



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0032919
(43) 공개일자 2012년04월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 16/14 (2009.01) H04W 64/00 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2010-0094484
(22) 출원일자 2010년09월29일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산 남구 무거2동 산29
(72) 발명자
구인수
울산광역시 울주군 범서읍 구영로 75-9, 구영1차
우미린아파트 306동 1703호
강형서
울산광역시 중구 다운로 175, 108동 1102호 (다운
동, 다운동아큰마을아파트)
(74) 대리인
김중선

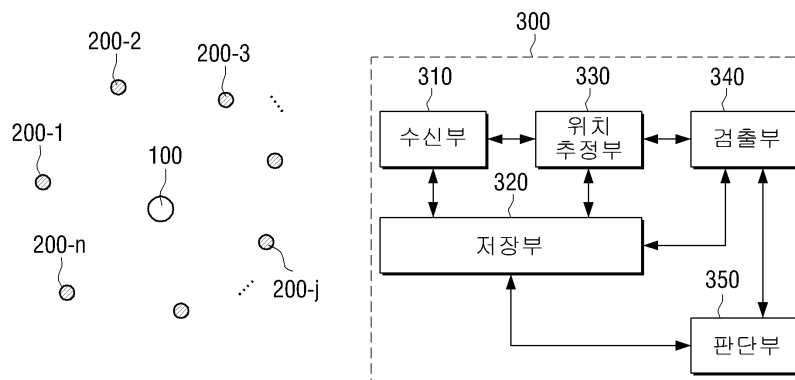
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 자원 사용 상태 인지 방법 및 자원 사용 상태 인지 장치

(57) 요약

자원 사용 상태 인지 방법 및 자원 사용 상태 인지 장치가 제공된다. 본 자원 사용 상태 인지 방법은 자원을 할당받은 대상 노드에 대하여 각각 측정된 수신 신호 에너지값 및 대상 노드의 자원 사용 상태에 대하여 각각 판단한 판단 값을, 복수의 노드로부터 수신하는 단계, 판단 값들을 이용하여 대상 노드의 위치를 추정하는 단계, 대상 노드의 위치, 복수의 노드 각각의 위치, 복수의 노드 각각으로부터 수신된 수신 신호 에너지값을 이용하여, 수신 장애 상태인 노드들을 확인하는 단계 및 복수의 노드들 중에서 수신 장애 상태인 노드들을 제외한 나머지 노드들에 기초하여, 대상 노드의 자원 사용 상태를 결정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

인지 장치의 자원 사용 상태 인지 방법에 있어서,

자원을 할당받은 대상 노드에 대하여 각각 측정된 수신 신호 에너지값 및 상기 대상 노드의 자원 사용 상태에 대하여 각각 판단한 판단 값을, 복수의 노드로부터 수신하는 단계;

상기 판단 값들을 이용하여 상기 대상 노드의 위치를 추정하는 단계;

상기 대상 노드의 위치, 상기 복수의 노드 각각의 위치, 상기 복수의 노드 각각으로부터 수신된 수신 신호 에너지값을 이용하여, 수신 장애 상태인 노드들을 확인하는 단계; 및

상기 복수의 노드들 중에서 상기 수신 장애 상태인 노드들을 제외한 나머지 노드들에 기초하여, 상기 대상 노드의 자원 사용 상태를 결정하는 단계;를 포함하는 자원 사용 상태 인지 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 대상 노드는 주파수 자원을 할당받아서 사용 가능한 1차 사용자 노드이고, 상기 복수의 노드는 상기 주파수 자원 사용을 대기하는 2차 사용자 노드인 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 대상 노드의 위치를 추정하는 단계는,

상기 복수의 노드 중에서, 상기 대상 노드가 상기 자원을 사용 중이라고 판단한 제1 판단 값을 전송한 노드들을 확인하는 단계;

상기 확인된 노드의 위치를 기초로 상기 대상 노드의 위치를 1차 추정하는 단계;

상기 1차 추정된 대상 노드의 위치를 기준으로, 신호 전달 영역을 특정하는 단계;

