처리 유닛(1810), 감지 알고리즘 소프트웨어(1808), 감지 알고리즘 하드웨어(1814), 디지털 하향 변환기(DDC) 및 아날로그-디지털 변환기(ADC) 하드웨어를 포함하는 ADC 모듈(1816), 및 무선 모듈(1822)을 포함하는 무선 프런트 엔드(1820)를 포함하고 있다. 도 18b에 나타내어져 있는 예시적인 DSM-RFSB 소프트웨어(1850)는 도 18a에 나타내어져 있는 대응하는 유닛과 유사하지만 Blackman Tukey 감지 알고리즘에서 사용하도록 구체적으로 구성된 유닛을 포함하고 있다. 상세하게는, 도 18b에 나타내어져 있는 DSM-RFSB 소프트웨어(1850)는 제어 및 타이밍 유닛(1852), API 유닛(1860), SSF에 대한 인터페이스(1862), Blackman Tukey 하드웨어(1864), Blackman Tukey 소프트웨어(1854), 평균 논리(1856), 원도우 유지 유닛(1858), DDC 및 ADC 하드웨어(1868)를 포함하는 ADACIII(1866), 및 WiMax RF 모듈(1872) 및 저대역 RF 모듈(1874)을 포함하는 무선 보드(1870)를 포함하고 있다.

[0121] 도 18a에 나타내어져 있는 DSM-RFSB 소프트웨어(1802)는 TVWS 환경에 대한 기본 무선 및 알고리즘 제어 기능을 수행할 수 있다. 기본 무선 기능은, 예를 들어, 다음과 같은 것을 포함할 수 있다. DSM-RFSB 소프트웨어(1802)는 감지 대역폭 및 무선부(1822)의 중심 주파수를 설정함으로써 RF 프런트 엔드(1820) 및 디지털 하향 변환기(1818)를 제어할 수 있다. DSM-RFSB 소프트웨어(1802)는 또한 하드웨어의 포착 및 처리 부분에 대한 시작 및 정지 시간을 구성함으로써 감지 알고리즘 하드웨어(1814)를 제어할 수 있다. DSM-RFSB 소프트웨어(1802)는 하드웨어(1814)로부터 결과를 수집하고 알고리즘에 의해 요구되는 임의의 소프트웨어 후처리를 수행할 수 있다. 소프트웨어 후처리의 출력은 감지된 채널에 대한 측정된 메트릭을 포함할 수 있다. 이 메트릭은 PSD(power spectral density) 또는 DSM-RFSB(1030)에 의해 구현되는 알고리즘에 고유한 다른 메트릭일 수 있다. DSM-RFSB 소프트웨어(1802)는 또한 DSM-RFSB(1030)가 구현하고 있는 감지 알고리즘에 관련되어 있는 파라미터를 구성하는 범용 인터페이스를 제공할 수 있다.

[0122] 감지 알고리즘이 고부하/고속 계산이 감지 알고리즘 하드웨어(1814)에서 행해질 수 있는 방식으로 분할되어 있는 결합된 하드웨어/소프트웨어에서 구현될 수 있는 반면, 감지 알고리즘 소프트웨어(1808)는, 런타임 동안 감지 알고리즘의 구성 가능성을 추가로 제공하기 위해, 하드웨어(1814)의 출력을 사용하여 간단한 작업을 수행할 수 있다. 그 결과, SSF는 감지 알고리즘 소프트웨어(1808)의 거동을 구성할 수 있는 것은 물론, 잘 정의된 API(1806)의 서비스를 사용하여 하드웨어(1814)의 일부분을 제어할 수 있다. 도 18b에 나타내어져 있는 보다 구체적인 예에서, 감지 알고리즘은, 예를 들어, 구성 가능한 PSD 평균이 실현되어 있는 도 19에 예시되어 있는 Blackman Tukey 알고리즘에 기초하고 있을 수 있다.

[0123] 제어 및 타이밍 유닛(1804)은 DSM-RFSB(1030)로 송신되는 상위 레벨 및 범용 감지 명령에 기초하여 적절한 때에 감지 알고리즘 하드웨어(1814)를 인레이블 및 제어할 수 있다. 제어 및 타이밍 유닛(1804)은 감지 알고리즘의 각각의 부분과 연관된 타이밍 및 SSF의 요구 사항을 충족시키는 감지 결과를 획득하기 위해 하드웨어 레지스터에 설정될 필요가 있는 구성을 인식하고 있을 수 있다. 감지 알고리즘 하드웨어(1814)는 감지 스테이지의 끝을 알려주기 위해 감지 알고리즘 소프트웨어(1808)를 인터럽트할 수 있다. 예비 결과가 이어서 결과 레지스터에서 이용 가능할 수 있고, 감지 알고리즘 소프트웨어(1808)는 결과 레지스터를 판독하고 그에 대한 동작을 계속할 수 있다.

[0124] 제어 및 타이밍 유닛(1804)은 또한 감지 보드(1110)의 무선 프런트 엔드(1820) 및 ADC 모듈(1816)의 주 제어를 맡고 있을 수 있다. 감지 보드(1110)가 몇개의 상이한 동작 대역에 걸쳐 감지를 수행할 수 있기 때문에, 감지 보드(1110)는 몇개의 RF 모듈(1114)을 구비하고 있을 수 있고, 각각의 RF 모듈(1114)의 활성화는 제어 및 타이밍 유닛(1804)에 의해 처리될 수 있다. 최종적인 하향 변환을 제어하여 감지 알고리즘 하드웨어(1814)에 입력될 최종적인 I/Q 기저대역 샘플을 획득하기 위해 하드웨어 제어 신호가 또한 ADC 모듈(1816)로 송신될 수 있다. 측정 마무리 및 후처리 유닛(1810)은 감지 결과를 인터페이스(1812)를 통해 SSF로 송신하기 위해 필요한 임의의 최종 단계를 수행할 수 있다. 이것은, 예를 들어, 채널마다 상이할 수 있는 측정 평균 또는 SSF가 요청하는 임의의 필터링 결과를 포함할 수 있다.

[0125] 도 19는 도 18b에 예시된 Blackman Tukey 소프트웨어(1854)에 의해 실행될 수 있는 Blackman Tukey 감지 알고리즘의 예를 나타낸 흐름도이다. Blackman Tukey 감지 알고리즘은 입력 신호의 자기 상관의 추정(1902), PSD

추정치 분산을 감소시키기 위한 자기 상관 추정치의 윈도잉(1904), 추정된 PSD를 획득하기 위해 윈도잉된 자기 상관의 FFT를 결정하는 것(1906), 및 M개의 프레임(프레임이 N개의 샘플로 이루어져 있음)에 걸쳐 추정된 PSD를 평균하는 것(1908)을 포함할 수 있다.

[0126] 자기 상관(1902)은 N-샘플 시퀀스를 사이한 시간 차이에서 그 자신과 상관시킴으로써 R+1개의 상관값을 발생할 수 있다. 보다 상세하게는, 자기 상관(1902)은 한 세트의 N개의 복소 입력 샘플 $x(n)$ 에 대해 다음과 같은 방정식을 구현하는 것을 포함할 수 있다:

수학식 5

$$r(m) = \frac{1}{r(0)} \sum_{n=0}^{N-1} x(n)x^*(n-m); m = 0, 1, \dots, R$$

$$r(-m) = r^*(m)$$

[0127] [0128] 윈도잉(1904)은 자기 상관(1902)의 출력을 (샘플별로) 길이 2R+1의 Blackman 윈도우와 곱하는 것을 포함할 수 있다. 길이 2R+1의 Blackman 윈도우의 계수는 표 3에 주어져 있다.

표 3

0, 0.0001, 0.0002, 0.0005, 0.0009, 0.0014, 0.0020, 0.0027, 0.0035, 0.0045, 0.0055, 0.0067,
0.0080, 0.0095, 0.0111, 0.0128, 0.0146, 0.0166, 0.0188, 0.0210, 0.0235, 0.0261, 0.0288, 0.0318,
0.0349, 0.0382, 0.0416, 0.0453, 0.0491, 0.0531, 0.0574, 0.0618, 0.0664, 0.0713, 0.0764, 0.0817,
0.0872, 0.0929, 0.0989, 0.1051, 0.1116, 0.1183, 0.1252, 0.1324, 0.1399, 0.1475, 0.1555, 0.1637,
0.1721, 0.1808, 0.1897, 0.1989, 0.2083, 0.2180, 0.2280, 0.2381, 0.2485, 0.2592, 0.2701, 0.2812,
0.2925, 0.3041, 0.3159, 0.3278, 0.3400, 0.3524, 0.3649, 0.3776, 0.3905, 0.4036, 0.4168, 0.4302,
0.4436, 0.4572, 0.4709, 0.4847, 0.4986, 0.5126, 0.5266, 0.5407, 0.5548, 0.5689, 0.5830, 0.5971,
0.6113, 0.6253, 0.6393, 0.6533, 0.6672, 0.6810, 0.6946, 0.7082, 0.7216, 0.7348, 0.7479, 0.7608,
0.7736, 0.7860, 0.7983, 0.8103, 0.8221, 0.8336, 0.8448, 0.8557, 0.8663, 0.8766, 0.8866, 0.8962,
0.9054, 0.9143, 0.9227, 0.9308, 0.9385, 0.9458, 0.9526, 0.9590, 0.9650, 0.9705, 0.9756, 0.9802,
0.9843, 0.9880, 0.9911, 0.9938, 0.9961, 0.9978, 0.9990, 0.9998, 1, 0.9998, 0.9990, 0.9978,
0.9961, 0.9938, 0.9911, 0.9880, 0.9843, 0.9802, 0.9756, 0.9705, 0.9650, 0.9590, 0.9526, 0.9458,
0.9385, 0.9308, 0.9227, 0.9143, 0.9054, 0.8962, 0.8866, 0.8766, 0.8663, 0.8557, 0.8448, 0.8336,
0.8221, 0.8103, 0.7983, 0.7860, 0.7736, 0.7608, 0.7479, 0.7348, 0.7216, 0.7082, 0.6946, 0.6810,
0.6672, 0.6533, 0.6393, 0.6253, 0.6113, 0.5971, 0.5830, 0.5689, 0.5548, 0.5407, 0.5266, 0.5126,
0.4986, 0.4847, 0.4709, 0.4572, 0.4436, 0.4302, 0.4168, 0.4036, 0.3905, 0.3776, 0.3649, 0.3524,
0.3400, 0.3278, 0.3159, 0.3041, 0.2925, 0.2812, 0.2701, 0.2592, 0.2485, 0.2381, 0.2280, 0.2180,
0.2083, 0.1989, 0.1897, 0.1808, 0.1721, 0.1637, 0.1555, 0.1475, 0.1399, 0.1324, 0.1252, 0.1183,
0.1116, 0.1051, 0.0989, 0.0929, 0.0872, 0.0817, 0.0764, 0.0713, 0.0664, 0.0618, 0.0574, 0.0531,
0.0491, 0.0453, 0.0416, 0.0382, 0.0349, 0.0318, 0.0288, 0.0261, 0.0235, 0.0210, 0.0188, 0.0166,
0.0146, 0.0128, 0.0111, 0.0095, 0.0080, 0.0067, 0.0055, 0.0045, 0.0035, 0.0027, 0.0020, 0.0014,
0.0009, 0.0005, 0.0002, 0.0001, 0

[0129]

[0130] FFT(1906)는 2R 길이 FFT를 수행하기 위해 윈도잉된 자기 상관의 가장 플러스로 인덱싱된(positive-most indexed) 2R개의 값을 취하고, 그 결과 추정된 자기 상관값을 추정된 PSD(Power Spectral Density)로 변환시킬 수 있다. 자기 상관 시퀀스에 적용된 윈도잉의 결과, FFT-기반 스펙트럼 추정에 본질적으로 있을 수 있는 엘리 어싱에 의해 야기된 바이어스가 저하될 수 있다. 추정 분산을 감소시키기 위해, 한 세트의 구멍(또는 잠재적인 스펙트럼 기회)이 도출될 수 있는 최종적인 PSD 추정치를 획득하기 위해 PSD 추정치의 M개의 개별적인 실현이 평균될 수 있다

[0131]

도 18b에 예시된 제어 및 타이밍 유닛(1852)은 무선 제어 명령을 통해 무선부(1872) 및 DDC 하드웨어(1868)를 제어할 수 있다. 무선 제어 명령은 ADACIII(1866)와 DSM-RFSB 소프트웨어(1850) 모듈 사이의 인터페이스를 거쳐 제어 및 타이밍 유닛(1852) 내의 하드웨어에 의해 송신될 수 있다. 제어 및 타이밍 유닛(1852)은 또한 Blackman Tukey 하드웨어(1864)를 제어할 수 있다. 이것은 (소프트웨어로부터 하드웨어로의) 제어 신호 및 (하드웨어로부터 소프트웨어로의) 인터럽트를 통해 달성될 수 있다. Blackman Tukey 하드웨어(1864)로부터 제공된

결과는 Blackman Tukey 소프트웨어(1854)가 이용가능하게 될 수 있고, Blackman Tukey 소프트웨어(1854)는 실제 PS를 발생하기 위해 하드웨어 결과에 대해 Blackman Tukey 알고리즘의 최종 작업을 수행할 수 있다. Blackman Tukey 소프트웨어(1854)로부터의 출력은 API 인터페이스(1860)를 통해 SSF로 송신될 수 있는 하나 이상의 평균화된 PSD 추정치를 발생하기 위해 평균 논리(1856) 및 윈도우 유지(1858) 유닛에 의해 사용될 수 있다.

[0132] 이하의 API 함수는 DSM-RFSB 소프트웨어(1802/1850)에 의해 구현될 수 있다. 이들 API 함수는 몇개의 채널 감지 객체의 생성에 중점을 두고 있을 수 있다.

[0133] Create_Channel_Sensing_Object API 함수는 DSM-RFSB(1030)에 의해 관리될 채널 객체를 생성할 수 있다. Create_Channel_Sensing_Object API 함수의 입력은 bandwidth(대역폭) 입력, center_frequency(중심 주파수) 입력, sensing_type(감지 유형) 입력, period(주기) 입력 및 averaging_properties(평균 특성) 입력을 포함할 수 있다. bandwidth 입력은 이 채널 객체에서의 감지를 위해 사용될 입력 대역폭을 지정할 수 있다. center_frequency 입력은 이 대역폭에서의 감지를 위한 중심 주파수를 지정할 수 있다. sensing_type 입력은 이 감지 객체의 감지 유형을 지정할 수 있다. 감지 유형은, 예를 들어, PERIODIC(예전대, 채널에서의 감지가 매 x ms마다 주기적으로 수행됨) 또는 ON_DEMAND(감지 객체가 시작하도록 호출될 때에만 이 채널 객체에서의 감지가 행해짐)일 수 있다. period 입력은 PERIODIC 감지 객체 유형에 대한 주기(단위: ms)를 지정할 수 있다. averaging_properties 입력은 이 채널 감지 객체에 관한 평균 및 보고의 특성을 기술하는 구조체일 수 있다. 이들 특성은 표 4에 기술되어 있다.

표 4

averaging_properties	설명
averaging_length	이 파라미터는 이 채널 감지 객체에 대해 평균이 적용되는 프레임의 수를 제공한다. 프레임은 8192개 I/Q 샘플에 대한 PSD를 발생하는 단일의 원자적 하드웨어 동작을 나타낸다.
reporting_length	이 파라미터는 DSM-RFSB 소프트웨어가 특정의 감지 객체에 대한 평균 결과를 SSF에 보고하는 간격(단위: 프레임의 수)을 제공한다.
running_length	이 파라미터는 하드웨어가 인터럽트되지 않은 방식으로 실행되는 시간 길이(단위: 프레임의 수)를 지정한다. ON_DEMAND 채널 객체의 경우, 하드웨어가 주어진 실행 길이(running length) 동안 실행될 때마다 개별적인 함수 호출에 의해 감지가 시작된다.
reset_after_report	이 파라미터가 참(true)으로 설정되어 있을 때, reporting_length에 도달될 때마다 그 특정의 채널 객체에 대한 평균이 리셋된다.

[0135] Create_Channel_Sensing_Object API 함수의 출력은 API 함수에 대한 장래의 호출 동안 채널 감지 객체를 식별하는 데 사용되는 고유 식별자일 수 있는 channel_sensing_ID 출력을 포함할 수 있다.

[0136] Modify_Channel_Sensing_Object API 함수는 채널 감지 객체를 수정하여 그의 파라미터들 중 하나를 변경할 수 있다. 이 API 함수에의 입력은 Create_Channel_Sensing_Object 함수에 대한 입력과 동일할 수 있고 Create_Channel_Sensing_Object 함수는 출력을 포함하지 않을 수 있다.

