(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0129592
(43) 공개일자 2011년12월02일

(51) Int. Cl.
H04W 16/14 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2010-0049062
(22) 출원일자 2010년05월26일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산 남구 무거2동 산29
(72) 발명자
구인수
울산광역시 울주군 범서읍 구영리 우미린1차아파트 306동 1703호
(74) 대리인
이현수, 김태헌, 정홍식

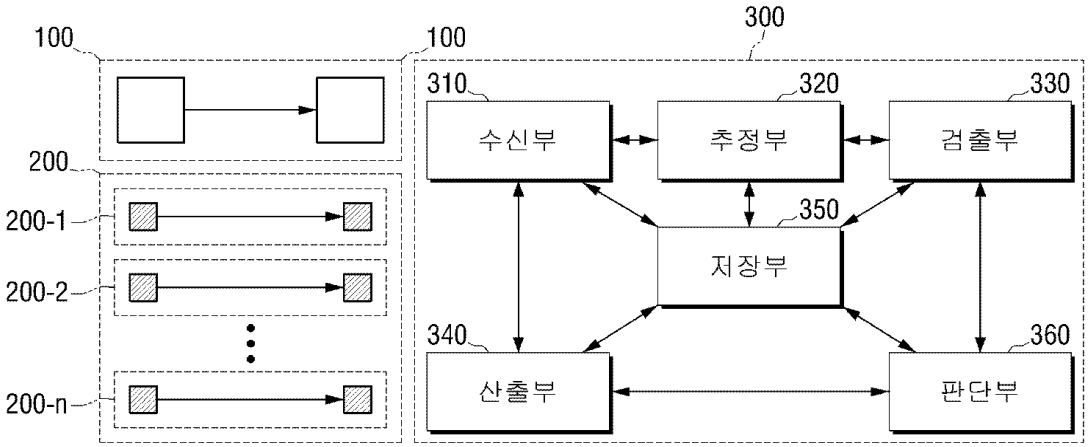
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 무선 인지 장치 및 무선 인지 방법

(57) 요 약

무선 인지 방법 및 무선 인지 방치가 제공된다. 본 무선 인지 방법은 복수의 2차 사용자들이 산출하여 전송한, 1차 사용자에 대한 에너지값 및 국부 결정값을 주기적으로 수신하는 단계, 주기적으로 수신된 복수의 에너지값 및 국부 결정값을 이용하여, 1차 사용자가 1차 사용자에게 부여된 주파수를 사용하는지 추정하는 단계, 추정 결과를 이용하여, 2차 사용자가 전송한 에너지값에 대한 평균을 산출하는 단계, 산출된 평균값을 비교하여 기정의된 2차 사용자를 검출하는 단계 및 기정의된 2차 사용자가 전송한 에너지값 및 국부 결정값을 배제하여, 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하는지 결정하는 단계를 포함한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

무선 인지 방법에 있어서,

복수의 2차 사용자들이 산출하여 전송한, 1차 사용자에 대한 에너지값 및 국부 결정값을 주기적으로 수신하는 단계;

상기 주기적으로 수신된 복수의 에너지값 및 국부 결정값을 이용하여, 상기 1차 사용자가 상기 1차 사용자에게 부여된 주파수를 사용하는지 추정하는 단계;

상기 추정 결과를 이용하여, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값에 대한 평균을 산출하는 단계;

상기 산출된 평균값을 비교하여 기정의된 2차 사용자를 검출하는 단계; 및

상기 기정의된 2차 사용자가 전송한 에너지값 및 국부 결정값을 배제하여, 상기 1차 사용자가 상기 부여된 주파수를 사용하는지 결정하는 단계;를 포함하는 무선 인지 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 검출하는 단계는,

상기 기정의된 2차 사용자의 유형에 따라, 아래의 수학식을 이용해 상기 기정의된 Always-Yes 형 및 Always-No 형 2차 사용자를 검출하는 것을 특징으로 하는 무선 인지 방법:

$$|\hat{\mu}_{1i} - \hat{\mu}_{0i}| < \epsilon_1$$

여기서, $\hat{\mu}_{1i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하는 것으로 판단된 경우에 대한, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균,

$\hat{\mu}_{0i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하지 않는 것으로 판단된 경우에 대한, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균,

ϵ_1 는 검출 임계값이다.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 검출하는 단계는,

상기 기정의된 2차 사용자의 유형에 따라, 아래의 수학식을 이용해 상기 기정의된 Always-Inverse 형 2차 사용자를 검출하는 것을 특징으로 하는 무선 인지 방법:

$$\hat{\mu}_{1i} < \hat{\mu}_{0i}$$

여기서, $\hat{\mu}_{1i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하는 것으로 판단된 경우에 대한, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균,

$\hat{\mu}_{0i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하지 않는 것으로 판단된 경우에 대한, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균,

ϵ_1 는 검출 임계값이다.