상기 확인된 노드의 위치가 상기 신호 전달 영역에 포함되도록 상기 신호 전달 영역을 쉬프트하는 단계; 및

상기 쉬프트된 신호 전달 영역의 중심 점을 상기 대상 노드의 위치로 최종 추정하는 단계;를 포함하는 자원 사용 상태 인지 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 대상 노드의 위치를 1차 추정하는 단계는,

아래 수학적식을 이용하여 상기 대상 노드의 위치를 1차 추정하는 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 방법:

$$x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N x_k / N \quad \text{및} \quad y_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N y_k / N$$

또는

$$x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N w_k x_k / \sum_{k=1}^N w_k \quad \text{및} \quad y_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N w_k y_k / \sum_{k=1}^N w_k$$

여기서, x 대상노드, y 대상노드 는 상기 대상 노드의 추정 위치에 대한 각 x , y 좌표값이고, x_k , y_k 는 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 각 노드의 각 x , y 좌표값이고, k 는 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 노드의 인덱스(index)이고, N 은 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 노드의 총 수이고, w_k 는 가중치 변수이다.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 쉬프트하는 단계는,

아래의 수학적식을 이용하여 상기 신호 전달 영역을 쉬프트하는 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 방법:

$$X_{push} = \frac{x_i - x_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}} \quad \text{및}$$

$$Y_{push} = \frac{y_i - y_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}}$$

여기서, X_{push} , Y_{push} 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x , y 축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 상기 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있으나, 상기 대상 노드의 주파수 자원 사용을 판단하지 못한 노드의 위치이고, i 는 상기 판단하지 못한 노드들의 인덱스이다.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 쉬프트하는 단계는,

아래의 수학적식을 이용하여 상기 신호 전달 영역을 쉬프트하는 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 방법:

$$X_{pull} = \frac{x_0 - x_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}} \quad \text{및}$$

$$Y_{pull} = \frac{y_0 - y_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}}$$

여기서, X_{push} , Y_{push} 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x , y 축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 상기 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있지 않지만, 상기 대상 노드가 특정 주파수 자원을 사용하고 있다고 판단한 노드의 위치이고, i 는 상기 판단한 노드들의 인덱스(index)이다.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 수신 장애 상태인 노드들을 확인하는 단계는,

상기 대상 노드의 위치 및 상기 복수의 노드 각각의 위치를 비교하여, 상기 복수의 노드 각각에서의 수신 신호

에너지 값을 추정하는 단계;

상기 추정된 수신 신호 에너지 값과, 상기 복수의 노드 각각으로부터 수신된 수신 신호 에너지 값을 비교하는 단계; 및,

상기 비교 결과, 상기 수신된 수신 신호 에너지 값이 상기 추정된 수신 신호 에너지 값보다 기 설정된 임계 범위 이상으로 낮은 노드를 상기 수신 장애 상태인 노드들로 결정하는 단계;를 포함하는 자원 사용 상태 인지 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

아래의 수학적식을 이용해 상기 수신 장애 상태인 노드들을 검출하는 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 방법:

$$ID_j = \begin{cases} 1, (RSS_{j,calculate} - RSS_{j,measure}) \geq \epsilon \\ 0, Otherwise \end{cases}$$

여기서, $RSS_{calculate}$ 은 상기 대상 노드의 위치와 상기 복수의 노드 사이의 거리에 따라 이론적으로 계산된 신호의 세기, $RSS_{measure}$ 은 상기 복수의 노드가 실제로 측정한 수신 신호 세기, ϵ 은 임계값이다.