[0137] Start_Channel_Sensing_On_Object API 함수는 Blackman Tukey 하드웨어(1864)에 대한 적절한 신호를 발생함으로써 하나 이상의 특정의 감지 객체에 대한 채널 감지 동작을 시작할 수 있다. 감지 객체가 PERIODIC 감지 객체인 경우, 그 감지 객체에 대해 각각의 주기마다 감지 동작이 자동으로 시작될 수 있다. 감지 객체가 ON_DEMAND 감지 객체인 경우, 감지 동작이 감지 객체에 대한 running_length에 대응하는 시간 동안 실행되고 이어서 정지될 수 있다.

[0138] 2개 이상의 감지 객체에 대해 동시에 감지가 실행될 수 있다. 소프트웨어가 이것을 가능하게 해주기 위해, 감지 객체는 동일한 bandwidth, center_frequency, sensing_type 및 period 값을 가질 수 있다. 그에 부가하여, 감지 객체의 averaging_properties의 running_length를 제외한 임의의 필드에서 상이할 수 있다. 이 기능은 동일한 물리 채널에 대해 상이한 길이의 PSD 평균을 유지하는 데 필요할 수 있다.

[0139] 단일 프레임에 대한 감지 동작이 하드웨어(1864)에 의해 완료될 때, 인터럽트가 발생될 수 있고, 제어 및 타이밍 유닛(1852)의 일부일 수 있는 인터럽트 처리 메커니즘에 의해 처리될 수 있다.

[0140]

`Start_Channel_On_Sensing_Object` 함수에 대한 입력은 `num_channel_sensings` 입력, `channel_sensing_ID[]` 입력 및 `subsequent_channel_ID` 입력을 포함할 수 있다. `num_channel_sensings` 입력은 이 시작 명령과 동시에 실행되는 채널 감지 객체의 수를 나타낼 수 있다. `channel_sensing_ID []` 입력은 그의 동작들이 시작되어야만 하는 채널 감지 객체의 고유 식별자의 어레이일 수 있다. `subsequent_channel_ID` 입력은 그 다음에 나오게 될 채널 감지 객체의 고유 식별자일 수 있다. 이것은 DSM-RFSB(1030)가 현재의 감지 동작이 완료될 때 그 다음 감지 동작을 위해 무선부를 설정할 수 있게 해줄 수 있다(예컨대, 무선부의 설정은 API에 대한 이 함수 호출로 일어날 수 있음). 이 입력이 NULL인 경우, 무선부는 동작의 끝에서 설정되지 않을 수 있고, DSM-RFSB(1030)는 그 대신에 그 다음 채널 객체에 대한 `Start_Channel_Sensing_On_Object`에 대한 호출 시에 그렇게 할 수 있다. `Start_Channel_On_Sensing_Object` 함수는 출력을 포함하지 않을 수 있다.

[0141]

`Stop_Channel_Sensing_On_Object` API 함수는 특정의 감지 객체에 대한 진행 중인 감지 동작을 정지시키는 데 사용될 수 있다. PERIODIC 감지 객체의 경우, 이 객체에 대한 모든 장래의 하드웨어 스케줄링 및 감지가 장래의 시작이 발생될 때까지 보류될 수 있다. ON-DEMAND 감지 객체의 경우, 특정의 감지 동작의 실행 동안 이 함수가 호출될 때, 이 동작이 취소될 수 있고, 하드웨어/소프트웨어는 동작의 시작 이전에 있었던 상태로 될 수 있다(예컨대, 그 동작에 대한 임의의 버퍼 또는 평균이 소거될 수 있다). 임의의 진행 중인 하드웨어 동작에 대해 인터럽트가 발생되지 않을 수 있다.

[0142]

`Reset_Channel_Sensing_On_Object` API 함수는 채널 감지 동작에 대한 모든 카운터를 리셋시키는 데 사용될 수 있다(예컨대, 현재 보류 중인 모든 평균 결과가 리셋될 수 있고, 이 객체에 대한 그 다음 시작이 객체가 방금 생성된 것처럼 거동할 수 있다). 이 API 함수에 대한 입력 및 출력은 `Start_Channel_Sensing_On_Object` 함수에 대한 것과 동일할 수 있다.

[0143]

윈도우 유지 유닛(1858)은 각각의 채널 감지 객체에 대해 평균하기 위해 PSD 값의 윈도우를 유지할 수 있고, 채널 감지 객체를 생성하라는 API 요청을 API 호출 동안 구성되는 채널 감지 객체의 설정에 기초하여 상이한 방식으로 [예컨대, 이동 평균(moving average), 고정 평균(fixed average) 등] 평균될 PSD 값을 유지하는 구조체 또는 어레이로 변환할 수 있다.

[0144]

각각의 PSD의 발생 시에 [예컨대, Blackman Tukey 하드웨어(1864)/소프트웨어(1854)에 의해 측정됨], 윈도우 유지 구성요소(1858)가 적절한 어레이 또는 구조체를 각각의 PSD에 부가할 수 있다. 이는 이어서 그 특정의 채널 감지 객체에 대한 평균을 재계산하기 위해 평균 논리(1856)를 사용할 수 있다. 채널 감지 객체에 대한 보고 속도 또는 보고 시간에 기초하여, 윈도우 유지 구성요소(1858)는 채널 감지 객체에 대한 새로운 측정을 보고하라는 메시지를 TVWS-SSF-S(1112)로 트리거할 수 있다. 이와 같이, 윈도우 유지 구성요소는 구성 가능한 길이의 시간 윈도우에 기초하여 평균 PSD 또는 감지 메트릭을 계산하기 위해 윈도잉 함수를 사용할 수 있다. 이 윈도우는 검출될 간섭체의 유형, 스펙트럼의 1차 선사용자(사용자)를 검출하는 데 필요한 시간의 양, 감지 장치(들) (예컨대, CR 노드, CR 노드로서 기능하도록 구성된 WTRU 등)의 이동성, 또는 채널에서의 잡음 레벨에 대한 지식 중 적어도 하나에 의존할 수 있고, 궁극적으로 채널 및 잡재적인 간섭체에 관한 CGW(1130)의 지식에 의해 결정될 수 있다.

[0145]

도 20은 [예컨대, Blackman Tukey 하드웨어(1864)/소프트웨어(1854)에 의해 계산된] 특정의 PSD 값에 대해 윈도우 유지 구성요소(1858)에 의해 실행될 수 있는 방법을 나타낸 흐름도(2000)이다. 특정의 채널 감지 객체에 대해 PSD가 계산될 수 있고(2002), 채널 감지 객체의 식별자(ID)가 획득될 수 있다(2004). 새로운 PSD 값이 윈도우에 부가될 수 있고, 새로운 평균이 재계산될 수 있다(2006). 윈도우 밖에 있는 필요하지 않은 PSD 값은 폐기될 수 있다(2006).

[0146]

`report_counter` 변수가 이어서 증분될 수 있다(2008). `report_counter` 변수는 보고가 행해져야만 할 때를 판정하기 위해 마지막 보고 이후에 평균되었던 PSD 값의 수의 카운트를 유지할 수 있다(2008). `report_counter`가 소정의 `report_length` 값과 같은 경우(2010), 평균값 및 채널 감지 객체에 대한 ID를 포함하는 평균 보고가 인터페이스 계층으로 또는 TVWS-SSF-S(1112)으로 송신될 수 있고(2012), 변수 `report_counter`가 리셋될 수 있다(2014). `report_counter`가 `report_length`와 같지 않은 경우(2010), 또는 `report_counter`가 리셋된 경우(2014), 윈도우 관리 처리가 완료될 수 있다(2016).

[0147]

도 21은 예시적인 TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)의 블록도(2100)이다. TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 TVWS 환경에 대한 감지를 위한 주 제어 구성요소일 수 있다(예컨대, 도 11 내지 도 17에 예시됨). AP(1140)에 의해 감지 플랫폼으로 전달될 수 있는 무음 측정 기간의 존재에 대해 감지가 동작할 수 있기 때문에, TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)이 감지 플랫폼에 존재할 수 있다. 그 결과, 스케줄링이 보다 빠를

수 있고, 활성 채널 갑지를 위해 최대량의 무음 기간 시간을 사용할 수 있다. 예시된 TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 결과 처리 유닛(2112) 및 스케줄러(2114)를 포함하고 있으며, DSM-RFSB(1030) 및 TVWS-SSF-P(1132)와 통신하고 있다.

[0148] 무음 기간 동안(예컨대, 매 100 ms마다 10 ms의 무음 시간이 있음) 활성 채널 갑지가 수행될 수 있는 반면, 활성 기간(예컨대, 나머지 시간) 동안 교호 채널 갑지가 수행될 수 있다. TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 DSM-RFSB(1030)의 타이밍 및 제어 유닛(예컨대, 1804 또는 1852)에 의해 그 모듈로 전달될 수 있는 인터럽트에 의해 (예컨대, 최대 허용량의 동기화 오차로) 무음 기간의 시작을 통지받을 수 있다. TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 이어서, 예를 들어, 타이머 인터럽트를 사용하여 무음 기간의 끝을 판정하기 위해, 무음 기간 주위에서 DSM-RFSB(2130)의 API(1806 또는 1860)를 통한 적절한 호출을 통해 갑지 동작을 스케줄링할 수 있다.

[0149] 갑지 동작을 스케줄링하는 것에 부가하여, TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 부가의 작업을 포함할 수 있다. 예를 들어, TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 최상의 대안 채널의 궁극적인 결정을 위해 대안 채널 갑지 결과를 TVWS-SSF-P(1132)로 전달할 수 있다 다른 예에서, TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 활성 채널 갑지 결과를 상위 임계값과 비교하고 대안 채널로의 전환이 필요한지를 판정할 수 있다. 다른 예에서, TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 활성 채널 갑지 결과를 하위 임계값과 비교하고 메시지가 TVWS-SSF-P(1132)로 송신되는지를 판정할 수 있다. 다른 예에서, TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은, TVWS-CMF(1134) 또는 TVWS-SSF-S(1112)가 활성 채널의 대안 채널들 중 하나로의 주파수 전환이 필요한 것으로 결정하는 경우, TVWS 하향 변환기(예컨대, 1200)의 대안 채널로의 전환을 수행할 수 있다.

[0150] 이벤트/인터럽트는 TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)을 동작하도록 트리거할 수 있다. 예시적인 이벤트/인터럽트가 표 5에 우선순위 순서로 주어져 있다(우선순위 레벨 1이 최고 우선순위임).

표 5

이벤트	우선순위	처리 서브구성요소
TVWS-SSF-P로부터의 메시지	1	결과 처리
무음 기간 시작 인터럽트	2	스케줄러
무음 기간 지속기간 타이머 인터럽트	2	스케줄러
DSM-RFSB로부터의 평균 보고의 수신	3	결과 처리

[0152] TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 초기화 모드 또는 정상 모드에 있을 수 있다. 이들 모드는 초기화 및 동작(예컨대, 도 11 내지 도 17과 관련하여 앞서 기술하였음)을 위한 메시지 흐름을 반영할 수 있다. 결과 처리 유닛(2112)은, 예를 들어, 표 6에 열거한 메시지를 포함할 수 있는 메시지를 스케줄러(2114)로 송신할 수 있다.

표 6

메시지	목적	내용	허용 모드
FREQUENCY_SWITCH	(TVWS-SSF-P 또는 결과 처리 서브구성요소에 의해) 활성 채널로 전환하기로 결정할 시에 스케줄러로 송신됨.	새로운 활성 채널의 ID	정상
INITIALIZATION	(부트업 이후에) STA 및 AP의 연결을 위한 시작 채널로서 최상의 채널을 찾는 것으로 이루어져 있는 초기화 절차를 시작함.	3개의 채널에 관한 주파수 및 평균 정보	초기화
START_NEXT	(초기화 프로세스 동안 평균 보고와 갑지 동작 시작을 동기화시키는 데 사용되는) 그 다음 채널 갑지 객체를 시작함	파라미터 없음	초기화
INITIALIZATION_DONE	현재의 활성 채널의 선택 및 연관된 DSM-RFSB 객체의 생성을 신호함	선택된 활성 채널의 ID	초기화
INITIALIZATION_ERROR	초기화 프로세스에서의 오류를 신호함 결과 처리 모듈은 이 메시지가 수신될 때 초기화 프로세스가 재시작될 것으로 가정함	초기화 오류에 대한 오류 코드.	초기화

[0154]

도 21에 나타낸 내부 제어 및 공유 변수는 평균 보고와 관련한 채널 감지 객체와 감지 객체 스케줄 간의 일관성을 유지하기 위한 변수를 포함할 수 있다. 이들은 2개의 서브구성요소 간의 공유 변수로서 채널 감지 객체를 갖는 것으로 구현될 수 있다. CGW/감지 보드 메시지는 이더넷 링크(1192)를 통해 CGW(1130)와 감지 보드(1110) 사이에서 교환되는 메시지를 포함할 수 있다.

[0155]

TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 다수의 채널 감지 객체를 생성하고 유지할 수 있다. 스케줄러(2114)는 무음 측정 기간에 기초하여 이를 감지 객체 각각에 대한 감지의 시작을 스케줄링할 수 있고, 결과 처리 유닛(2112)은 각각의 감지 객체의 평균을 적절한 때에 TVWS-SSF-P(1132)로 송신하는 것을 관리할 수 있다.

[0156]

각각의 채널에 대해 유지되는 감지 채널 객체의 수는 현재의 활성 채널[TVWS 또는 ISM(industrial, scientific and medical)]에 의존할 수 있다. 이 정보는 초기화 동안 TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)로 전달될 수 있다.

[0157]

TVWS 실시예(예컨대, 도 11 내지 도 17에 예시되어 있음)의 경우, 2개의 TVWS 채널 및 하나의 ISM 채널이 사용 가능할 수 있다. 사용되고 있는 각각의 유형의 잠재적인 간섭체[TVWS 채널에 대한 디지털 텔레비전(DTV) 및 무선 마이크 그리고 ISM 대역에 대한 강한 ISM 간섭체]에 대한 평균 타임라인(averaging timeline)이 필요할 수 있다. 그 결과, TVWS-SSF-S 소프트웨어 모듈(2110)은 활성 채널이 TVWS 대역인지 ISM 대역인지에 따라 [TVWS-SSF-P(1132)에 의해 제공되는 초기화 정보의 도움을 받아] 표 7 및 표 8에 나타낸 채널 감지 객체를 인스턴스화 할 수 있다.

표 7

활성 채널이 TVWS일 때의 TVWS-SSF-S 채널 감지 객체

채널 감지 객체 ID	목적	RF 감지 BW	averaging_length	reporting_length	running_length	reset_after_report
1	활성 채널, 무선 마이크 검출	5 MHz	40	6	6	거짓
2	활성 채널, DTV 검출	5 MHz	250	6	6	거짓
3	TVWS 대안 채널(대안 채널 1)	5 MHz	250	250	40	참
4	ISM 대안 채널(대안 채널 2)	20 MHz	40	40	40	참
5	TVWS 대안 채널(대안 채널 1), 무선 마이크	5 MHz	40	40	40	참

표 8

활성 채널이 ISM일 때의 TVWS-SSF-S 채널 감지 객체

채널 감지 객체 ID	목적	RF 감지 BW	averaging_length	reporting_length	running_length	reset_after_report
1	활성 채널, 강한 ISM 간섭체	20 MHz	40	6	6	거짓
2	TVWS 대안 채널(대안 채널 1)	5 MHz	250	250	40	참
3	TVWS 대안 채널(대안 채널 2)	5 MHz	250	250	40	참
4	TVWS 대안 채널(대안 채널 2), 무선 마이크	5 MHz	40	40	40	참
5	TVWS 대안 채널(대안 채널 2), 무선 마이크	5 MHz	40	40	40	참

[0160]

표 7에서, 하나는 무선 마이크 및 DTV에 대해 각각 하나씩, 활성 채널에 대해 2개의 감지 객체(채널 ID 1 및 2)가 유지된다. 활성 채널에 대한 감지가 무음 기간 동안 수행되기 때문에, 이들 객체는 동시에 실행되도록 설정되어 있다. 하드웨어의 실행 시간 및 무음 기간 지속기간에 기초하여, 무음 기간 동안 6개의 프레임이 실행될 수 있고, TVWS-SSF-S(1112)는 각각의 무음 기간의 끝에서 보고를 수신할 수 있다. 평균의 양은 그의 최소의 요구된 검출가능 전력에서 문제의 간섭체를 검출하기 위해 평균될 필요가 있는 프레임의 수에 기초할 수 있다(예컨대, 무선 마이크에 대해서는 40개의 프레임, DTV에 대해서는 250개의 프레임). 활성 기간 동안, 채널 감지 객체 ID 3 및 4를 사용하여 대안 채널에 대해 감지가 수행될 수 있다. 이들 채널 감지 객체가 2개의 개별적인 물리 채널을 감지하기 때문에, 이들이 병렬로 수행되지 않을 수 있다. TVWS-SSF-S(1112)에 의해 수신되면, 대안 채널 둘 다에 관한 보고가 TVWS-SSF-P(1132)로 송신될 수 있고, 최상의 대안 채널을 선택하기 위해 TVWS-CMF(1134)에 의해 사용되는 주기적인 대안 채널 보고를 구성할 수 있다. 채널 객체 ID 5는 TVWS에서 대안 채널(대안 채널 1)의 40개 프레임에 걸친 감지를 나타낸다. 임의의 주어진 때에, TVWS-SSF-S(1112)는 TVWS에서의 대안 채널 상에서의 마지막 40개 프레임에 대한 감지 결과를 유지할 수 있다. 그렇지만, 이 정보는 활성 채널에서 선사용자가 검출될 때에만 사용될 수 있다. 즉, 이 상황을 나타내는 메시지가 TVWS-SSF-S(1112)로 송신될 때, 무선 마이크가 그 시점까지 최상의 대안 채널인 것으로 간주되었던 대안의 채널에서 아주 최근에 나타난 경우 채널 ID 5로부터의 감지 결과가 또한 송신될 수 있다. 이 채널 감지 객체(ID 5)는 예방적 채널 감지 객체(preventative channel sensing object)라고 할 수 있다.