청구항 4

제 1항에 있어서,

수신된 복수의 상기 에너지값 및 상기 국부 결정값을 저장하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 인지 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 산출하는 단계는,

기설정된 시간 범위 내에서의 에너지값만을 이용하여 산출하는 것을 특징으로 하는 무선 인지 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 판단 결과에 따라, 상기 산출된 평균값을 상기 2차 사용자가 현재 전송한 에너지값과의 가중치를 이용해 갱신하는 단계;를 더 포함하는 무선 인지 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 갱신하는 단계는,

상기 1차 사용자가 상기 부여된 주파수를 사용하고 있는 것으로 판단된 경우, 아래의 수학식을 이용해 상기 평균값을 갱신하는 것을 특징으로 하는 무선 인지 방법:

$$\hat{\mu}_{1,i} = (1-\alpha)\hat{\mu}_{1,i} + \alpha x_{E,i}$$

여기서, $\hat{\mu}_{1i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하는 것으로 판단된 경우, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균값을 의미하며,

$x_{E,i}$는 현재 각 2차 사용자에 의해 전송된 에너지값을 의미하며,

α 는 $\hat{\mu}_{1i}$ 와 $x_{E,i}$ 사이의 가중치 변수이다.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 갱신하는 단계는,

상기 1차 사용자가 상기 부여된 주파수를 사용하고 있지 않은 것으로 판단된 경우, 아래의 수학식을 이용해 상기 평균값을 갱신하는 것을 특징으로 하는 무선 인지 방법:

$$\hat{\mu}_{1,i} = (1-\alpha)\hat{\mu}_{1,i} + \alpha x_{E,i}$$

여기서, $\hat{\mu}_{0i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하지 않는 것으로 판단된 경우, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균값을 의미하며,

$x_{E,i}$는 현재 각 2차 사용자에 의해 전송된 에너지값을 의미하며,

α 는 $\hat{\mu}_{1i}$ 와 $x_{E,i}$ 사이의 가중치 변수이다.

청구항 9

무선 인지 장치에 있어서,

복수의 2차 사용자들이 측정하여 전송한, 1차 사용자의 에너지값 및 국부 결정값을 주기적으로 수신하는 수신부;

수신된 복수의 상기 에너지값 및 상기 국부 결정값을 저장하는 저장부;

상기 주기적으로 수신된 복수의 에너지값 및 국부 결정값을 이용하여, 상기 1차 사용자가 상기 1차 사용자에게 부여된 주파수의 사용 여부를 판단하는 추정부;

상기 추정 결과를 이용해, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값에 대한 평균을 각각 산출하는 산출부;

상기 산출된 평균값을 비교하여 기정의된 2차 사용자를 검출하는 검출부; 및

상기 기정의된 2차 사용자가 전송한 에너지값 및 국부 결정값을 배제하여, 상기 1차 사용자가 상기 부여된 주파수를 사용하는지 결정하는 판단부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 인지 장치.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 산출부는,

상기 판단 결과 및 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값을 이용해 상기 산출된 평균값을 갱신하는 것을 특징으로 하는 무선 인지 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 인지 장치 및 무선 인지 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 주파수 사용 효율을 높이기 위한 무선 인지 장치 및 무선 인지 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 무선 응용 기술들의 비약적인 증가로 주파수 자원에 대해 많은 수요가 발생하였다. 하지만, 주파수 자원은 한정적이라는 점에서 주파수 자원을 효율적으로 활용하기 위한 무선 기술의 필요성이 요구되었다. 이에 따라, 주파수 사용권한이 없는 사용자가 유휴주파수 부분을 공유할 수 있는 무선 인지 기술이 도입되었다.

[0003] 이러한 무선 인지 기술의 구현을 위한 핵심적인 기술은 스펙트럼 센싱 기술이다. 2차 사용자는 1차 사용자가 가용 된 주파수 스펙트럼을 점유하고 있는지 판단하고, 1차 사용자에게 간섭을 주지 않으면서 2차 사용자가 유후 주파수를 사용하는 주파수 자원 공유 기술을 의미한다.

[0004] 무선 인지 기술에서 사용될 수 있는 스펙트럼 센싱 방법으로는 비협력 스펙트럼 검출 기법과 협력 스펙트럼 검출 기법으로 나눌 수 있다.

[0005] 먼저, 비협력 스펙트럼 검출 기법은 2차 사용자가 1차 사용자의 신호를 독립적으로 검출하여, 1차 사용자의 점유 여부를 판단하는 것이다. 하지만, 이는 다중 경로 감쇄 환경이나 쉐도잉(shadowing) 환경처럼 신호 검출이 효율적으로 이루어지지 않을 경우, 2차 사용자가 1차 사용자에 대한 정보를 받지 못해 1차 사용자에게 간섭을 일으키는 문제가 발생될 수 있다.

[0006] 협력 스펙트럼 검출 기법은 이러한 비협력 스펙트럼 검출 기법의 문제점을 해결하기 위한 방법으로, 복수의 2차 사용자들이 검출한 1차 사용자의 신호들을 수집하여 스펙트럼 센싱에 대한 정보를 공유함으로써 1차 사용자의 주파수 점유 여부를 판단하는 방식이다.