청구항 9

자원 사용 상태 인지하는 자원 사용 상태 인지 장치에 있어서,

자원을 할당받은 대상 노드에 대하여 각각 측정한 수신 신호 에너지값 및 상기 대상 노드의 자원 사용 상태에 대하여 각각 판단한 판단 값을, 복수의 노드로부터 수신하는 수신부;

상기 수신 신호 에너지값과 판단 값을 저장하는 저장부;

상기 판단 값들을 이용하여 상기 대상 노드의 위치를 추정하는 위치 추정부;

상기 대상 노드의 위치, 상기 복수의 노드 각각의 위치, 상기 복수의 노드 각각으로부터 수신된 수신 신호 에너지값을 이용하여, 수신 장애 상태인 노드들을 확인하는 검출부; 및

상기 복수의 노드들 중에서 상기 수신 장애 상태인 노드들을 제외한 나머지 노드들에 기초하여, 상기 대상 노드의 자원 사용 상태를 결정하는 판단부;를 포함하는 자원 사용 상태 인지 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 대상 노드는 주파수 자원을 할당받아서 사용 가능한 1차 사용자 노드이고, 상기 복수의 노드는 상기 주파수 자원 사용을 대기하는 2차 사용자 노드인 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 위치 추정부는,

상기 복수의 노드 중에서, 상기 대상 노드가 상기 자원을 사용 중이라고 판단한 제1 판단 값을 전송한 노드를 확인하고, 상기 확인된 노드의 위치를 기초로 상기 대상 노드의 위치를 1차 추정하고, 상기 1차 추정된 대상 노드의 위치를 기준으로, 신호 전달 영역을 특정하며, 상기 확인된 노드의 위치가 상기 신호 전달 영역에 포함되도록 상기 신호 전달 영역을 쉬프트하고, 상기 쉬프트된 신호 전달 영역의 중심 점을 상기 대상 노드의 위치로 최종 추정하는 자원 사용 상태 인지 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 위치 추정부는,

아래 수학적식을 이용하여 상기 대상 노드의 위치를 1차 추정하는 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 장치:

$$x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N x_k / N \quad \text{및} \quad y_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N y_k / N$$

또는

$$x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N w_k x_k / \sum_{k=1}^N w_k \quad \text{및} \quad y_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N w_k y_k / \sum_{k=1}^N w_k$$

여기서, $x_{\text{대상노드}}$, $y_{\text{대상노드}}$ 는 상기 대상 노드의 추정 위치에 대한 각 x, y 좌표값이고, x_k , y_k 는 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 각 노드의 각 x, y 좌표값이고, k는 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 노드의 인덱스(index)이고, N은 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 노드의 총 수이고, w_k 는 가중치 변수이다.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 위치 추정부는,

아래의 수학적식을 이용하여 상기 신호 전달 영역을 쉬프트하는 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 장치:

$$X_{\text{push}} = \frac{x_i - x_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}} \quad \text{및}$$

$$Y_{\text{push}} = \frac{y_i - y_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}}$$

여기서, X_{push} , Y_{push} 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x, y축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 상기 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있으나, 상기 대상 노드의 주파수 자원 사용을 판단하지 못한 노드의 위치이고, i는 상기 판단하지 못한 노드들의 인덱스이다.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 위치 추정부는,

아래의 수학적식을 이용하여 상기 신호 전달 영역을 쉬프트하는 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 장치:

$$X_{pull} = \frac{x_0 - x_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}} \quad \text{및}$$

$$Y_{pull} = \frac{y_0 - y_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}}$$

여기서, X_{push} , Y_{push} 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x, y축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 상기 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있지 않지만, 상기 대상 노드가 특정 주파수 자원을 사용하고 있다고 판단한 노드의 위치이고, i 는 상기 판단한 노드들의 인덱스(index)이다.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 검출부는,

상기 대상 노드의 위치 및 상기 복수의 노드 각각의 위치를 비교하여, 상기 복수의 노드 각각에서의 수신 신호 에너지 값을 추정하고, 상기 추정된 수신 신호 에너지 값과, 상기 복수의 노드 각각으로부터 수신된 수신 신호 에너지 값을 비교하며, 상기 비교 결과, 상기 수신된 수신 신호 에너지 값이 상기 추정된 수신 신호 에너지 값보다 기 설정된 임계 범위 이상으로 낮은 노드를 상기 수신 장애 상태인 노드들로 결정하는 자원 사용 상태 인지 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 검출부는,

아래의 수학적식을 이용해 상기 수신 신호 장애 상태인 노드들을 검출하는 것을 특징으로 하는 자원 사용 상태 인지 장치:

$$ID_j = \begin{cases} 1, & (RSS_{j,calculate} - RSS_{j,measure}) \geq \epsilon \\ 0, & Otherwise \end{cases}$$