[0161]

표 8은 활성 채널이 ISM 채널일 때에 요구되는 감지 객체를 나타낸 것이다. 강한 간섭체에 대해서는 단일의 채널 감지 객체(채널 ID 1)가 유지될 수 있다. TVWS 활성 채널에 대해서와 같이, 2개의 대안 채널을 통해 주기적인 보고를 제공하기 위해 2개의 대안 채널 감지 객체(ID 2 및 3)가 필요할 수 있다. 이 경우에 2개의 대안 채널 둘 다가 TVWS에 있기 때문에, 2개의 예방적 채널 감지 객체(채널 ID 4 및 5)가 필요할 수 있다.

[0162]

활성 채널의 전환이 일어날 때, TVWS-SSF-S(1112)는, 적용가능한 경우, 표 7에서의 상황과 표 8에서의 상황 간에 천이하기 위해 채널 감지 객체를 수정할 수 있다.

[0163]

도 22는 초기화 모드 동안 결과 처리 유닛(2112)에 의해 실행될 수 있는 방법의 흐름도(2200)이다. 부트업이 완료되고 IP 링크가 설정될 때(2202), 하향 변환기[예컨대, 하향 변환기(1200)]가 디스에이블되거나 정의되지 않은 주파수에 배치될 수 있고(2204), 채널 ID 및 주파수 정보 설정 메시지가 수신되었는지가 판정될 수 있다(2206). 메시지가 수신되지 않은 경우, 메시지가 수신될 때까지 2206이 반복될 수 있다. 2206에서 메시지가 수신되는 경우, ID 및 주파수 정보가 저장될 수 있고(2208), 채널 감지 구성 설정 메시지가 수신되었는지가 판정될 수 있다(2210). 2210에서 메시지가 수신되는 경우, 각각의 채널에 대해 high_threshold 및 low_threshold 정보가 저장될 수 있다(2214). 2210에서 메시지가 수신되지 않은 경우, 감지 측정 요청 메시지가 수신되었는지가 판정될 수 있다(2212). 2212에서 메시지가 수신되지 않은 경우, 2210이 반복될 수 있다. 2212에서 메시지가 수신되는 경우, 2220에 곧바로 들어갈 수 있다(이하에서 더 상세히 기술됨).

[0164]

2214에서 high_threshold 및 low_threshold 정보가 저장되면, 감지 측정 요청 메시지가 수신되었는지가 판정될 수 있다(2218). 메시지가 수신되지 않은 경우, 메시지가 수신될 때까지 2218이 반복될 수 있다. 2218에서 메시지가 수신되는 경우, INITIALIZATION 메시지가 스케줄러(2214)로 송신될 수 있다(2220).

[0165]

그 다음에, 모든 채널에 대해 이하의 것이 반복될 수 있다. 감지할 그 다음 채널을 나타내는 START_NEXT 메시지가 스케줄러(2114)로 송신될 수 있다(2222). 평균 보고 메시지가 DSM-RFSB(1030)로부터 수신되었는지가 판정될 수 있다(2224). 메시지가 수신되지 않은 경우, 메시지가 수신될 때까지 2224가 반복될 수 있다. 2224에서 메시지가 수신되는 경우, 각각의 채널에 대한 결과가 저장될 수 있다(2226).

[0166]

모든 채널에 대해 결과가 저장되면, 감지 측정 응답 메시지가 송신될 수 있고(2228), 활성 채널 설정 요청 메시지가 수신되었는지가 판정될 수 있다(2230). 활성 채널 설정 요청 메시지가 수신되는 경우, 정상 모드에서 사용하기 위한 현재의 대안 채널이 저장될 수 있고(2234), INITIALIZATION_DONE 메시지가 스케줄러(2114)로 송신될 수 있으며(2236), TVWS 하향 변환기[예컨대, 하향 변환기(1200)]가 활성 채널로 설정될 수 있고(2238), 정상 결과 동작 프로세스가 시작될 수 있다(2240). 활성 채널 설정 요청 메시지가 수신되지 않은 경우, 채널 ID 및 주파수 정보 설정 메시지가 수신되었는지가 판정될 수 있다(2232). 채널 ID 및 주파수 정보 설정 메시지가 수신되는 경우, 스캐닝 모드가 트리거될 수 있고(2216), 2218이 반복될 수 있다. 채널 ID 및 주파수 정보 설정 메시지가 수신되지 않은 경우, 2230이 반복될 수 있다.

- [0167] 초기화를 위해 사용되는 파라미터가 잘못되어 있거나 지원되지 않는 경우, 결과 처리 유닛(2112)은 INITIALIZATION_ERROR 메시지를 송신할 수 있다. 게다가, 결과 처리 유닛(2112)이 메시지를 기다리는 동안, 타임아웃이 일어날 수 있다. 여기서, 타임아웃이 일어날 때, INITIALIZATION_ERROR 메시지가 송신될 수 있다.
- [0168] 도 23은 정상 모드 동안 결과 처리 유닛(2112)에 의해 실행될 수 있는 방법의 흐름도(2300)이다. 정상 처리 동작이 시작될 수 있고(2302), 채널 ID 및 주파수 정보 설정 메시지에 뒤이어서 감지 구성 설정 메시지가 수신되었는지가 판정될 수 있다(2304). '예'인 경우에, INITIALIZATION 메시지가 스케줄러(2114) 송신될 수 있고(2306), 스캐닝 모드가 트리거될 수 있다(2308). '아니오'인 경우, 활성 채널 변경 요청 메시지가 수신되었는지가 판정될 수 있다(2310). '예'인 경우에, FREQUENCY_SWITCH 메시지가 스케줄러(2114)로 송신될 수 있고(2312), TVWS 하향 변환기[예컨대, 하향 변환기(1200)]가 새로운 활성 주파수로 전환될 수 있다(2314). '아니오'인 경우, 대안 채널 변경 요청 메시지가 수신되었는지가 판정될 수 있다(2311). '예'인 경우, 새로운 대안 채널이 저장될 수 있다(2315). '아니오'인 경우에, 평균 보고가 DSM-RFSB(1030)로부터 수신되었는지가 판정될 수 있다(2316). '아니오'인 경우에, 정상 결과 처리 동작이 재시작될 수 있다(2302).
- [0169] DSM-RFSB(1030)로부터 평균 보고가 수신되는 경우, 평균 보고가 활성 채널에 대한 것인지가 판정될 수 있다(2318). 평균 보고가 활성 채널에 대한 것인 경우, 검출 분석 루틴에 들어갈 수 있고(2326), 간섭체가 검출되었는지가 판정될 수 있다(2328). 간섭체가 검출되지 않은 경우, 정상 결과 처리 동작이 재시작될 수 있다(2302). 열화시키는 간섭체가 검출되는 경우, 사전 대응적 채널 전환 루틴이 실행될 수 있고(2330), 정상 결과 처리 동작이 재시작될 수 있다(2302). 비열화시키는 간섭체가 검출되는 경우, 하위 임계값 초과 표시가 예방적 채널 객체 PSD(적용가능한 경우)와 함께 TVWS-SSF-P(1132)로 송신될 수 있다(2332). 이어서, 정상 결과 처리 동작이 재시작될 수 있다(2302).
- [0170] 평균 보고가 활성 채널에 대한 것이 아닌 경우, 평균 보고가 예방적 채널 객체인지를 판정될 수 있다(2320). '아니오'인 경우, 대안 채널 측정 결과 메시지가 TVWS-SSF-P(1132)로 송신될 수 있고(2322), 정상 결과 처리 동작이 재시작될 수 있다(2302). 평균 보고가 예방적 채널 객체인 경우, 평균 보고가 이 대안 채널에 대한 마지막 예방적 감지 PSD 값으로서 저장될 수 있고(2324), 정상 결과 처리 동작이 재시작될 수 있다(2302).
- [0171] 다시 도 11을 참조하면, 감지 보드(1110)와 CGW(1130) 사이의 인터페이스는 이더넷 링크(1192)를 거쳐 전달되는 메시지를 통한다. 표 9는 도11에 예시된 예에 대한 메시지 및 메시지 내용을 제공하고 있지만, 감지 보드(1110)로의 IP 링크를 설정하는 역할을 하는 정기적인 IP 초기화 메시지를 포함하지 않는다.

표 9

[0172]

메시지 이름	파라미터	발신지	부가 유의점
채널 ID 및 주파수 설정	<i>numChannelIs</i> - 감지된 채널의 수. <i>channelIDLList</i> - 채널에 대한 채널 ID의 목록	TVWS-SSF-P	TVWS 실시예의 경우, 3개의 채널(2개의 TVWS 및 1개의 ISM)이 있다.
	<i>channelType</i> - 각각의 채널과 연관된 채널 유형(정수값). TVWS 실시예의 경우, 이 필드는 TVWS 채널에 적용될 감지 거동과 ISM 대역 채널에 적용될 감지 거동을 구별하는 데 사용된다. 이는 다른 실시예에서도 유사한 기능을 위해 사용될 수 있다.		
	<i>centerFrequencyList</i> - (감지 보드 및 DDC 둘 다에 대한) 채널들의 중심 주파수의 대응하는 목록.		
	<i>bandwidthList</i> - 채널들에 대한 감지 대역폭의 대응하는 목록		

감지 구성 설정	<i>algorithmType</i> - 사용될 감지 알고리즘의 정수 코드. TVWS 실시 예에서, 이 필드는 Blackman Tukey를 나타내는 값으로 하드 코딩되어 있다.	TVWS-SSF-P	Blackman Tukey 알고리즘의 경우, TVWS-SSF-S는 그 구성에 연관된 파라미터의 데이터베이스로부터 이하의 것을 선택하고 구성하기 위해 <i>algorithmConfiguration</i> 파라미터를 사용한다: 1) 대안 채널의 보고 주파수(단위: 프레임) 2) <i>channelType</i> 필드에 기초하여 각각의 채널에서 사용될 하나 이상의 평균 길이의 목록. 예를 들어, TVWS 채널은, 각각, 40 프레임 및 250 프레임의 평균 길이를 갖는 2개의 객체를 가질 것이다. 3) 특정의 채널에서 각각의 평균 길이에 대해 사용될 대응하는 상위 임계값의 목록(TVWS-SSF-S에 의한 사전 대응적 전환 결정을 위해 사용됨). 4) 활성 채널에서의 이 간섭체의 검출을 위한 각각의 <i>channelType</i> (예컨대, TVWS 채널이 WM 및 DTV를 간섭체로서 가질 것임)에 대한 잡재적인 간섭체 및 각각의 간섭체와 연관될 평균 길이 및 임계값의 목록.
	<i>algorithmConfiguration</i> - <i>algorithmType</i> 필드에 지정된 감지 알고리즘에 접속될 특정의 구성을 지정하는 정수 코드.	TVWS-SSF-S	
감지 설정 확인	없음(실패 응답을 송신할 가능성)	TVWS-SSF-S	채널 ID 및 주파수 설정 메시지 또는 감지 구성 설정 메시지를 확인함
감지 측정 요청	없음.	TVWS-SSF-P	(초기화를 위해 필요한) 모든 채널에 대한 감지 정보를 요청함.
활성 채널 설정 요청	<i>activeChannelID</i> - 현재의 활성 채널로서 사용할 채널의 ID <i>alternateChannelID</i> - 현재의 대안 채널로서 사용할 채널의 ID	TVWS-SSF-P	
활성 채널 설정 확인	없음(실패 응답을 송신할 가능성)	TVWS-SSF-S	

감지 측정 결과	<i>reasonCode</i> - 감지 측정 결과 메시지를 송신하는 원인을 나타냄. TVWS 실시예의 경우, 이하의 원인 코드가 지원된다:	TVWS-SSF-S	이 메시지는 감지 결과를 TVWS-SSF-P에 보고하기 위해 사용되는 범용 메시지이다. TVWS 실시예의 경우, 이 메시지는 3개의 인스턴스(각각의 그 자신의 <i>reasonCode</i> 를 가짐)에서 사용된다: 초기화 동안, (감지 측정 요청에 응답하여) 초기 채널 측정을 보고하기 위해, 정상 모드에서 대안 채널에 대한 채널 감지 결과를 주기적으로 보고하기 위해, 그리고 정상 모드에서 하위 임계값의 초과를 나타내기 위해. 경우 3(<i>LOW_THRESHOLD_PASS_INDICATION</i>)에서, 예방적 채널 정보가 이 메시지에서 활성 채널 결과와 함께 송신된다.
	- <i>INITIAL_CHANNEL_MEASUREMENTS</i> - 초기 채널 선택 단계 동안 모든 채널 측정을 보고함		
	- <i>ALTERNATE_CHANNEL_MEASUREMENTS</i> 대안 채널의 측정을 보고함		
대안 채널 변경 요청	<i>LOW_THRESHOLD_PASS_INDICATION</i> 활성 채널에서 하위 임계값이 초과될 것임을 나타냄	TVWS-SSF-P	
	<i>numChannels</i> - 측정 결과를 보고하고 있는 채널의 수. (이 메시지는 활성 채널에서의 측정을 포함하거나 포함하지 않을 수 있다).		
	<i>channelIDList</i> - 측정 결과를 보고하는 채널 ID의 목록		
활성 채널 변경 확인	<i>sensingResultsList</i> - <i>channelIDList</i> 에 있는 각각의 채널에 대한 평균화된 PSD의 대응하는 목록	TVWS-SSF-S	
	<i>alternateChannelID</i> - 새로운 대안 채널로서 사용할 채널의 ID		
	없음(실패 응답을 송신할 가능성)		
활성 채널 변경 통지	<i>activeChannelID</i> - 새로운 활성 채널로서 사용할 채널의 ID	TVWS-SSF-S	TVWS-SSF-S는, 기본적으로, 유일한 남아있는 채널을 새로운 대안 채널로서 선택한다. TVWS-SSF-P는 이어서 대안 채널을 변경하기 위해 개별적인 메시지를 사용하여 이것을 수정할 수 있다.
	<i>alternateChannelID</i> - 새로운 대안 채널로서 사용할 채널의 ID		
	<i>activeChannelID</i> - 새로운 활성 채널로서 사용할 채널의 ID		
활성 채널 변경 요청	<i>alternateChannelID</i> - 새로운 대안 채널로서 사용할 채널의 ID	TVWS-SSF-P	

활성 채널 변경 확인	<i>alternateChannelID</i> - 새로운 대안 채널로서 사용할 채널의 ID	TVWS-SSF-S 또는 TVWS-SSF-P	활성 채널 변경 통지 또는 활성 채널 변경 요청을 확인함. 활성 채널 변경 통지를 확인할 때, <i>alternateChannelID</i> 필드는 새로운 대안 채널을 TVWS-SSF-S로 송신하는 데 사용된다. 대안 채널 변경 요청을 확인할 때, 이 필드가 사용되지 않는다/무시된다.
-------------	--	--------------------------	---

[0173] 도 24 및 도 25는 DSM 네트워크[예컨대, 도 2의 DSM 네트워크(200)]에서 스펙트럼 감지를 실행하는 다른 예시적인 아키텍처(2400 및 2500)의 블록도이다. 아키텍처(2400 및 2500) 둘 다는 AP 또는 홈 노드 B(Home(e)-NodeB) 유닛(2420), 감지 유닛(2460), 및 CMF(2450)를 포함하고 있다. 아키텍처(2400 및 2500) 둘 다에 대해, AP/Home(e)-NodeB 유닛(2420)은 동일하거나 유사한 구성요소, 즉 AP/Home(e)-NodeB 기저대역 유닛(2422) 및 MAC 기능을 포함하는 AP/Home(e)-NodeB MAC 모듈(2426), 무음 기간 스케줄러(2428) 및 CMF-인터페이스(2430)를 포함하고 있다. 게다가, 아키텍처(2400 및 2500) 둘 다에 대해, AP/Home(e)-NodeB 유닛(2420)은 대역폭(BW) 할당 제어 유닛(2440)을 포함하는 CMF(2450)와 통신하고 있다. BW 할당 제어 유닛(2440)은 TWSS 데이터베이스(DB)(2442) 및 정책 DB(2444)를 포함할 수 있는 복수의 데이터베이스와 통신하고 있다.