[0007] 하지만, 협력 스펙트럼 검출 기법에서도 의도적으로 잘못된 스펙트럼 센싱 정보를 전송하여 전체적으로 부정확

한 센싱 결정을 유도하는 기정의된 2차 사용자에 대한 대응책이 없다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 협력 스펙트럼 검출 기법에서 기정의된 2차 사용자를 검출하고, 검출된 기정의된 2차 사용자를 배제하고 1차 사용자의 주파수 점유 여부를 판단하는 무선 인지 장치 및 무선 인지 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 무선 인지 방법은 복수의 2차 사용자들이 산출하여 전송한, 1차 사용자에 대한 에너지값 및 국부 결정값을 주기적으로 수신하는 단계, 상기 주기적으로 수신된 복수의 에너지값 및 국부 결정값을 이용하여, 상기 1차 사용자가 상기 1차 사용자에게 부여된 주파수를 사용하는지 추정하는 단계, 상기 추정 결과를 이용하여, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값에 대한 평균을 산출하는 단계, 상기 산출된 평균값을 비교하여 기정의된 2차 사용자를 검출하는 단계 및 상기 기정의된 2차 사용자가 전송한 에너지값 및 국부 결정값을 배제하여, 상기 1차 사용자가 상기 부여된 주파수를 사용하는지 결정하는 단계를 포함한다.

[0010] 여기서, 상기 검출하는 단계는, 상기 기정의된 2차 사용자의 유형에 따라, 아래의 수학식을 이용해 상기 기정의된 Always-Yes 형 및 Always-No 형 2차 사용자를 검출할 수 있다.

[0011] $$|\hat{\mu}_{1i} - \hat{\mu}_{0i}| < \epsilon_1$$

[0012] 여기서, $\hat{\mu}_{1i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하는 것으로 판단된 경우, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균, $\hat{\mu}_{0i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하지 않는 것으로 판단된 경우, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균, ϵ_1 는 검출 임계값이다.

[0013] 한편, 상기 검출하는 단계는, 상기 기정의된 2차 사용자의 유형에 따라, 아래의 수학식을 이용해 상기 기정의된 Always-Inverse 형 2차 사용자를 검출할 수 있다.

[0014] $$\hat{\mu}_{1i} < \hat{\mu}_{0i}$$

[0015] 여기서, $\hat{\mu}_{1i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하는 것으로 판단된 경우, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균, $\hat{\mu}_{0i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하지 않는 것으로 판단된 경우, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균, ϵ_1 는 검출 임계값이다.

[0016] 한편, 수신된 복수의 상기 에너지값 및 상기 국부 결정값을 저장하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0017] 한편, 상기 산출하는 단계는, 기설정된 시간 범위 내에서의 에너지값만을 이용하여 산출할 수 있다.

[0018] 한편, 상기 판단 결과에 따라, 상기 산출된 평균값을 상기 2차 사용자가 현재 전송한 에너지값과의 가중치를 이용해 갱신하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 갱신하는 단계는, 상기 1차 사용자가 상기 부여된 주파수를 사용하고 있는 것으로 판단된 경우, 아래의 수학식을 이용해 상기 평균값을 갱신할 수 있다.

[0020] $$\hat{\mu}_{1,i} = (1-\alpha)\hat{\mu}_{1,i} + \alpha x_{E,i}$$

[0021] 여기서, $\hat{\mu}_{1i}$ 는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하는 것으로 판단된 경우, 상기 2차 사용자가 전송한

에너지값의 평균값을 의미하며, $x_{E,i}$는 현재 각 2차 사용자에 의해 전송된 에너지값을 의미하며, α는 $\hat{\mu}_{1i}$와 $x_{E,i}$ 사이의 가중치 변수이다.

[0022] 한편, 상기 갱신하는 단계는, 상기 1차 사용자가 상기 부여된 주파수를 사용하고 있지 않은 것으로 판단된 경우, 아래의 수학식을 이용해 상기 평균값을 갱신할 수 있다.

[0023] $$\hat{\mu}_{1,i} = (1-\alpha)\hat{\mu}_{1,i} + \alpha x_{E,i}$$

[0024] 여기서, $\hat{\mu}_{0i}$는 상기 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하지 않는 것으로 판단된 경우, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균값을 의미하며, $x_{E,i}$는 현재 각 2차 사용자에 의해 전송된 에너지값을 의미하며, α는 $\hat{\mu}_{1i}$와 $x_{E,i}$ 사이의 가중치 변수이다.

[0025] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 무선 인지 장치는 복수의 2차 사용자들이 측정하여 전송한, 1차 사용자의 에너지값 및 국부 결정값을 주기적으로 수신하는 수신부, 수신된 복수의 상기 에너지값 및 상기 국부 결정값을 저장하는 저장부, 상기 주기적으로 수신된 복수의 에너지값 및 국부 결정값을 이용하여, 상기 1차 사용자가 상기 1차 사용자에게 부여된 주파수의 사용 여부를 판단하는 추정부, 상기 추정 결과를 이용해, 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값에 대한 평균을 각각 산출하는 산출부, 상기 산출된 평균값을 비교하여 기정의된 2차 사용자를 검출하는 검출부; 및 상기 기정의된 2차 사용자가 전송한 에너지값 및 국부 결정값을 배제하여, 상기 1차 사용자가 상기 부여된 주파수를 사용하는지 결정하는 판단부;를 포함한다.