여기서, $RSS_{calculate}$ 은 상기 대상 노드의 위치와 상기 복수의 노드 사이의 거리에 따라 이론적으로 계산된 신호의 세기, $RSS_{measure}$ 은 상기 복수의 노드가 실제로 측정한 수신 신호 세기, ϵ 은 임계값이다.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 자원 사용 상태 인지 방법 및 자원 사용 상태 인지 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 주파수 사용 효율을 높이기 위한 자원 사용 상태 인지 방법 및 자원 사용 상태 인지 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 인지 무선 (Cognitive Radio: CR) 기술이란 동적 주파수 자원 관리 개념을 기반으로 기존 1차 사용자의 권한을 침해하지 않고 2차 사용자가 기존 1차 사용자의 유휴주파수 부분을 공유함으로써 주파수 사용 효율을 높이는 기

술로서, 구현을 위해 확보되어야 할 핵심적인 기술 중의 하나는 스펙트럼 센싱 기술이다.

- [0003] 인지 무선 시스템에서 스펙트럼 센싱 기술은 가용한 스펙트럼이 1차 사용자에게 점유되어 사용되고 있는지 또는 사용되지 않고 있는 주파수 부분인지를 판별하여 2차 사용자가 1차 사용자에게 간섭을 주지 않으면서 유휴 주파수를 사용할 수 있도록 하는 가장 핵심적인 주파수 자원 공유 기술이며, 비협력 스펙트럼 검출 기법 및 협력 스펙트럼 검출 방법으로 크게 나눌 수 있다.
- [0004] 비협력 검출 방식의 경우, 인지 무선 사용자는 1차 사용자의 신호를 지역적인 관측을 통해 독립적으로 검출하지만, 비협력 검출은 수신된 신호가 다중 경로 감쇠와 그리고 장애물에 의한 섀도잉 등의 간섭이 존재하는 채널 때문에 심각하게 성능이 제한된다.
- [0005] 협력 검출 방식은 앞에서 언급한 비협력 스펙트럼 검출 방식이 갖는 문제점들을 극복하기 위해, 복수의 2차 사용자들이 검출한 1차 사용자의 신호들을 수집하여 스펙트럼 센싱에 대한 정보를 공유함으로써 스펙트럼 검출 성능을 개선하고자 하는 방식으로, 중앙 제어 방식과 분산화 방식으로 구현될 수 있다.
- [0006] 중앙 제어 방식은 인지 무선 기지국(또는 융합센터)이 1차 사용자들로부터 모든 스펙트럼 검출 정보를 수집하고 스펙트럼에 대한 정보를 공유하는 방식이다. 또한 분산화 방식은 인지 무선 노드들 사이의 관찰에 따른 교환을 요구한다.
- [0007] 이와 같이, 다양한 협력 검출 기법들이 무선 인지 시스템의 1차 사용자 및 스펙트럼 홀 검출을 위해 현재까지 제안되었지만, 이동성이 있는 1차 사용자 있는 무선 인지 시스템에서의 효과적인 스펙트럼 검출하는 방법은 아직 연구되어 있지 않아 이에 대한 필요성이 대두된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 장애물 등의 간섭 영향을 받는 수신 신호 장애 상태인 노드를 검출하고 배제하여 대상 노드의 주파수 사용 여부를 판단하는 자원 사용 상태 인지 방법 및 자원 사용 상태 인지 장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 일 실시 예에 따른, 인지 장치의 자원 사용 상태 인지 방법은 자원을 할당받은 대상 노드에 대하여 각각 측정된 수신 신호 에너지값 및 상기 대상 노드의 자원 사용 상태에 대하여 각각 판단한 판단 값을, 복수의 노드로부터 수신하는 단계, 상기 판단 값들을 이용하여 상기 대상 노드의 위치를 추정하는 단계, 상기 대상 노드의 위치, 상기 복수의 노드 각각의 위치, 상기 복수의 노드 각각으로부터 수신된 수신 신호 에너지값을 이용하여, 수신 장애 상태인 노드들을 확인하는 단계 및 상기 복수의 노드들 중에서 상기 수신 장애 상태인 노드들을 제외한 나머지 노드들에 기초하여, 상기 대상 노드의 자원 사용 상태를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0010] 여기서, 상기 대상 노드는 주파수 자원을 할당받아서 사용 가능한 1차 사용자 노드이고, 상기 복수의 노드는 상기 주파수 자원 사용을 대기하는 2차 사용자 노드일 수 있다.
- [0011] 여기서, 상기 대상 노드의 위치를 추정하는 단계는 상기 복수의 노드 중에서, 상기 대상 노드가 상기 자원을 사용 중이라고 판단한 제1 판단 값을 전송한 노드를 확인하는 단계, 상기 확인된 노드의 위치를 기초로 상기 대상 노드의 위치를 1차 추정하는 단계, 상기 1차 추정된 대상 노드의 위치를 기준으로, 신호 전달 영역을 특정하는 단계, 상기 확인된 노드의 위치가 상기 신호 전달 영역에 포함되도록 상기 신호 전달 영역을 쉬프트하는 단계 및 상기 쉬프트된 신호 전달 영역의 중심 점을 상기 대상 노드의 위치로 최종 추정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 여기서, 상기 대상 노드의 위치를 1차 추정하는 단계는 아래 수학적식을 이용하여 상기 대상 노드의 위치를 1차