[0174] 도 24 및 도 25에 예시된 바와 같이, 스펙트럼 감지 구성요소는 2가지 방식으로 통합 게이트웨이와 통합될 수 있다. 한가지 방식은, 도 24에 나타낸 바와 같이, 감지 구성요소가 물리 인터페이스를 통해 AP 또는 home(e) node B(2420) 및 다른 구성요소와 인터페이스하는 복잡하게 독립적인 감지 플랫폼(2460)인 것이다. 여기서, 감지 알고리즘(2466)은 그 자체를 위한 전용 RF 구성요소(2462)를 가질 수 있다. 도 24에 예시된 예는 또한 감지 플랫폼(2460) 상의 디지털 하향 변환기(2464) 및 AP/Home(e)-NodeB 유닛(2420)에 대한 개별적인 RF 구성요소(2410)를 포함하고 있다. 도 24에 예시된 설정 유형에서, 한 대역으로부터 인접 대역으로의 누설로 인한 간섭이 최소화될 수 있고, 이와 같이, 감지 알고리즘이 스펙트럼을 누설로 인해 점유된 것으로 잘못 검출할 확률이 최소화될 수 있다.

[0175] 스펙트럼 감지 구성요소가 통합 게이트웨이와 통합되는 다른 방식은 도 25에 나타내어져 있다. 여기서, 감지 구성요소는 AP 또는 home(e) nodeB(2420)와 동일한 플랫폼 상에 또는 통합 게이트웨이 상에 있다. 구성요소들 사이의 인터페이스는 플랫폼 상의 물리 버스일 수 있다. 이 예에서, 감지 플랫폼은 동일한 RF 구성요소를 AP 또는 home(e) NodeB(2420) 또는 통합 게이트웨이와 공유할 수 있다. 이와 같이, 누설로 인한 인접 채널 간섭은 활성 채널의 전송 전력에 따라 여전히 문제가 될 수 있다.

[0176] 도 24 및 도 25의 어느 한 아키텍처(2400 또는 2500)에서, 감지 알고리즘은 하드웨어 및 소프트웨어 구성요소를 포함할 수 있다. 하드웨어 구성요소는 주로 광대역 감지 및 미세 감지 알고리즘을 구현할 수 있다. 소프트웨어 구성요소는 외부 구성요소 및 내부 하드웨어 구성요소와 인터페이스하는 일을 맡고 있고, 그에 대응하여, 시스템 기능을 조정할 수 있다.

[0177] 감지 구성요소(2460)는 3개의 주요 부분 - 광대역 감지 알고리즘, 미세(협대역) 감지 알고리즘 및 알고리즘 흐름 제어 소프트웨어 - 을 포함할 수 있다. 알고리즘 흐름 제어 소프트웨어는 광대역 감지 및 협대역 감지 동작을 개시하고 스케줄링하는 일, 이들로부터의 결과를 수신하고 처리하는 일, 그리고 감지 결과에 기초하여 무음 기간 스케줄러(2428) 및 BW 할당 제어 유닛(2440)과 상호작용하는 일을 맡고 있을 수 있다.

[0178] 감지 구성요소(2460)는 DSM 엔진의 2개의 구성요소 - MAC에 있는 무음 기간 스케줄러(2428) 및 CMF(2450)에 있는 대역폭 할당 제어(2440) - 와 인터페이스할 수 있다. 감지 도구상자(예컨대, 2460)와 무음 기간 스케줄러(2428) 사이의 인터페이스는 기본적으로 무음 기간 시작 및 대응하는 파라미터를 설정하는 것 및 감지 도구상자에 의해 비동기 무음 기간을 설정하는 것일 수 있다.

[0179] 무음 기간 시작 신호는 무음 기간을 설정하는 시작, 지속기간, 주기성 및 스펙트럼 주파수 파라미터를 나타내는

주기적인 비동기 신호이다. 비동기 무음 기간에 대한 필요성은 감지 도구상자에 의해 판정될 수 있고, 그에 따라, 무음 기간 그리고 지속기간, 주기성 및 스펙트럼 주파수 파라미터 등의 대응하는 파라미터를 설정하는 신호가 시그널링될 수 있다.

[0180] 감지 도구상자와 대역폭 할당 제어 유닛(2440) 사이의 인터페이스는 광의적으로 특정의 채널에서의 감지 및 동작 모드를 요청하는 신호, 무음 기간 요구사항을 알려주는 신호, 및 대역폭 할당 제어 유닛(2440)으로 다시 감지 결과를 알려주는 신호로서 분류될 수 있다.

[0181] 도 26은, 예를 들어, 도 24 또는 도 25의 스펙트럼 감지 유닛(2460)에서 구현될 수 있는 자기 상관 기반 스펙트럼 감지 알고리즘의 흐름도(2600)이다. 자기 상관 기반 스펙트럼 감지 알고리즘은 감지되는 파형에 대한 지식을 사용하지 않는 블라인드 감지 알고리즘(blind sensing algorithm)이고, 임의의 인조 신호가 본질적으로 시간상 상관되어 있다는 사실에 기초하고 있다. 이 알고리즘은 각각의 대역(이 예에서, 하나의 TV 대역)의 기저대역 I/Q 샘플에 대해 작용하고(2610), 베퍼링된 샘플의 자기 상관 특성을 추정한다(2620). 결정 규칙이 2 레벨 가설 테스트에 기초할 수 있다. 이하의 수학식은 메트릭 P_1 및 P_2 를 입력 신호 $y(n)$, R_{yy} , 고려되는 오프셋 자기 상관들의 갯수인 M , 및 결정 임계값인 ' γ '의 자기 상관으로 나타낸다(2630).

수학식 6

$$P_1 = M \cdot R_{yy}(0)$$

수학식 7

$$P_2 = M \cdot \sum_{i=0}^{M-1} |R_{yy}(j)|^2$$

수학식 8

$$\frac{P_1^2}{MP_2} \leq \gamma$$

[0185] 결정 메트릭이 결정 임계값을 초과하는 경우, 신호가 없는 것으로 추론될 수 있다(2640). 그렇지 않은 경우, 신호가 존재하는 것으로 추론될 수 있다(2640).

[0186] 미세 감지 알고리즘은 또한 미세 감지 협대역에서 점유율/간섭의 레벨의 개념을 제공하기 위해 SNR 계산을 포함하고 있을 수 있다(2650). SNR 추정치는 다음과 같이 얻어질 수 있다:

[0187] $\text{SNR 메트릭 추정치} = \text{총 전력 추정치}/\text{잡음 전력 추정치} =$

수학식 9

$$\sum_{k=1}^N \frac{R_{xx}(0)}{\text{NoiseFloor}_{est}}$$

[0188]

[0189] 여기서 N은 평균 길이이다. 평균은 추정치의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0190] 실시예:

[0191] 1. 무선 링크를 통해 통신하도록 구성되어 있는 송수신기 및 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정하도록 구성되어 있는 RF(radio frequency) 스펙트럼 감지 유닛을 포함하는 WTRU(wireless transmit/receive unit).

[0192] 2. 실시예 1에 있어서, 무선 링크의 성능의 변화를 검출하도록 구성되어 있는 처리 유닛을 추가로 포함하는 WTRU.

[0193] 3. 실시예 2에 있어서, 처리 유닛이 또한, 처리 유닛이 무선 링크의 성능의 변화를 검출하는 경우, 무선 링크의 성능의 변화가 검출되었다는 것을 나타내는 통지를 DSM 엔진으로 전송하기 위해 송수신기를 제어하도록 구성되어 있는 것인 WTRU.

[0194] 4. 실시예 3에 있어서, 처리 유닛이 또한, 무선 링크의 성능의 변화가 검출되었다는 것을 나타내는 DSM 엔진으로 전송된 통지에 기초하여, 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정하라는 WTRU에 대한 감지 작업 요청을 수신하도록 구성되어 있는 것인 WTRU.

[0195] 5. 실시예 1 또는 실시예 4 중 어느 한 실시예에 있어서, RF 스펙트럼 감지 유닛이 또한 감지 작업 요청에 응답하여 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정하도록 구성되어 있는 것인 WTRU.

[0196] 6. 실시예 1 또는 실시예 5 중 어느 한 실시예에 있어서, 송수신기가 또한 측정의 결과를 DSM 엔진으로 전송하도록 구성되어 있는 것인 WTRU.

[0197] 7. 실시예 1 또는 실시예 6 중 어느 한 실시예에 있어서, DSM 엔진으로부터, 다른 장치들에 의해 사용되고 있지 않은 통신을 위한 스펙트럼의 할당을 수신하는 것을 추가로 포함하는 WTRU.

[0198] 8. 실시예 1 또는 실시예 7 중 어느 한 실시예에 있어서, 수신된 감지 작업 요청이 감지 작업을 수행하도록 WTRU를 구성하는 정보를 포함하는 감지 구성 메시지에 포함되는 것인 WTRU.

[0199] 9. 실시예 8에 있어서, 감지 구성 메시지가 단일 감지 작업 또는 주기적인 시간 간격으로 수행될 복수의 감지 작업을 수행하도록 WTRU를 구성하는 정보를 제공하는 것인 WTRU.

[0200] 10. DSM(dynamic spectrum management, 동적 스펙트럼 관리) 엔진에서 구현되는 방법으로서, 복수의 WTRU(wireless transmit/receive unit)에 의해 사용될 스펙트럼을 할당하는 단계; 및 복수의 WTRU 중 하나의 WTRU가 스펙트럼의 1차 사용자에 의한 스펙트럼의 사용에 대응하는 무선 링크의 성능의 변화를 검출했다는 것을 나타내는 통지를 복수의 WTRU 중 하나의 WTRU로부터 수신하는 단계를 포함하는 방법.

[0201] 11. 실시예 10에 있어서, 통지를 수신한 것에 응답하여 다른 장치들에 의한 스펙트럼의 사용을 나타내는 정보를 측정하라고 복수의 WTRU 중 적어도 하나의 WTRU에 요청하는 감지 작업 요청을 복수의 WTRU 중 적어도 하나의 WTRU로 전송하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0202] 12. 실시예 11에 있어서, 복수의 주기적인 간격 각각에서 측정된 정보가, 정보가 측정되는 시점에서, 스펙트럼이 다른 장치들에 의해 사용되고 있다는 것을 나타내고 있는지를 나타내는 감지 결과를 복수의 주기적인 간격으로 복수의 WTRU로부터 수신하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0203] 13. 실시예 12에 있어서, 복수의 WTRU에 의해 제공된 감지 결과가 복수의 WTRU 중 2개 이상의 WTRU가 서로 상관되어 있다는 것을 나타내는지를 판정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0204] 14. 실시예 13에 있어서, 판정하는 단계의 결과에 기초하여 감지 작업 요청을 전송할 복수의 WTRU 중 상관되어

있지 않은 서브셋트를 선택하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0205] 15. 실시예 11 내지 실시예 14 중 어느 한 실시예에 있어서, 감지 작업 요청이 송신된 복수의 WTRU 중 적어도 하나의 WTRU 각각으로부터 감지 결과를 수신하여, 측정된 정보가 스펙트럼이 다른 장치들에 의해 사용되고 있는지를 나타내는지에 관한 결정을 제공하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0206] 16. 실시예 15에 있어서, 수신된 감지 결과 및 수신된 감지 결과의 신뢰성을 나타내는 다른 정보에 적어도 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0207] 17. 실시예 16에 있어서, 다른 정보가 추정된 SNR(signal-to-noise ratio, 신호대 잡음비) 및 메트릭 계산(metric computation)에서 사용되는 다수의 샘플 중 적어도 하나를 포함하는 것인 방법.

[0208] 18. 실시예 16 또는 실시예 17에 있어서, 상기 판정하는 단계가 수신된 감지 결과의 신뢰성을 나타내는 정보에 기초하여 수신된 감지 결과 각각에 가중치를 부여하는 단계를 포함하는 것인 방법.

[0209] 19. 실시예 18에 있어서, 상기 판정하는 단계가 수신된 감지 결과를 수신된 감지 결과 각각에 할당된 가중치를 사용하여 전체 메트릭으로 결합시키는 단계를 추가로 포함하는 것인 방법.

[0210] 20. 실시예 11 내지 실시예 19 중 어느 한 실시예에 있어서, 감지 작업 요청이 복수의 WTRU 중 적어도 2개의 WTRU로 전송되는 것인 방법.

[0211] 21. 실시예 20에 있어서, 복수의 WTRU 중 적어도 2개의 WTRU로부터 I/Q 데이터 샘플을 수신하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0212] 22. 실시예 21에 있어서, 수신된 I/Q 데이터 샘플에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0213] 23. 실시예 22에 있어서, 수신된 I/Q 데이터에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계가 수신된 I/Q 데이터 샘플에 기초하여 평균 PSD(power spectral density, 전력 스펙트럼 밀도)를 계산하는 단계를 포함하는 것인 방법.

[0214] 24. 실시예 23에 있어서, 수신된 I/Q 데이터에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계가 계산된 평균 PSD에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계를 추가로 포함하는 것인 방법.

[0215] 25. 실시예 22 내지 실시예 24 중 어느 한 실시예에 있어서, 수신된 I/Q 데이터에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계가 구성 가능한 길이의 시간 윈도우(configurable-length time window)에 걸쳐 평균 PSD를 계산하는 단계를 추가로 포함하는 것인 방법.

[0216] 26. 실시예 25에 있어서, 구성 가능한 길이의 시간 윈도우의 길이가 감지 작업 요청을 수신하는 WTRU에 의해 겹출될 간섭체(interferer)의 유형, 스펙트럼의 1차 사용자를 겹출하는 데 필요한 시간의 양, 감지 작업 요청을 수신하는 WTRU의 이동성, 또는 채널에서의 잡음 레벨에 대한 지식 중 적어도 하나에 의존하는 것인 방법.

[0217] 27. 실시예 22 내지 실시예 26 중 어느 한 실시예에 있어서, 수신된 I/Q 데이터 샘플에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계가 수신된 I/Q 데이터 샘플의 자기 상관 특성을 추정하는 단계를 포함하는 것인 방법.

[0218] 28. 실시예 27에 있어서, 수신된 I/Q 데이터 샘플에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계가 추정된 자기 상관 특성에 기초하여 결정 메트릭(decision metric)을 계산하는 단계를 추가로 포함하는 것인 방법.

[0219] 29. 실시예 28에 있어서, 수신된 I/Q 데이터 샘플에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계가 결정 메트릭이 결정 임계값(decision threshold)을 초과하는지를 판정하는 단계를 추가로 포함하는 것인 방법.

[0220] 30. 실시예 29에 있어서, 수신된 I/Q 데이터 샘플에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계가 결정 메트릭이 결정 임계값을 초과하는 경우, 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는 것으로 판정하는 단계를 추가로 포함하는 것인 방법.

[0221] 31. 실시예 29 또는 실시예 30에 있어서, 수신된 I/Q 데이터 샘플에 기초하여 다른 장치들이 스펙트럼을 사용하고 있는지를 판정하는 단계가 결정 메트릭이 결정 임계값을 초과하지 않는 경우, 다른 장치들이 스펙트럼을 사

용하고 있지 않은 것으로 판정하는 단계를 추가로 포함하는 것인 방법.

[0222] 32. 실시예 28 내지 실시예 31 중 어느 한 실시예에 있어서, 결정 메트릭을 계산하는 단계가 하기의 식에 기초하여 수행되고:

$$P_1 = M \cdot R_{yy}(0)$$

[0223]

$$P_2 = M \cdot \sum_{i=0}^{M-1} |R_{yy}(j)|^2$$

[0224]

$$\frac{P_1^2}{MP_2} \leq \gamma$$

[0225]

[0226] 여기서 $y(n)$ 은 입력 신호이고, M 은 고려되는 오프셋 자기 상관(offset autocorrelation)들의 갯수이며, γ 는 결정 임계값인 방법.