[0026] 여기서, 상기 산출부는, 상기 판단 결과 및 상기 2차 사용자가 전송한 에너지값을 이용해 상기 산출된 평균값을 갱신하는 것을 특징으로 하는 무선 인지 기술에 있어서 무선 인지 장치.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예에 따른 무선 인지 장치 및 무선 인지 방법은, 통계적 특성을 활용하여 기정의된 2차 사용자를 검출하고, 1차 사용자의 주파수 점유 여부 판단시(결정 융합시), 기정의된 2차 사용자를 배제함으로써 전체 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 무선 인지 시스템의 블럭도, 그리고

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른, 기정의된 2차 사용자 검출 방법에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 무선 인지 시스템의 블럭도이다. 무선 인지 시스템(1000)은 1차 사용자(100), 2차 사용자(200) 및 기정의된 2차 사용자 검출 장치(300)를 포함할 수 있다.

[0031] 여기서, 1차 사용자(100)는 부여된 주파수 대역에 대해 사용권한이 있는 통신 시스템(송, 수신 장치)을 의미한다. 여기서, 부여된 주파수란 1차 사용자가 우선적으로 사용할 수 있는 특정 주파수 대역을 의미한다.

[0032] 2차 사용자들(200)은 스펙트럼 센싱에 의해 1차 사용자에게 부여된 주파수 대역이 1차 사용자에 의해 사용되고 있는지 판단할 수 있는 통신 시스템(송, 수신 장치)을 의미한다. 구체적으로, 2차 사용자들(200)은 에너지 검출 방법을 통해 1차 사용자(100)가 부여된 주파수를 사용하고 있는지 검출할 수 있으며, 이하에서, 2차 사용자들(200)이 에너지 검출기를 이용해 검출하는 방법에 대해 상술한다.

[0033] 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 1차 사용자(100)의 신호를 수신할 수 있으며, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)가 수신하는 1차 사용자(100)의 신호는 아래의 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

[0034] $$x(t) = \begin{cases} n(t) \\ hs(t) + n(t) \end{cases}$$

[0035] 여기서, $x(t)$는 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)가 수신한 1차 사용자(100)의 송신신호를 의미하며, $s(t)$는 1차 사용자(100)의 송신신호를 의미한다. $n(t)$는 백색 가우시안 잡음, h는 채널 이득을 의미한다.

[0036] 수학식 1에서, 1) $x(t)=n(t)$일 때는, 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하지 않는 경우(H_0)를 의미하며, 2) $x(t)=hs(t)+n(t)$일 때는, 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하고 있는 경우(H_1)를 의미한다.

[0037] 또한, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 에너지 검출기를 포함할 수 있으며, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 에너지 검출기를 이용해 수신된 1차 사용자(100) 신호에 대한 에너지값을 산출할 수 있다. 구체적으로, 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 대역 통과 필터를 통해 특정 대역 W 만을 통과시키고, 제곱연산과 적분연산을 이용해 특정시간 T 동안에 수신된 1차 사용자(100) 신호의 에너지값을 주기적으로 얻을 수 있다. 따라서, j-번째 2차 사용자(200-j)가 수신한 1차 사용자의 신호에 대한 에너지값($x_{E,j}$)은 아래의 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

[0038] $$x_{E,j} = \sum_{i=1}^{N} |x_j| = 1,2 \quad j = 1,2,\cdots,n$$

[0039] 여기서, x_i는 j-번째 2차 사용자(200-j)가 수신한 1차 사용자 신호에서의 i-번째 샘플 값이다. N은 $N=TW$로 에너지 샘플 크기이며, 여기서, T는 검출 시간을 나타내고, W는 신호의 대역폭을 나타낸다. 또한, n은 시스템 내의 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)의 총 수를 나타낸다.

[0040] 그리고, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 상기 수학식 2에 의해 산출된 에너지값과 국부 결정 임계값을 비교하여 국부 결정을 내릴 수 있다. 여기서,국부 결정이란, 1차 사용자(100)가 부여된 주파수 대역을 사용하는지 판단하는 것을 의미하며, 국부 결정 임계값(λ)은 이러한 판단 기준이 되는 에너지값을 의미한다. 따라서 j-번째 2차 사용자(200-j)의 국부 결정값은 아래와 같은 수학식 3으로 나타낼 수 있다.

수학식 3

[0041] $$D_j = \begin{cases} 1 & \text{if } E_j \geq \lambda \\ 0 & \text{if } E_j < \lambda \end{cases}$$

[0042] 여기서, λ는 국부 결정 임계값을 나타내며, E_j는 수학식 2에서 $x_{E,j}$와 같이, j-번째 2차 사용자에 의해 산출된 에너지값을 의미한다.

[0043] 이처럼, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 1차 사용자(100)의 주파수 사용 여부를 판단할 수 있다. 또한, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 각각 수집한 스펙트럼 센싱 정보를 서로 공유하여, 1차 사용자의 부여된 주파수 사용 여부를 판단할 수도 있다. 이에 따라, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 스펙트럼 센싱 정보를 공유하기 위해, 각각 산출한 에너지값 및 국부 결정값을 융합센터(미도시) 또는 수신부(310)에 주기적으로 전송할 수 있다.

[0044] 한편, 기정의된 2차 사용자는 스펙트럼 정보 전송시, 의도적으로 잘못된 스펙트럼 센싱 정보를 보내는 2차 사용자를 의미한다. 이에 따라, 기정의된 2차 사용자는 1차 사용자의 주파수 사용 여부 판단시, 잘못된 전체 센싱 결정을 유도할 수 있다.