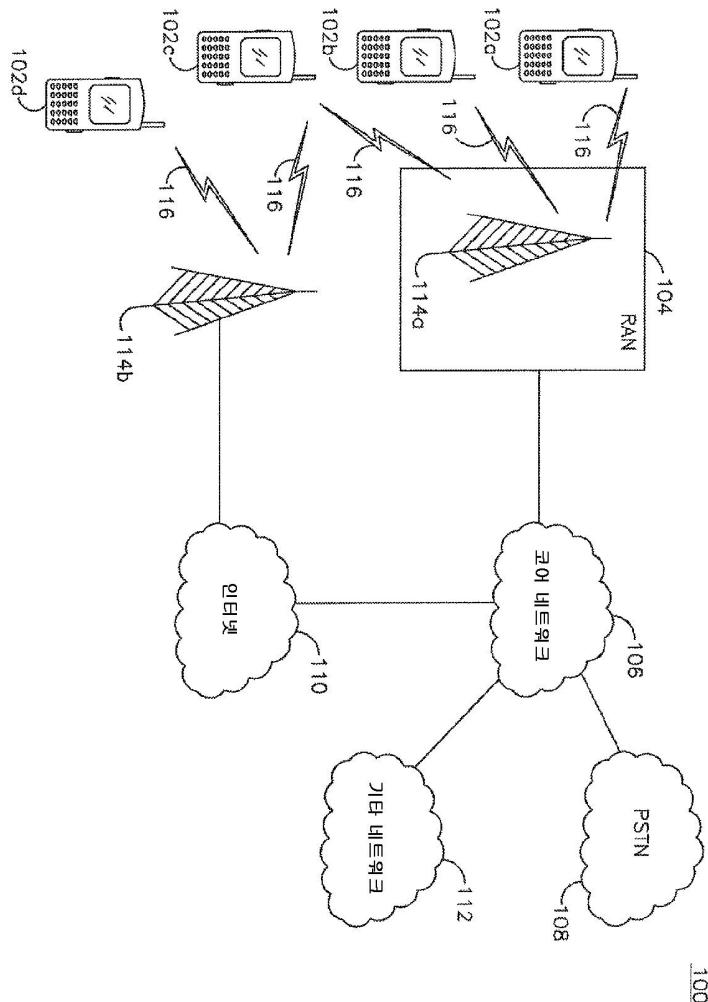
[0227] 33. 실시예 16 내지 실시예 32 중 어느 한 실시예에 있어서, 다른 장치들이 복수의 WTRU 중 적어도 하나의 WTRU에 이전에 할당되었던 스펙트럼을 사용하고 있는 것으로 판정되는 경우, 복수의 WTRU 중 적어도 하나의 WTRU에 적어도 하나의 새로운 스펙트럼 할당을 전송하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

[0228] 34. 실시예 12 내지 실시예 33 중 어느 한 실시예에 있어서, 감지 결과를 획득하도록 DSM 엔진의 하드웨어를 구성하는 정보를 포함하는 감지 객체(sensing object)를 발생하는 단계를 추가로 포함하고, 하드웨어가 각자의 감지 객체 각각에 포함된 정보의 내용에 따라 상이하게 구성되는 것인 방법.

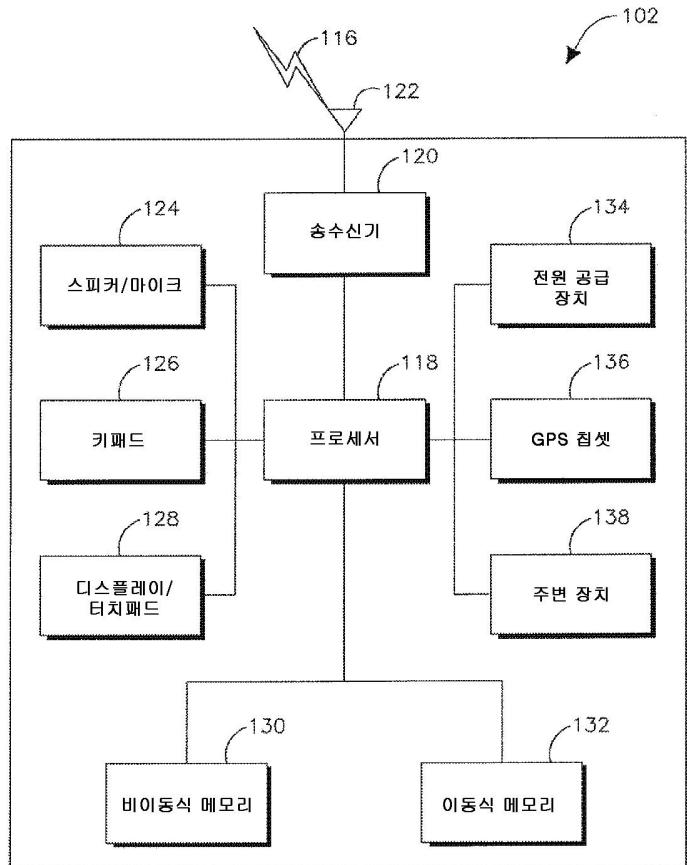
[0229] 특징 및 요소가 특정의 조합으로 앞서 기술되어 있지만, 당업자라면 각각의 특징 또는 요소가 단독으로 또는 다른 특징 및 요소와 임의의 조합으로 사용될 수 있다는 것을 잘 알 것이다 그에 부가하여, 본 명세서에 기술된 방법이 컴퓨터 또는 프로세서에서 실행하기 위해 컴퓨터 판독가능 매체에 포함되어 있는 컴퓨터 프로그램, 소프트웨어, 또는 펌웨어로 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체의 일례는 전자 신호(유선 또는 무선 연결을 통해 전송됨) 및 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함한다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 일례로는 ROM(read only memory), RAM(random access memory), 레지스터, 캐시 메모리, 반도체 메모리 장치, 내장형 하드 디스크 및 이동식 디스크 등의 자기 매체, 광자기 매체, 그리고 CD-ROM 디스크 및 DVD(digital versatile disk) 등의 광 매체가 있지만, 이들로 제한되지 않는다. 소프트웨어와 연관된 프로세서는 WTRU, UE, 단말, 기지국, RNC, 또는 임의의 호스트 컴퓨터에서 사용하기 위한 무선 주파수 송수신기를 구현하는 데 사용될 수 있다.