[0045] 한편, 본 발명에 따른, 무선 인지 장치(300)는 이러한 기정의된 2차 사용자(미도시)를 검출하고, 검출된 기정의된 2차 사용자를 배제하여 1차 사용자의 주파수 사용 여부를 판단할 수 있다.

[0046] 이와 같은 기능을 하는 무선 인지 장치(300)는 수신부(310), 추정부(320), 검출부(330), 산출부(340), 저장부(350) 및 판단부(360)를 구비한다.

[0047] 수신부(310)는 2차 사용자들(200)이 전송한 스펙트럼 센싱 정보를 수신한다. 구체적으로, 수신부(310)는 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)가 산출하여 전송하는 1차 사용자의 에너지값 및 국부 결정값을 수신할 수 있다. 이때, 2차 사용자들(200)은 센싱 정보(1차 사용자에 대한 에너지값 및 국부 결정값)를 주기적으로 전송할 수 있으며, 이에 대응해 수신부(310)는 이러한 센싱 정보를 주기적으로 수신할 수 있다.

[0048] 저장부(350)는 수신부(310)에서 수신한 에너지값 및 국부 결정값을 저장한다. 또한, 저장부(350)는 산출부(340)에서 산출된 평균값 및 갱신된 평균값을 저장할 수 있다.

[0049] 추정부(320)는 스펙트럼 센싱 정보를 이용해 1차 사용자(100)의 주파수 사용 여부를 추정하여 판단한다. 구체적으로, 추정부(320)는 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)에 의해 일정 센싱 구간 동안 전송된 에너지값 및 국부 결정값을 이용해, 1차 사용자(100)가 1차 사용자에게 부여된 주파수 대역을 사용하는지 추정할 수 있다. 이때, 추정부(320)는 융합결정알고리즘을 이용해 복수의 에너지값들 및 국부 결정값들을 종합하여, 1차 사용자(100)의 주파수 대역 사용 여부를 판단할 수 있다.

[0050] 산출부(340)는 주기적으로 수신된 복수의 에너지값 또는 수신되어 저장부(310)에 저장된 복수의 에너지값을 이용해, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)가 전송한 에너지값에 대한 평균을 산출할 수 있다. 여기서, 산출부(340)는 추정부(320)의 추정 결과를 이용해 1번째에서 n번째까지 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)에 대하여 평균값을 산출할 수 있다.

[0051] 구체적으로, 추정부(320)에서 1차 사용자가 주파수를 사용하는 것으로 판단한 경우(H_1), 산출부(340)는 H_1 판단에 포함되는 i-번째 2차 사용자(200-i)가 전송한 에너지값들에 대한 평균($\hat{\mu}_{1i}$)을 산출할 수 있다. 이와 마찬가지로, 추정부(320)에서 1차 사용자가 주파수를 사용하지 않는 것으로 판단한 경우(H_0), 산출부(340)는 H_0 판단에 포함되는 i-번째 2차 사용자(200-i)가 전송한 에너지값들에 대한 평균($\hat{\mu}_{0i}$)을 산출할 수 있다.

[0052] 예를 들어, 추정부(320)에서 1차 사용자가 주파수를 사용하는 것으로 3차례 판단하고, 1차 사용자가 주파수를 사용하지 않는 것으로 2차례 판단한 경우를 상정한다. 이에 따라, 산출부(340)는 i-번째 2차 사용자(200-i)가 3차례마다 전송한 에너지값들을 이용해 H_1 에 대한 평균값으로 $\hat{\mu}_{1i}$ 을 산출하고, i-번째 2차 사용자(200-i)가 2차례마다 전송한 에너지값들을 이용해 H_0 에 대한 평균값으로 $\hat{\mu}_{0i}$ 을 산출한다.

[0053] 그리고, 산출부(340)는 산출된 평균값을 저장부(350)에 전송한다. 여기서, 전송된 평균값은 저장부(350)에 저장될 수 있다.

[0054] 또한, 산출부(340)는 기설정된 시간 범위 내에서의 에너지값만을 이용해 평균값을 산출할 수 있다. 구체적으로, 산출부(340)는 일정 시간 동안 2차 사용자가 전송한 에너지값에 대한 평균을 산출할 수 있으며, 이렇게 산출된 평균값은 저장부(350)에 저장될 수 있다.

[0055] 그리고, 산출부(340)는 저장된 평균값을 일정 시간 이후에 전송되는 에너지값을 통해 갱신할 수 있으며, 이는 추후 상술하도록 한다.

[0056] 검출부(330)는 기정의된 2차 사용자를 검출하는 기능을 한다. 여기서, 기정의된 2차 사용자는 전술한 바와 같이, 의도적으로 잘못된 스펙트럼 센싱 정보를 전송하는 2차 사용자를 의미한다. 일반적인 2차 사용자들(200)은 1차 사용자(100) 신호를 수신하여 산출한 에너지값 및 국부 결정값을 전송하지만, 기정의된 2차 사용자들은 1차 사용자의 신호와 무관한 에너지값 및 국부 결정값을 전송한다.

[0057] 본 발명에 따른, 기정의된 2차 사용자는 1)항상 1차 사용자가 특정 주파수 대역을 사용한다고 보고하는 2차 사용자(Always-Yes 형), 2)항상 1차 사용자가 특정 주파수 대역을 사용하지 않는다고 보고하는 2차 사용자(Always-No 형), 3)국부 결정값과 반대로 센싱 데이터를 보고하는 2차 사용자(Always-Inverse 형)로 상정할 수 있다.

[0058] 검출부(330)는 산출부(340)가 산출한 평균값을 이용해 기정의된 2차 사용자를 검출할 수 있다. 기정의된 2차 사용자의 유형에 따라 검출부(330)의 구체적인 동작을 유형별로 상세히 설명하도록 한다.

[0059] 1) Always-Yes 형, Always-No 형

[0060] Always-Yes 형, Always-No 형의 기정의된 2차 사용자는 국부 결정값과 무관하게 항상 일정한 스펙트럼 센싱값(에너지값)을 전송한다. 구체적으로, Always-Yes 형의 기정의된 2차 사용자들은, 산출된 1차 사용자의 에너지값에 관계없이 항상 높은 스펙트럼 센싱값(에너지값 및 국부 결정값)을 전송한다. 반면, Always-No 형의 기정의된 2차 사용자들은, 산출된 1차 사용자의 스펙트럼 에너지값에 관계없이 항상 낮은 스펙트럼 센싱값(에너지값 및 국부 결정값)을 전송한다.

[0061] 이에 따라, 검출부(330)는 아래의 수학식 4에 의해, 산출부(340)에서 산출한 평균값을 비교하여 Always-Yes 형 및 Always-No 형의 기정의된 2차 사용자를 검출할 수 있다.

수학식 4

[0062] $$|\hat{\mu}_{1i} - \hat{\mu}_{0i}| < \epsilon_1$$

[0063] 여기서, $\hat{\mu}_{1i}$ 는 추정부(320)가 H_1로 판단한 경우, 기정의된 2차 사용자(예를 들어, i-번째 2차 사용자(200-i))가 전송한 에너지값들에 대한 평균을 의미하며, $\hat{\mu}_{0i}$ 는 추정부(320)가 H_0로 판단한 경우, 기정의된 2차 사용자(i-번째 2차 사용자(200-i))가 전송한 에너지값들에 대한 평균을 의미한다. 그리고, ϵ_1는 검출 임계값으로, $\epsilon_1 = N\gamma_{\min}$ 로 설정될 수 있다. 여기서, N은 수학식 2와 같이, 에너지 샘플 크기를 의미하며, $\gamma_{\min}$ 은 기사용자 검출에 요구되는 최소 SNR(signal to noise rario)를 의미한다.

[0064] 2) Always-Inverse 형

[0065] Always-Inverse 형의 기정의된 2차 사용자는 항상 국부 결정값과 정 반대로 스펙트럼 센싱값(에너지값 및 국부 결정값)을 보고하므로, 검출부(330)는 상기의 수학식 5에 의해 Always-Inverse 형의 기정의된 2차 사용자를 검출할 수 있게 된다.

수학식 5

[0066] $$\hat{\mu}_{1i} < \hat{\mu}_{0i}$$

[0067] 여기서, $\hat{\mu}_{1i}$ 및 $\hat{\mu}_{0i}$ 는 수학식 4와 동일한 의미를 가진다.

[0068] 이처럼, 검출부(330)는 유형에 따라 기정의된 2차 사용자를 검출할 수 있다.

[0069] 판단부(360)는 검출부(330)에서 검출한 기정의된 2차 사용자를 배제하여, 1차 사용자(100)가 부여된 주파수 대역을 사용하는지 최종적으로 결정할 수 있다. 구체적으로, 판단부(360)는 2차 사용자들(200)이 전송한 에너지값 및 국부 결정값에서, 검출된 기정의된 2차 사용자가 전송한 에너지값 및 국부 결정값을 배제할 수 있다. 이후, 판단부(360)는 아래의 수학식 6을 이용해, 1차 사용자가 부여된 특정 주파수 대역을 사용하는지 결정할 수 있다.

수학식 6

[0070] $$G= \phi(x_{E,1},x_{E,2},\cdots,x_{E,n},\ D_1,D_2,\cdots,D_n)\in 0,1$$

[0071] 여기서, $x_{E,n}$ 및 D_n 는 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)가 산출하여 전송한 에너지값 및 국부 결정값을 각각 의미한다. 여기서, n 은 2차 사용자의 총 수를 나타내며, 기정의된 2차 사용자는 배제된다.

[0072] 수학식 6에서, 판단부(360)는 일반적인 융합결정알고리즘을 이용해 기정의된2차 사용자가 전송한 에너지값과 국부 결정값이 배제된 신호를 종합할 수 있다. 이를 기초로, 판단부(360)는 1차 사용자(100)가 부여된 특정 주파수를 사용하는지 결정할 수 있다.

[0073] 상술한 것처럼, 1차 사용자가 부여된 주파수 사용하는지에 대한 판단시, 기정의된 2차 사용자를 배제함으로써 보다 효율적으로 유휴 주파수를 공유할 수 있게 되는 것이다.

[0074] 이하에서는, 저장부(350)에 저장된 평균값이 갱신되는 과정을 상술한다. 여기서, 저장된 평균값은 상술한 바와 같이, 산출부(340)에서 산출되어 저장부(350)에 저장된 평균값을 의미한다. 구체적으로, 저장된 평균값은 각 2차 사용자가 전송한 에너지값의 평균값으로, 1차 사용자의 주파수 사용 여부에 따라 산출된 값을 의미한다.