도면

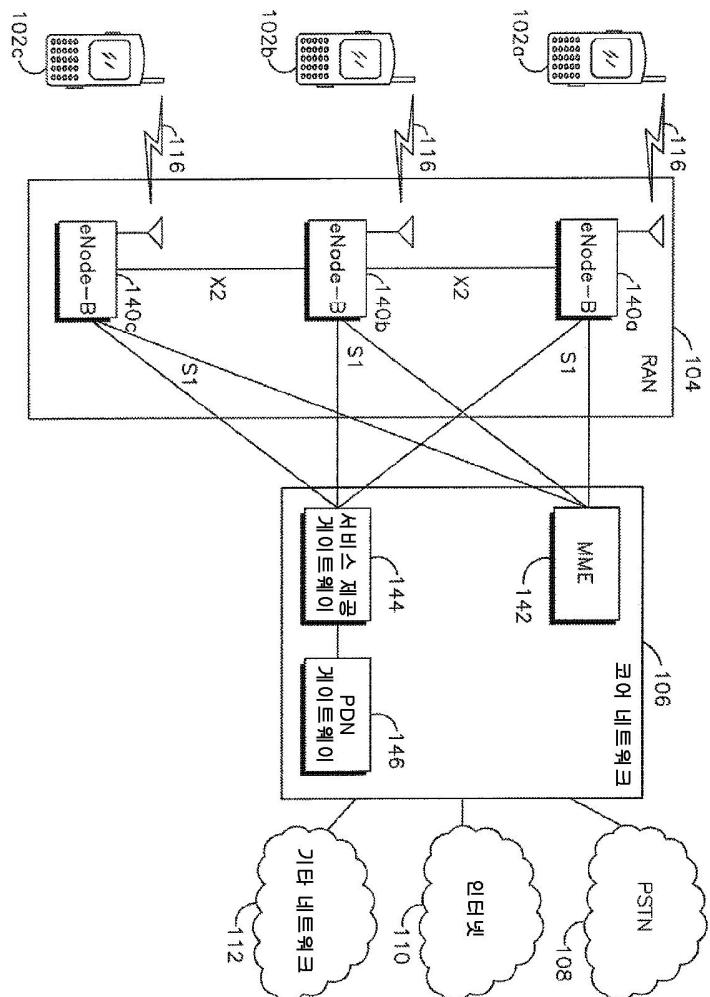
도면 1a



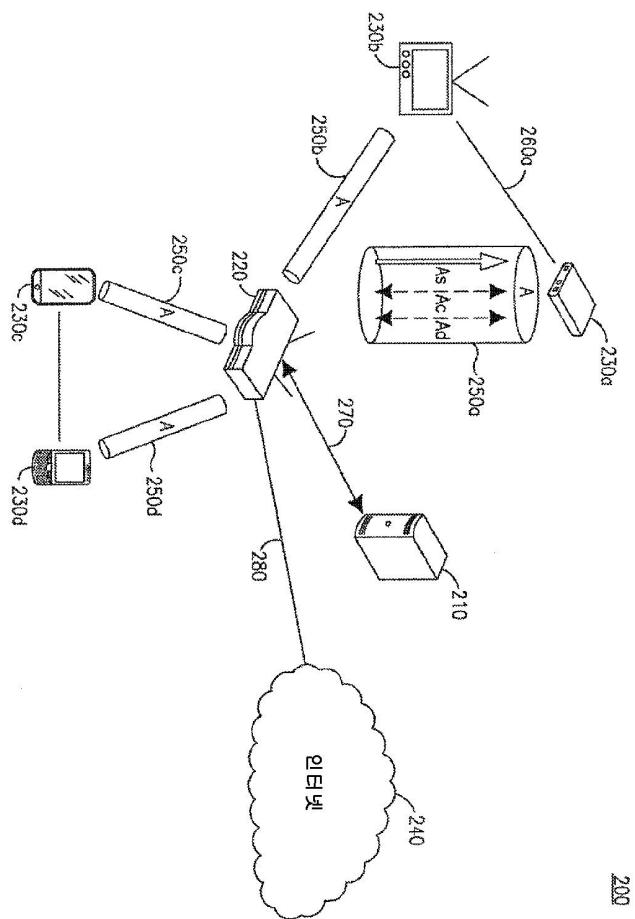
도면1b



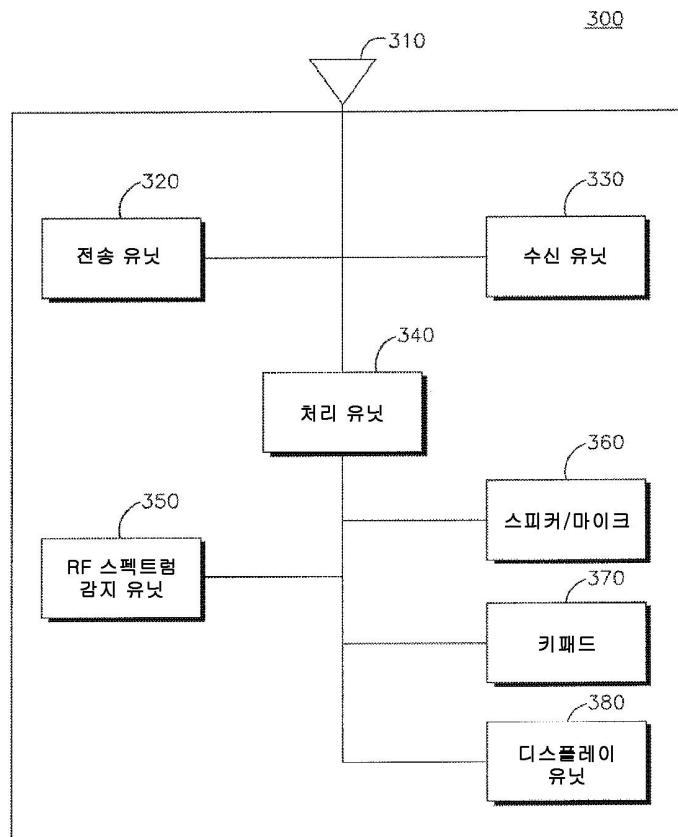
도면 1c



도면2

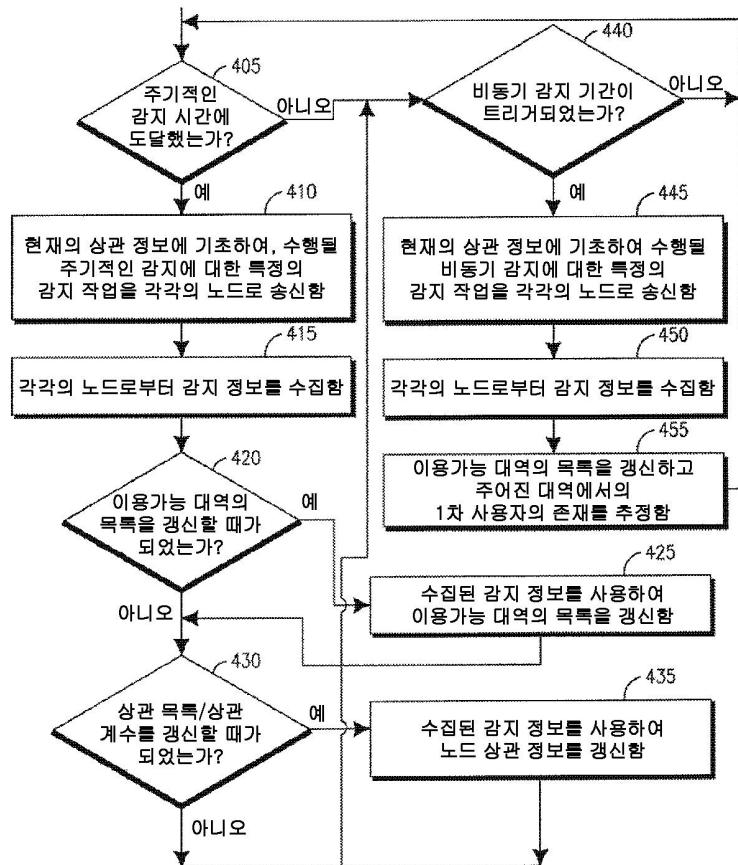


도면3

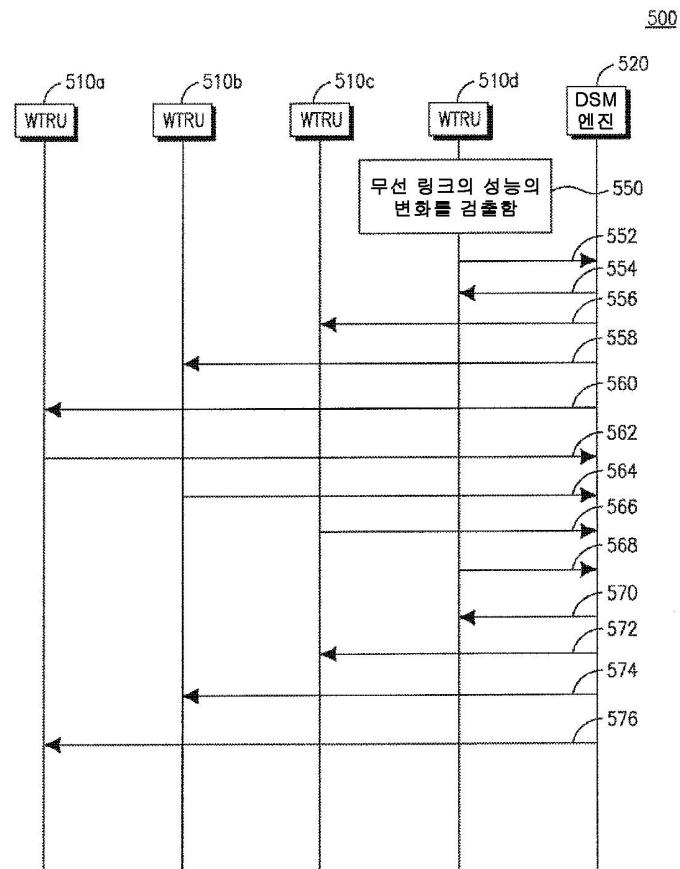


도면4

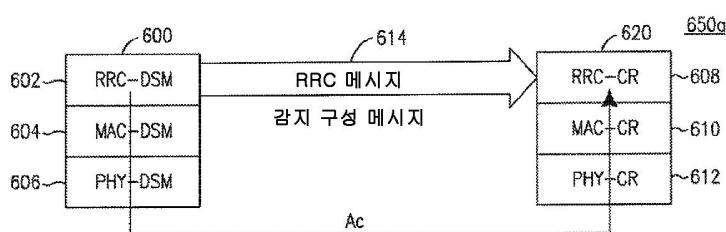
400



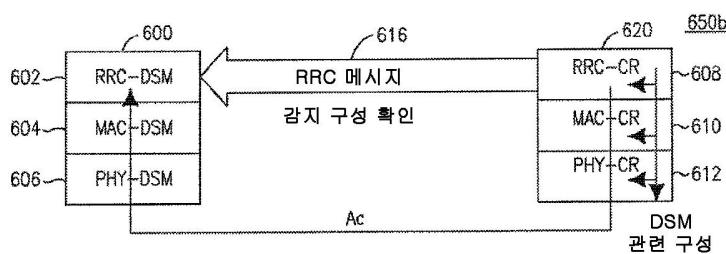
도면5



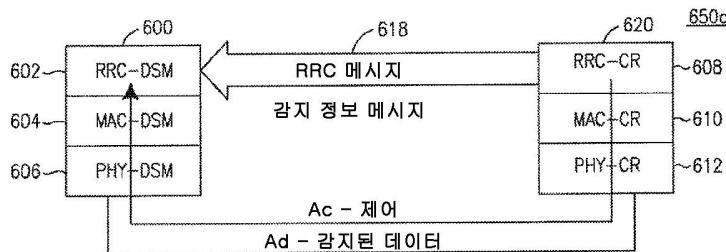
도면6a



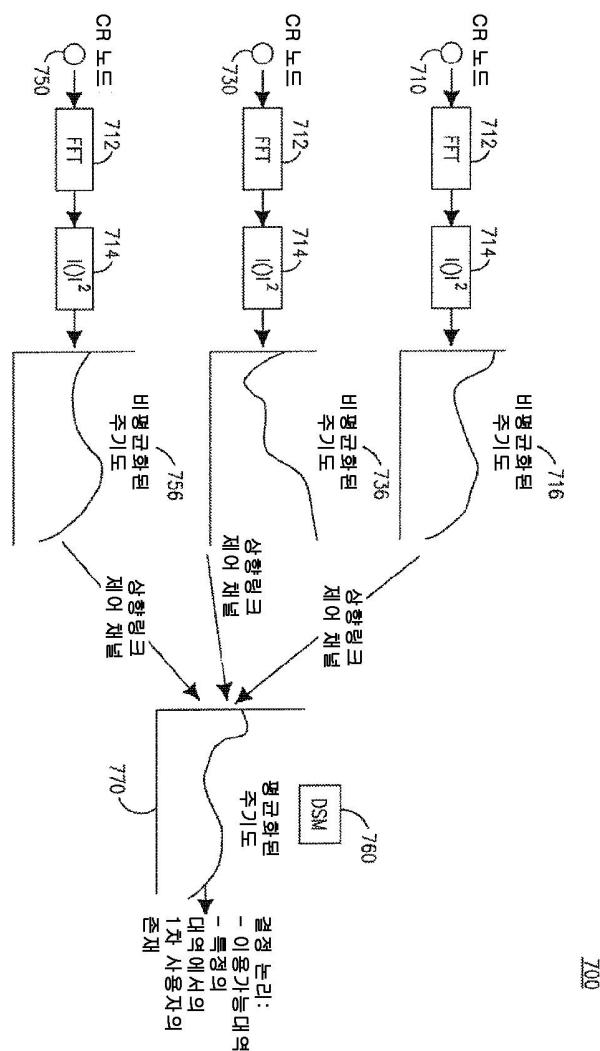
도면6b



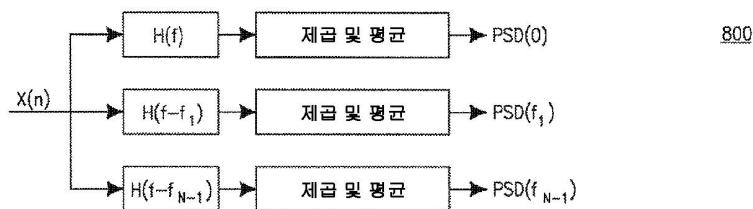
도면6c



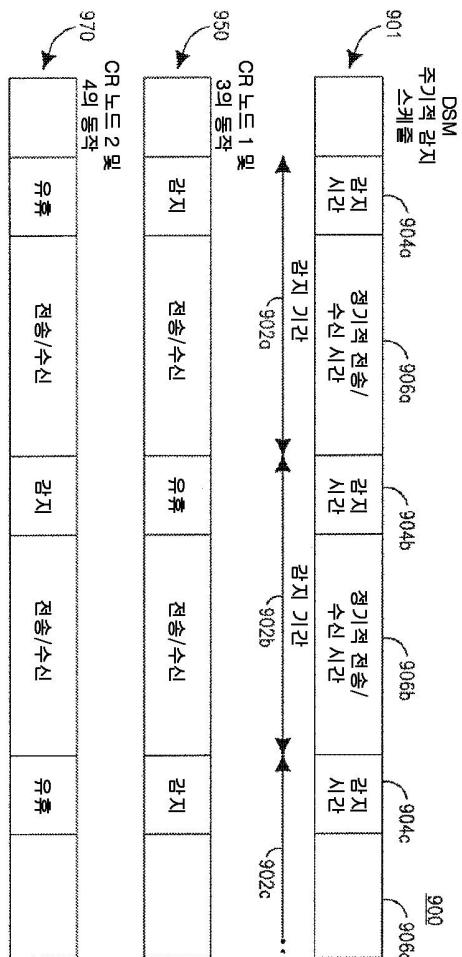
도면7



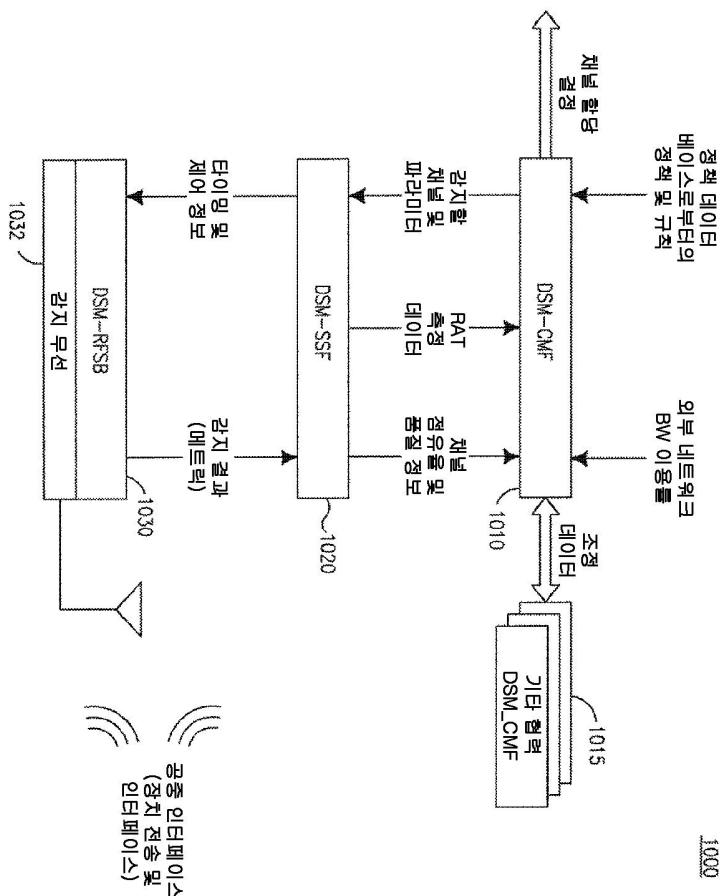
도면8



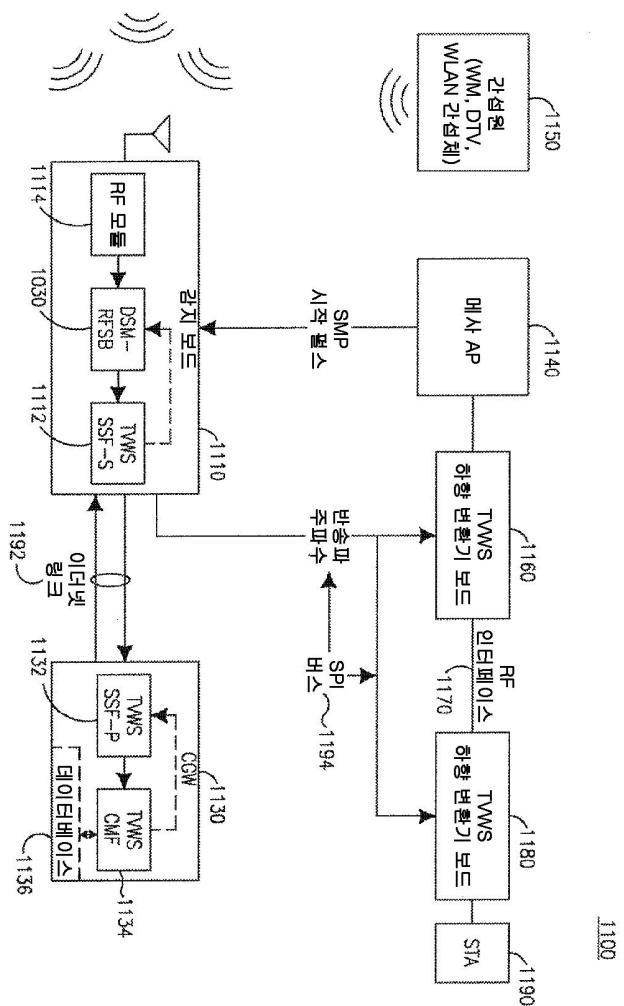
도면9



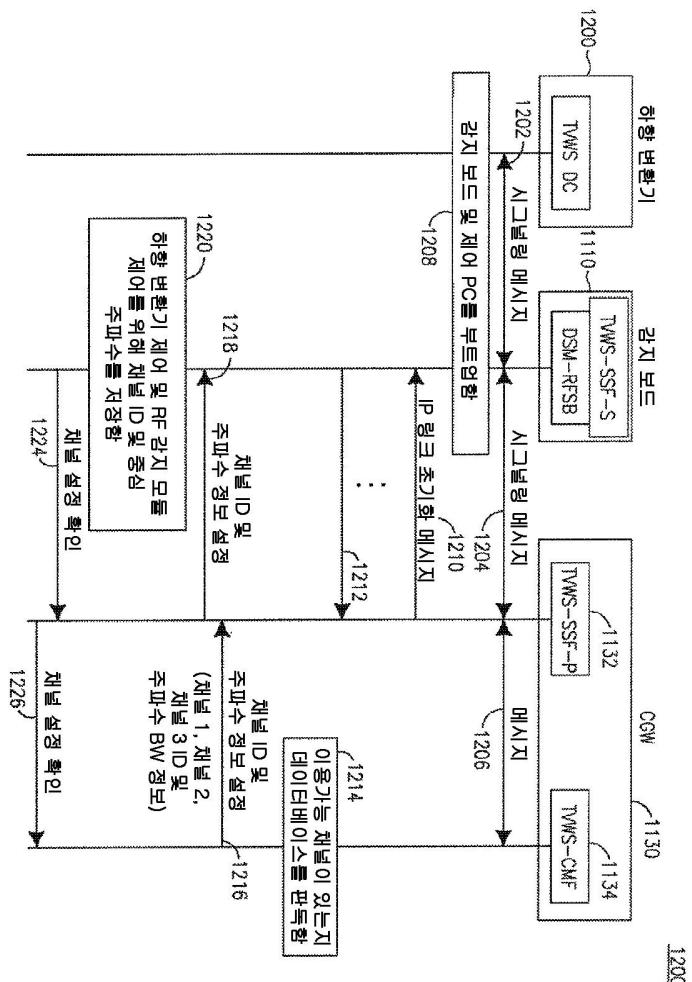
도면10



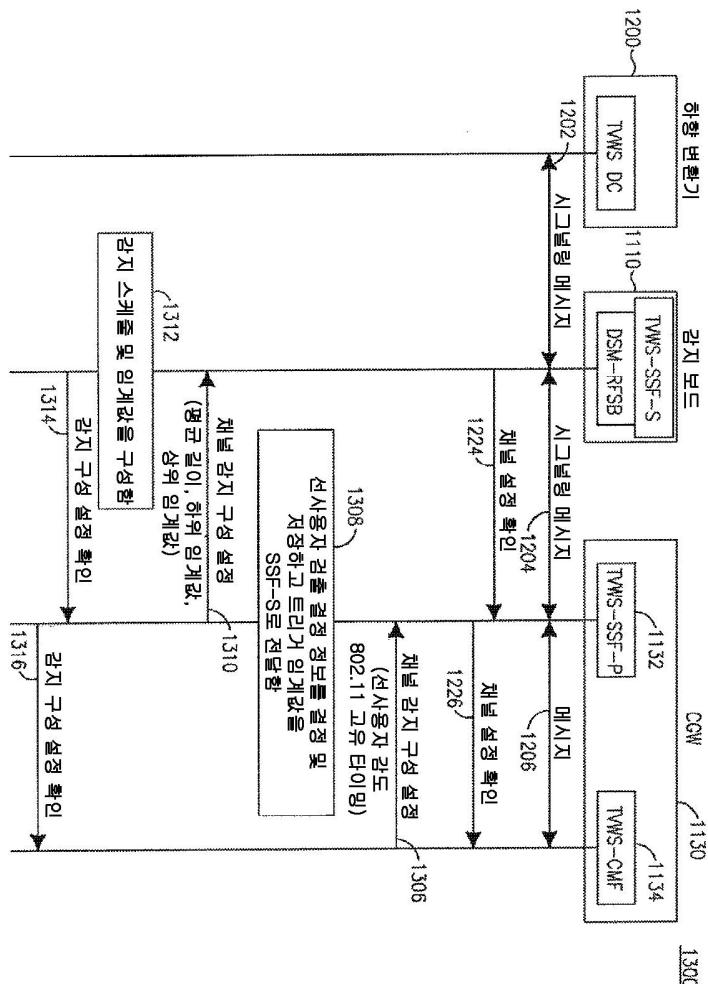
도면11



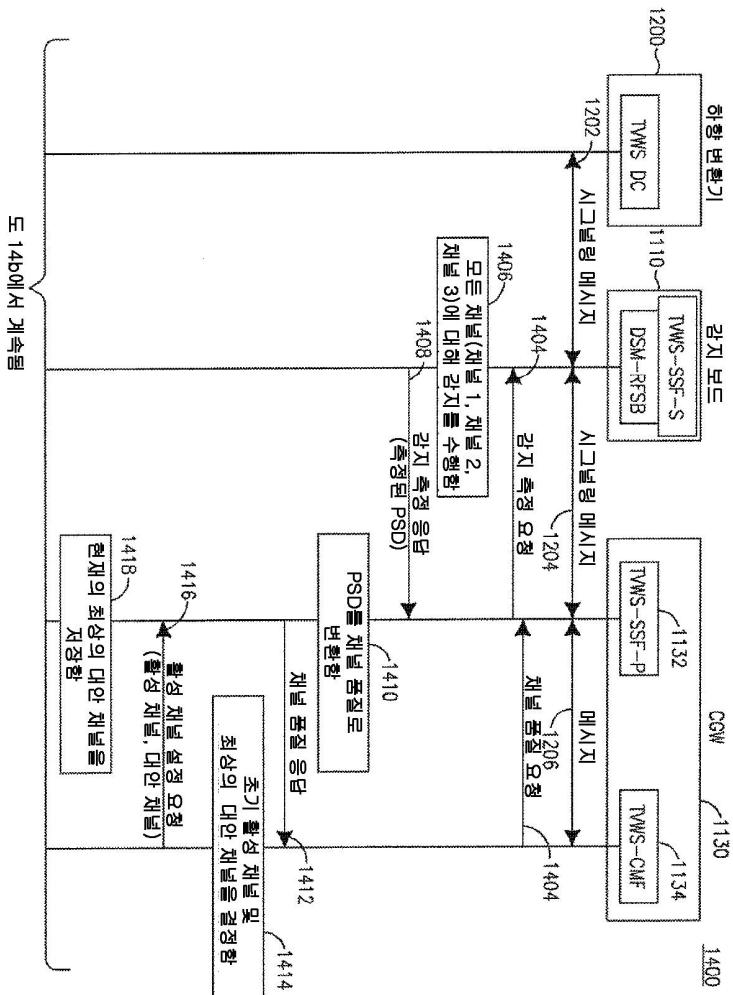
도면12



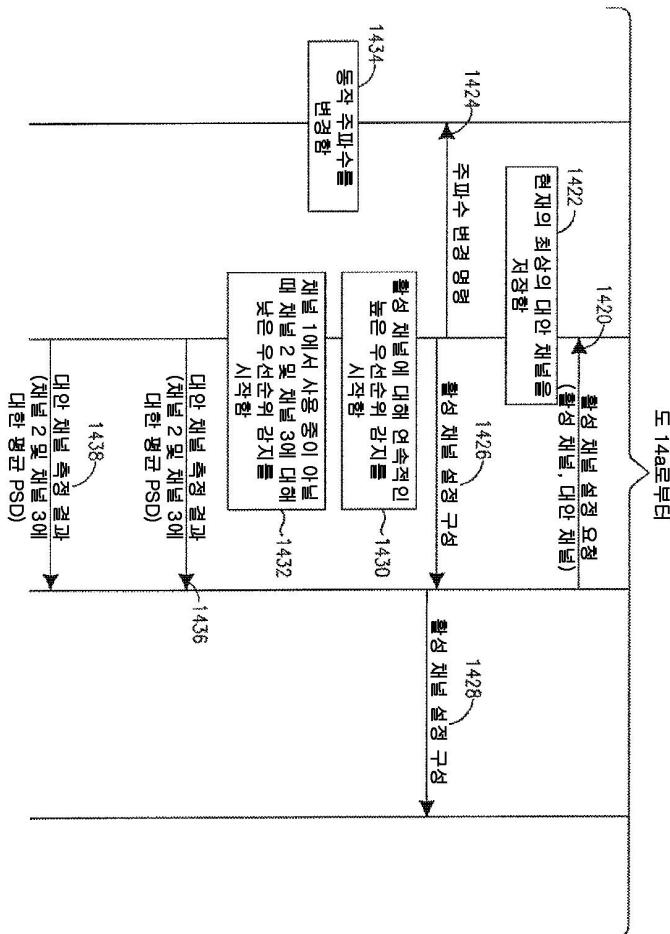
도면13



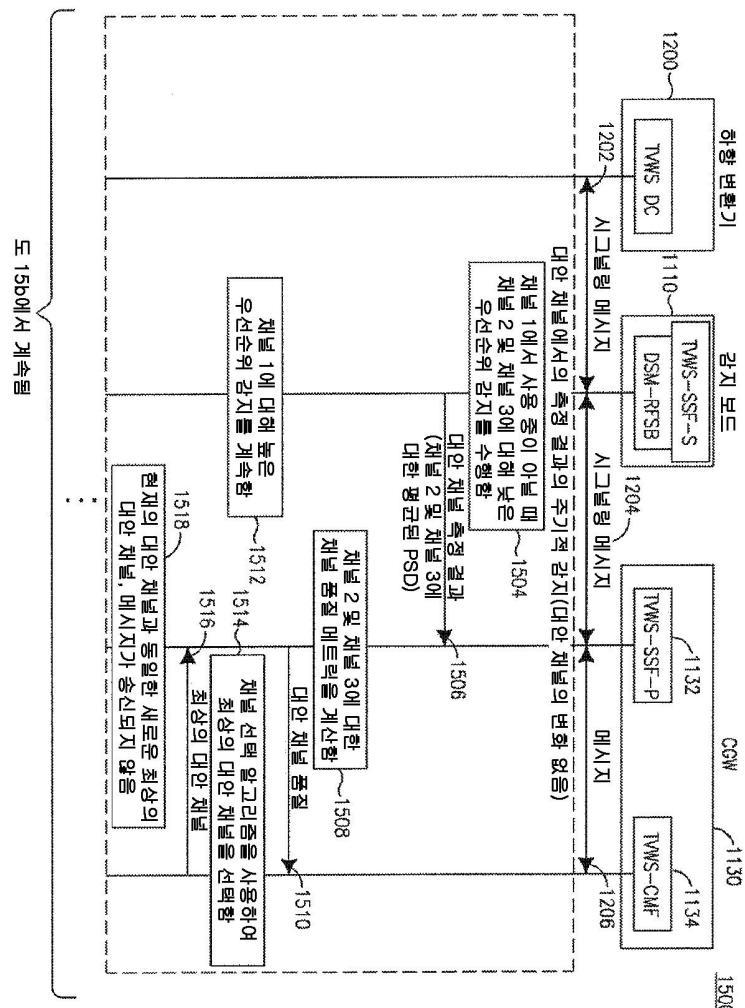
도면14a



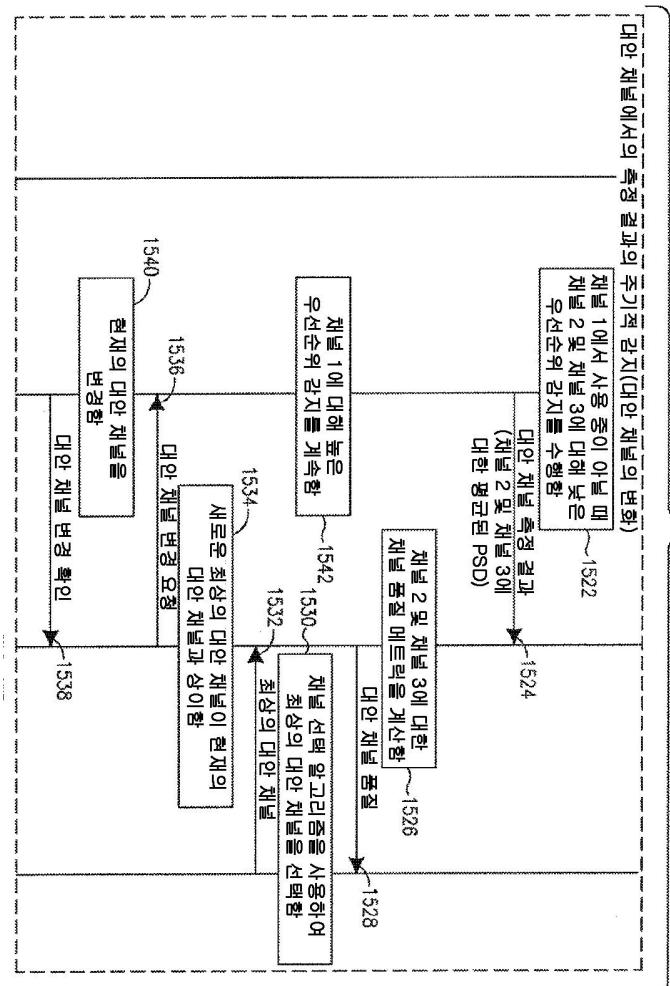
도면14b



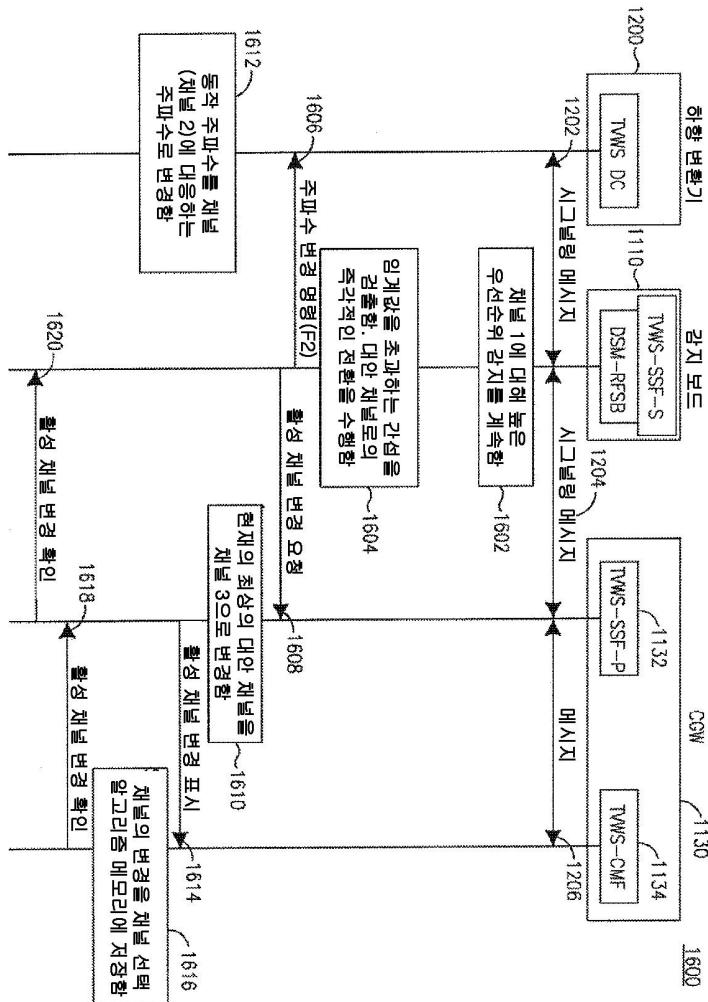
도면15a



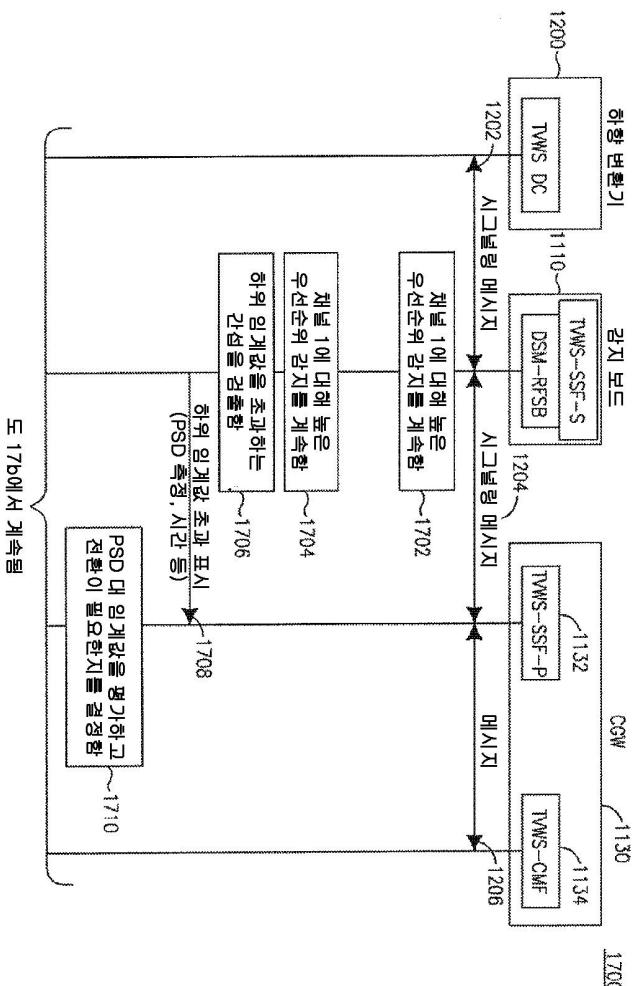
도면15b



도면16

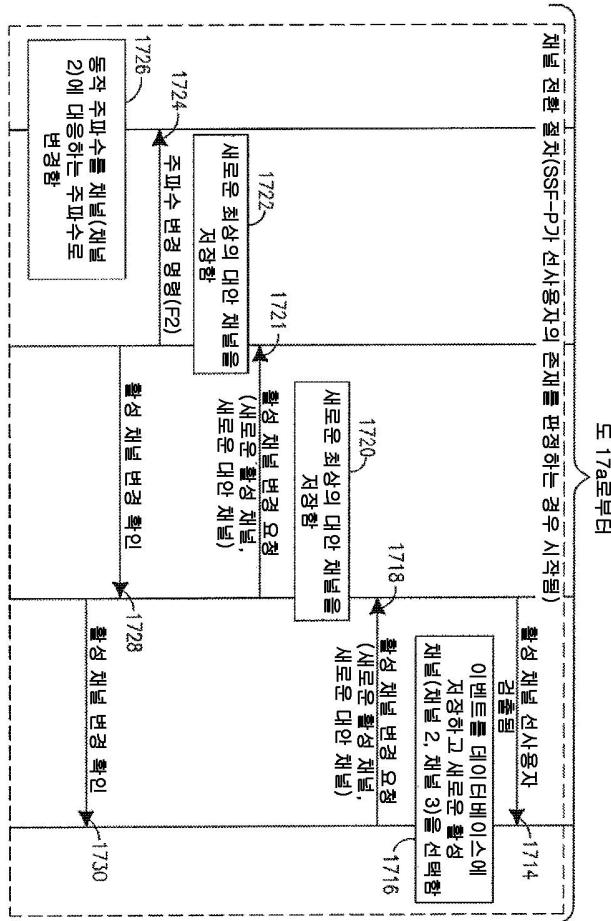


도면17a

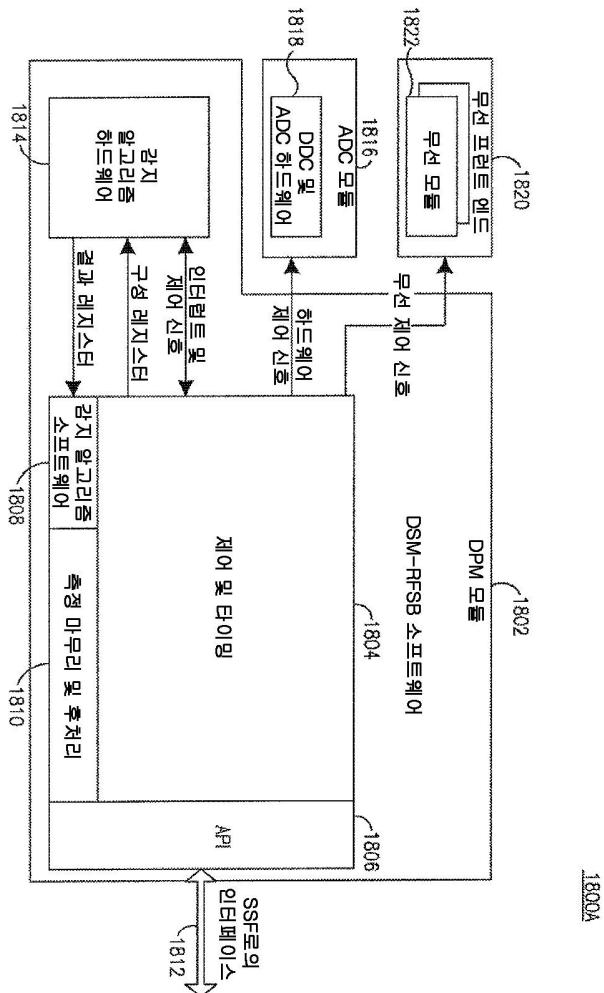