[0075] 산출부(340)는 저장된 평균값을 현재 수신부(310)에서 수신한 에너지값을 이용하여 갱신한다. 구체적으로, 산출부(340)는 판단부(360)의 결정에 따라, 현재 수신된 에너지값을 이용해 저장된 평균값을 갱신할 수 있다. 판단부(360)에서 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하고 있다고 결정한 경우($G=1$), 산출부(340)는 i-번째 2차 사용자의 $\hat{\mu}_{1i}$ 를 현재 수신부(310)에서 수신한 에너지값을 이용하여 갱신할 수 있다. 또한, 판단부(360)에서 1차 사용자가 부여된 주파수를 사용하고 있지 않다고 결정한 경우($G=0$), 산출부(340)는 i-번째 2차 사용자의 $\hat{\mu}_{0i}$ 를 현재 수신부(310)에서 수신한 에너지값을 이용하여 갱신할 수 있다. 이러한, 산출부(340)의 구체적인 동작은 아래의 수학식 7 및 수학식 8을 통해 나타낼 수 있다.

[0076] 1) $\hat{\mu}_{0i}$, $\hat{\mu}_{1i}$ 의 초기화

[0077] 먼저, 산출부(340)는 아래의 수학식 7과 같이, 모든 2차 사용자의 $\hat{\mu}_{0i}$, $\hat{\mu}_{1i}$를 초기화한다.

수학식 7

[0078] $$\hat{\mu}_{0,i}=N;\ \hat{\mu}_{1,i}=N(1+\gamma_{\min})$$

[0079] 여기서, N은 에너지 샘플 크기이며, $\gamma_{\min}$은 기사용자 검출에 요구되는 최소 SNR를 의미한다.

[0080] 2) $\hat{\mu}_{0i}$, $\hat{\mu}_{1i}$ 갱신

[0081] 산출부(340) 수학식 7에 의해 초기화된 $\hat{\mu}_{0i}$, $\hat{\mu}_{1i}$을 판단부(360)의 결정값 및 각 2차 사용자들로부터 현재 수신된 에너지값($x_{E,i}$)을 이용해 갱신한다. 구체적으로, 판단부(360)의 결정값이 $G=1$이면, 산출부(340)는 아래의 수학식 8 을 이용해 $\hat{\mu}_{1i}$을 갱신한다.

수학식 8

[0082] $$\hat{\mu}_{1,i} = (1-\alpha)\hat{\mu}_{1,i} + \alpha x_{E,i}$$

[0083] 여기서, α는 저장부(350)에 저장된 $\hat{\mu}_{1i}$와 현재 각 2차 사용자에 의해 전송된 에너지값($x_{E,i}$) 사이의 가중치 변수이며, $0<\alpha<1$ 사이에서 선택될 수 있다.

[0084] 또한, 판단부(360)의 결정값이 $G=0$이면, 산출부(340)는 아래의 수학식 9를 이용하여 $\hat{\mu}_{0i}$을 갱신한다.

수학식 9

[0085] $$\hat{\mu}_{0,i} = (1-\alpha)\hat{\mu}_{0,i} + \alpha x_{E,i}$$

[0086] 여기서, α는 저장부(350)에 저장된 $\hat{\mu}_{0i}$와 현재 각 2차 사용자에 의해 전송된 에너지값($x_{E,i}$) 사이의 가중치 변수이며, $0<\alpha<1$ 사이에서 선택될 수 있다.

[0087] 그리고, 산출부(340)는 갱신된 평균값을 저장부(350)에 전송할 수 있다. 이에 따라, 검출부(330)는 갱신된 평균값을 이용해 다음 센싱 구간에서 기정의된 2차 사용자를 검출할 수 있다. 또한, 산출부(340)는 저장된 평균값 및 다음 센싱 구간에서 현재 전송된 에너지값을 이용해, 전술한 갱신을 반복할 수 있다.

[0088] 따라서, 본 실시예에 따르면, 기정의된 2차 사용자를 배제할 수 있는바, 1차 사용자의 특정 주파수 사용 여부를 효과적으로 판단할 수 있게 된다.

[0089] 도 2는 기정의된 2차 사용자를 검출하기는 방법에 대한 흐름도이다.

[0090] 도 2를 참조하면, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 1차 사용자(100)의 송신신호를 수신하여 에너지값 및 국부 결정값을 산출한다. 그리고, 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)는 산출된 에너지값 및 국부 결정값을 수신부(310)에 전송하며, 수신부(310)에서는 이를 수신할 수 있다(S210).

[0091] 이후, 산출부(340)는 각 2차 사용자(200-1, 200-2,...200-n)에 의해 전송된 에너지값에 대한 평균값을 산출하며, 검출부(330)는 산출된 평균값을 이용해 기정의된 2차 사용자를 검출한다(S230). 구체적인 검출부(330)의 동작은 앞서 설명하였는바, 중복 설명은 생략하기로 한다.

[0092] 검출부(330)에서 기정의된 2차 사용자로 검출된 2차 사용자는, 판단부(360)에 의해 최종 결정에서 배제된다. 구체적으로, 판단부(360)는 2차 사용자들(200)이 전송한 에너지값 및 국부 결정값에서 기정의된 2차 사용자가 전송한 에너지값 및 국부 결정값을 배제할 수 있다.