도면17b에서 계속됨

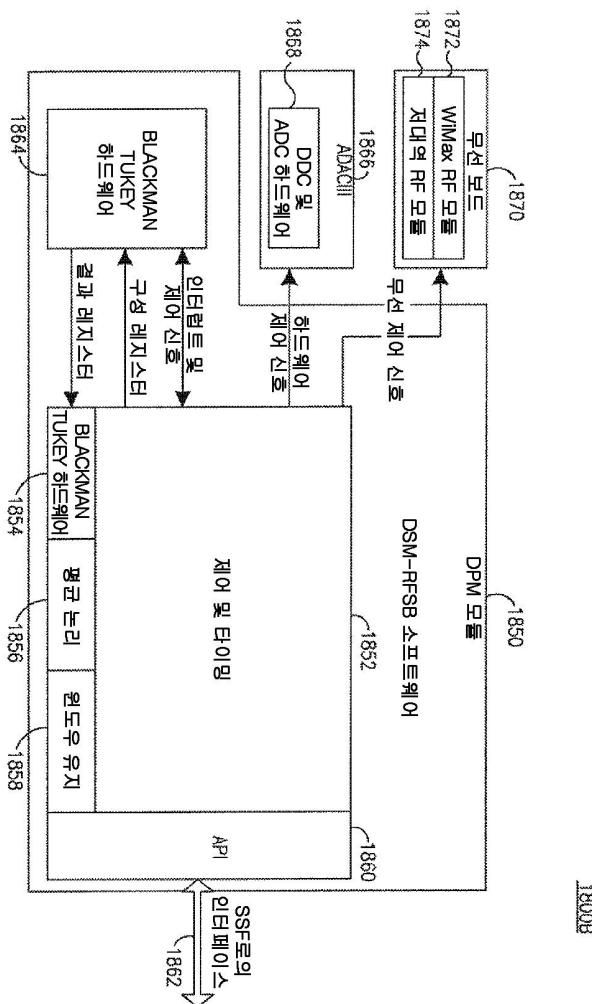
도면 17b



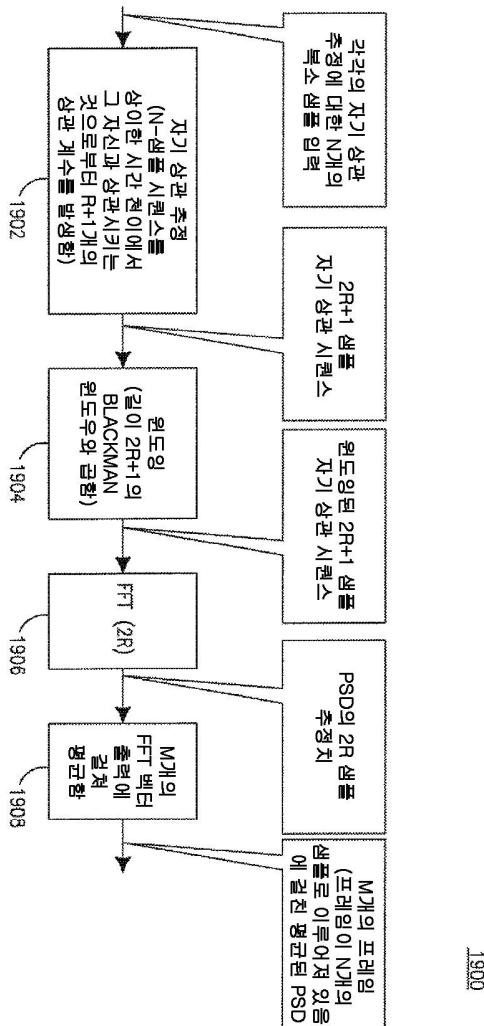
도면18a



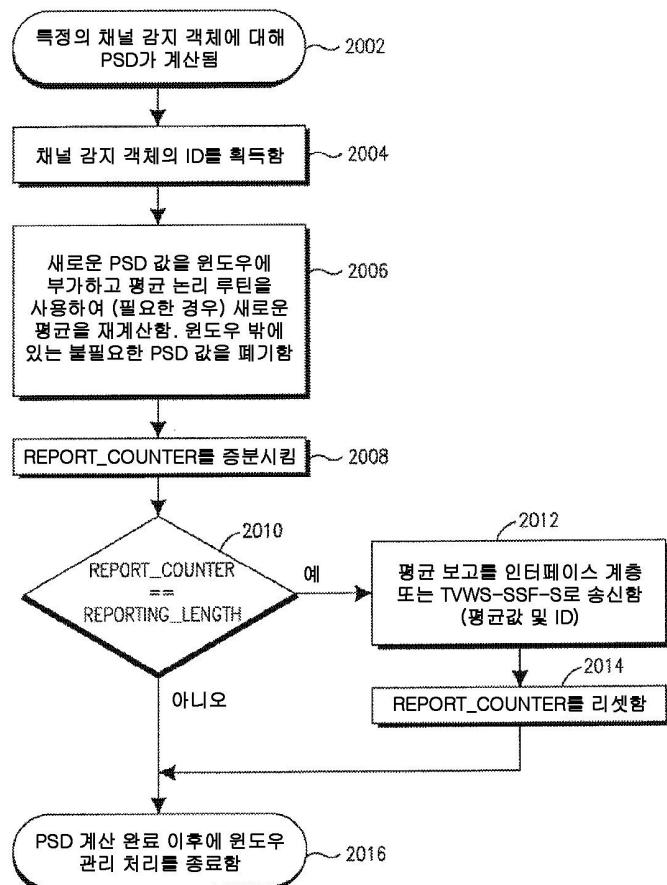
도면18b



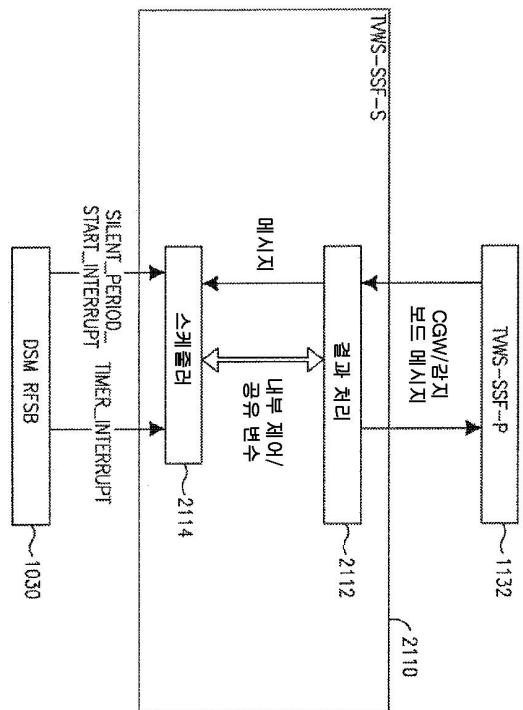
도면19



도면20

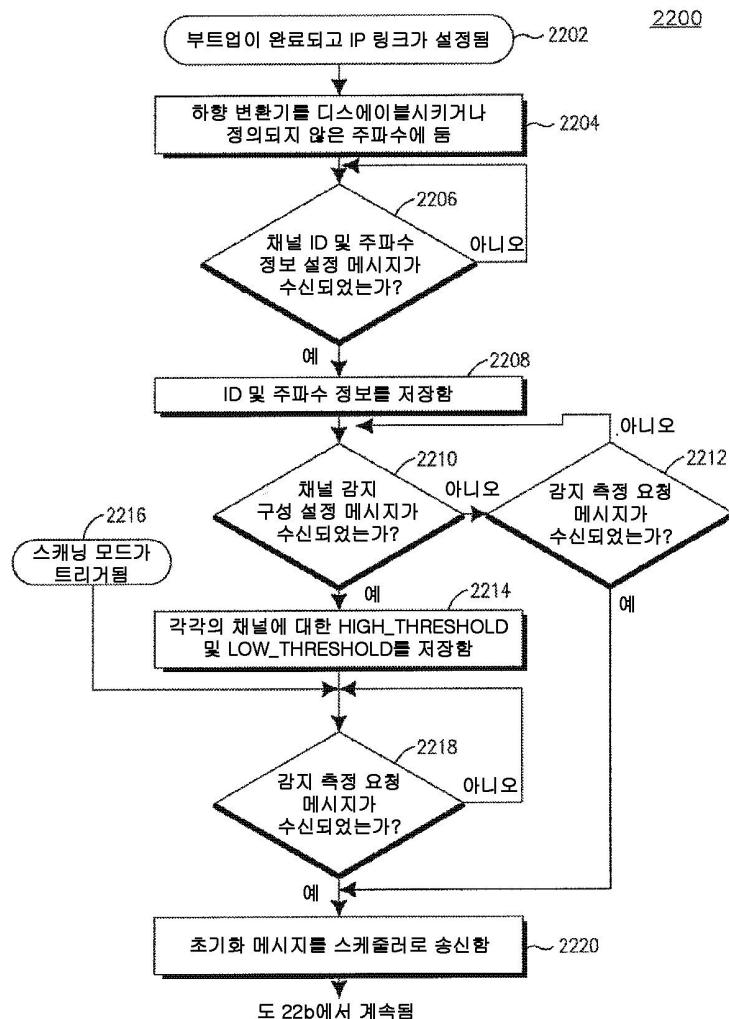


도면21

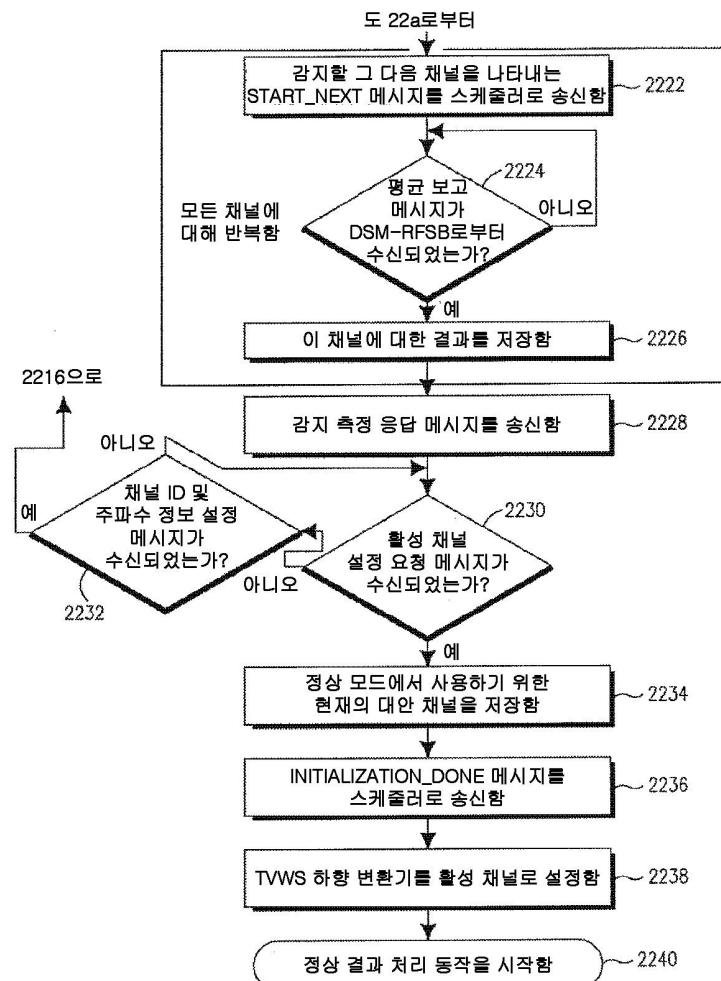


2100

도면22a

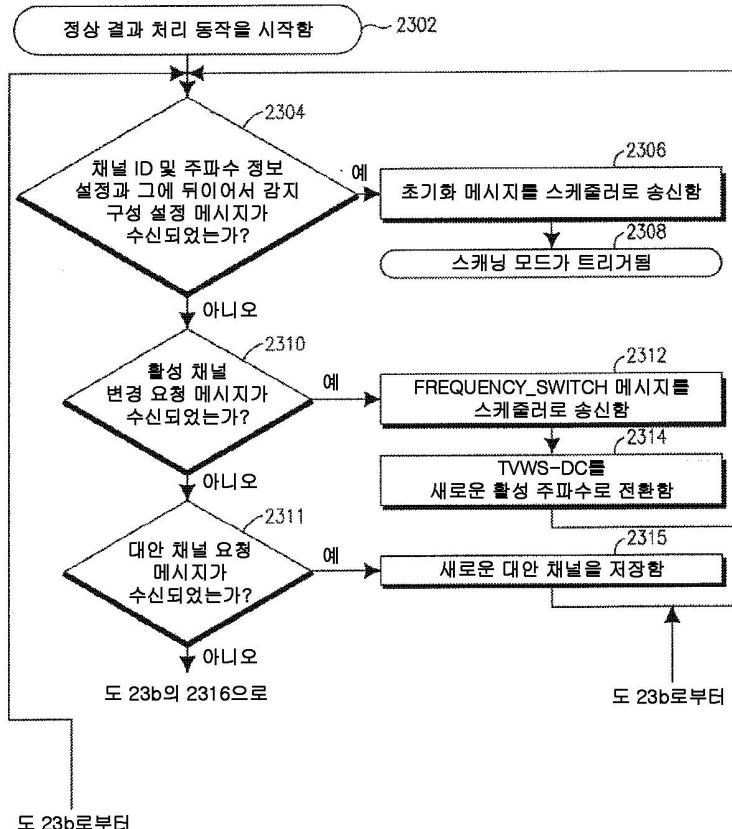


도면22b

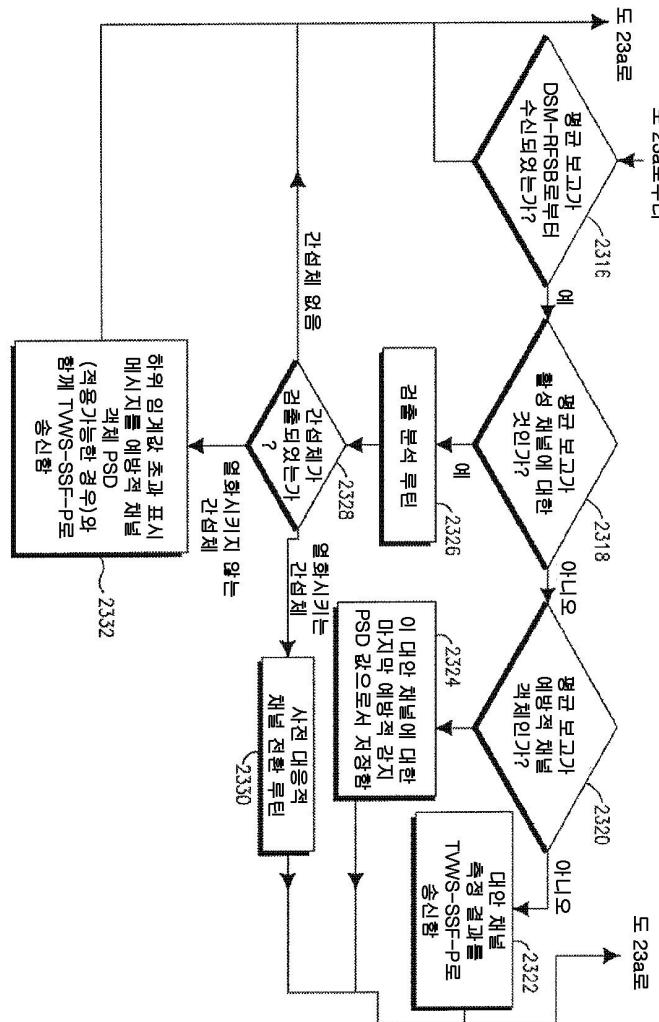


도면23a

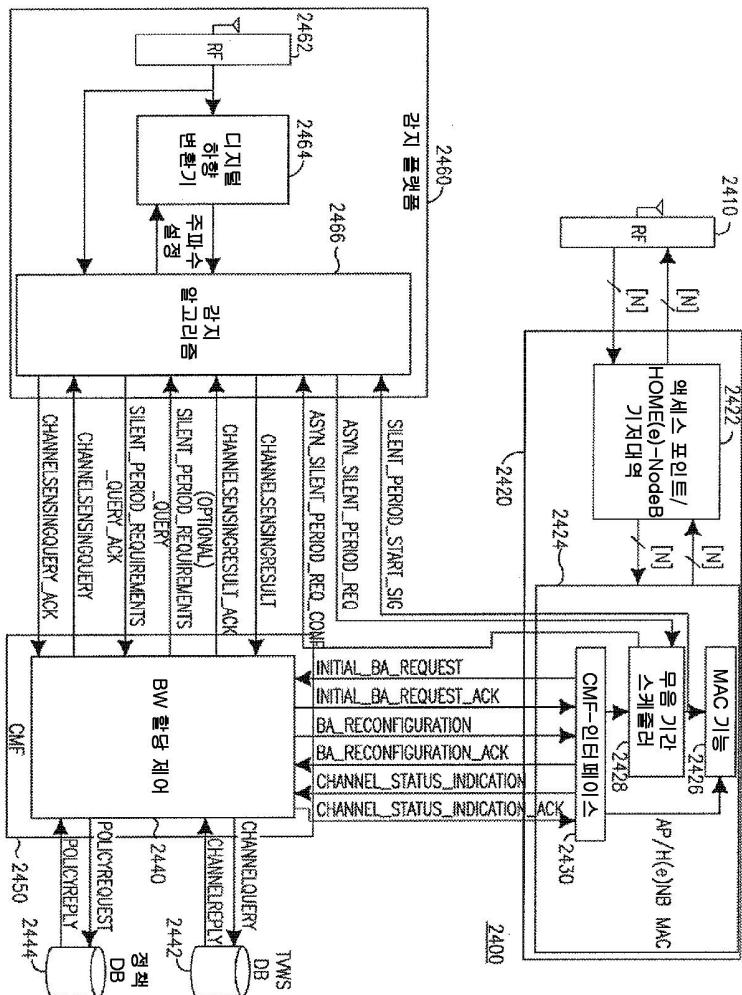
2300



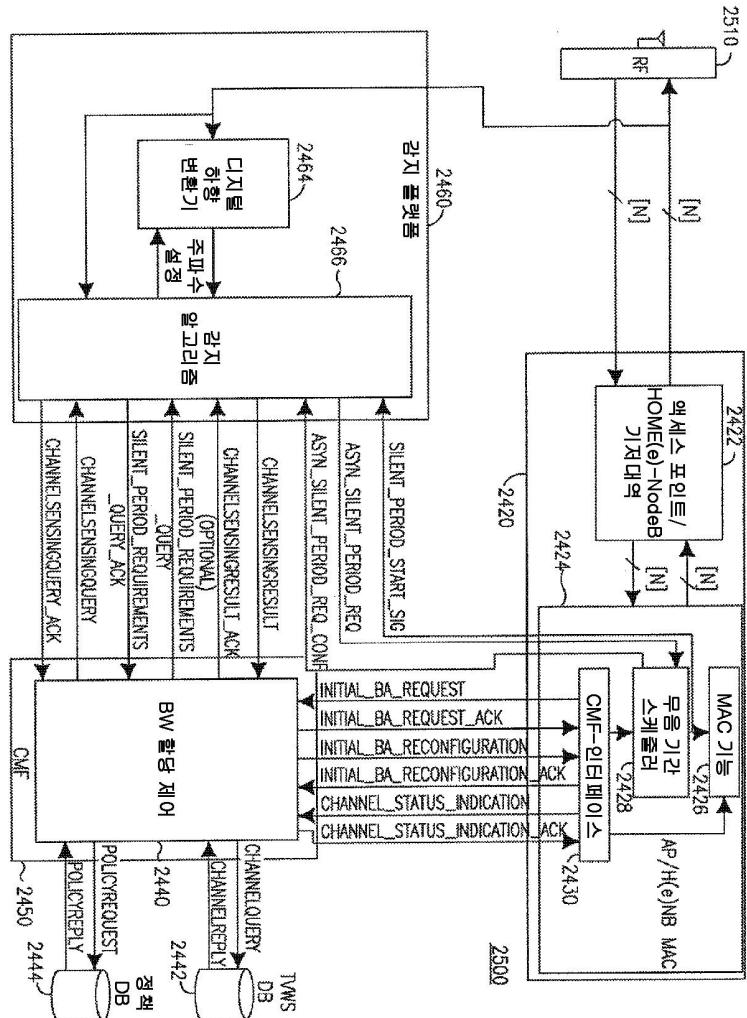
도면23b



도면24



도면25



도면26