[0093] 이후, 판단부(360)는 융합결정알고리즘을 이용해, 기정의된 2차 사용자에 의해 전송된 에너지값과 국부 결정값이 배제된 센싱 정보를 종합하여, 1차 사용자의 주파수 사용 여부에 대한 최종결정을 할 수 있다(S270). 이에 따라, 본 발명에 따른, 무선 인지 장치(300)는 1차 사용자가 부여된 주파수 사용 여부를 판단할 수 있다.

[0094] 이후, 산출부(340)는 판단부(360)의 결정값을 이용하여 각 2차 사용자의 평균값을 갱신한다(S290). 이때, S250 단계에서 배제된 기정의된 2차 사용자의 평균값도 포함된다. 구체적으로, 산출부(340)는 현재 수신된 에너지값을 이용해 평균값을 갱신할 수 있다. 이렇게 갱신된 각 2차 사용자의 평균값은 다음 센싱 구간에서 기정의된 2차 사용자 검출에 활용할 수 있다.

[0095] 본 실시예에 따르면, 기정의된 2차 사용자를 검출하여 협력 스펙트럼 기법에서 배제함으로써, 1차 사용자의 주파수 사용 여부를 효율적으로 판단할 수 있게 된다. 이에 따라, 2차 사용자의 유휴 주파수 사용 효율성도 향상될 수 있게 된다.

[0096] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명

[0097] 100 : 1차 사용자 200 : 2차 사용자들

300 : 무선 인지 장치

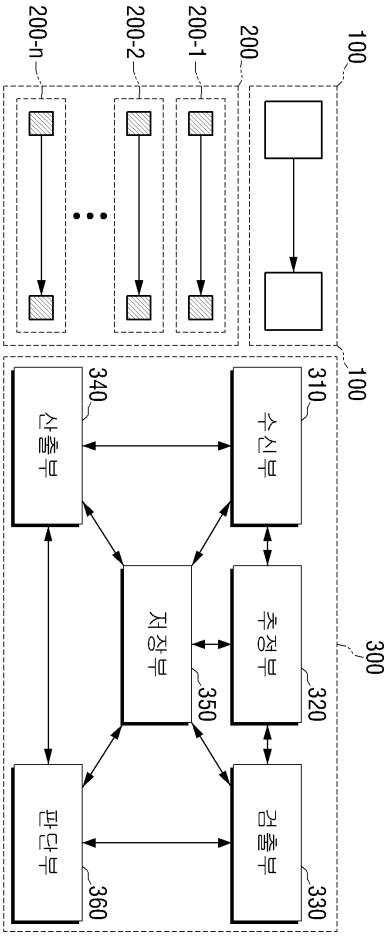
310 : 수신부 320 : 추정부

330 : 검출부 340 : 산출부

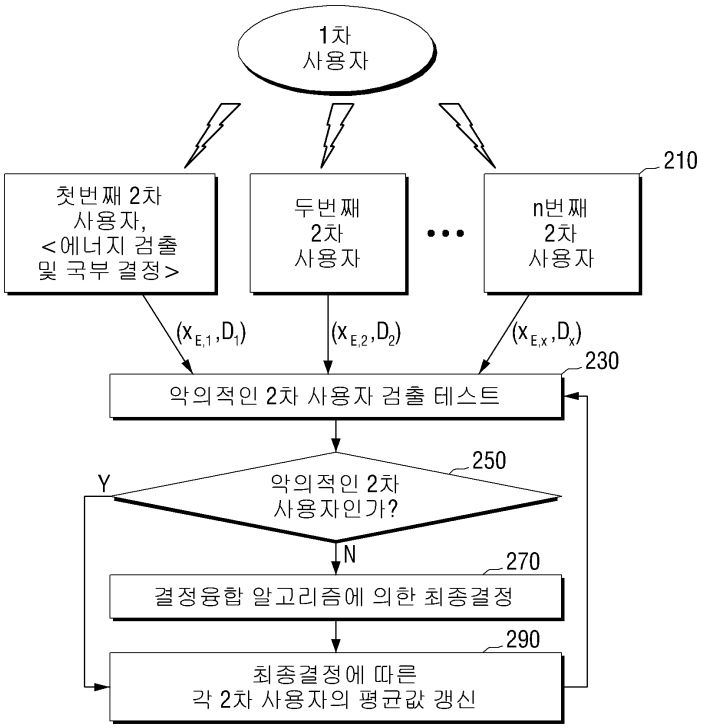
350 : 저장부 360 : 판단부

도면

도면1


200-n
200-2
200-1
200
100
100
340
310
산출부
수신부
저장부
추정부
300
350
320
판단부
검출부
360
330

도면2


1차
사용자
첫번째 2차
사용자,
<에너지 검출
및 국부 결정>
두번째
2차
사용자
n번째
2차
사용자
210
$(x_{E,1}, D_1)$
$(x_{E,2}, D_2)$
$(x_{E,x}, D_x)$
230
악의적인 2차 사용자 검출 테스트
250
악의적인 2차
사용자인가?
Y
N
270
결정융합 알고리즘에 의한 최종결정
290
최종결정에 따른
각 2차 사용자의 평균값 갱신