$$\text{추정할 수 있으며,} \quad x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N x_k / N \quad \text{및} \quad y_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N y_k / N \quad \text{또는} \quad x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N w_k x_k / \sum_{k=1}^N w_k$$

$$y_{\text{대상노드}} = \frac{\sum_{k=1}^N w_k y_k}{\sum_{k=1}^N w_k}$$
 및 이고, 여기서, $\mathbf{x}$ 대상노드, $\mathbf{y}$ 대상노드 는 상기 대상 노드의 추정 위치에 대한 각 x , y 좌표값이고, x_k , y_k 는 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 각 노드의 각 x , y 좌표값이고, k 는 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 노드의 인덱스(index)이고, N 은 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 노드의 총 수이고, w_k 는 가중치 변수임이 바람직하다.

[0013] 여기서, 상기 쉬프트하는 단계는 아래의 수학적식을 이용하여 상기 신호 전달 영역을 쉬프트할 수 있으며,

$$X_{push} = \frac{x_i - x_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}}$$

및

$$Y_{push} = \frac{y_i - y_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}}$$

이고, 여기서, X_{push} , Y_{push} 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x , y 축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 상기 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있으나, 상기 대상 노드의 주파수 자원 사용을 판단하지 못한 노드의 위치이고, i 는 상기 판단하지 못한 노드들의 인덱스임이 바람직하다.

[0014] 여기서, 상기 쉬프트하는 단계는 아래의 수학적식을 이용하여 상기 신호 전달 영역을 쉬프트할 수 있으며,

$$X_{pull} = \frac{x_0 - x_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}}$$

및

$$Y_{pull} = \frac{y_0 - y_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}}$$

이고, 여기서, X_{push} , Y_{push} 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x , y 축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 상기 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있지 않지만, 상기 대상 노드가 특정 주파수 자원을 사용하고 있다고 판단한 노드의 위치이고, i 는 상기 판단한 노드들의 인덱스(index)임이 바람직하다.

[0015] 한편, 상기 수신 장애 상태인 노드들을 확인하는 단계는 상기 대상 노드의 위치 및 상기 복수의 노드 각각의 위치를 비교하여, 상기 복수의 노드 각각에서의 수신 신호 에너지 값을 추정하는 단계, 상기 추정된 수신 신호 에너지 값과, 상기 복수의 노드 각각으로부터 수신된 수신 신호 에너지 값을 비교하는 단계 및 상기 비교 결과, 상기 수신된 수신 신호 에너지 값이 상기 추정된 수신 신호 에너지 값보다 기 설정된 임계 범위 이상으로 낮은 노드를 상기 수신 장애 상태인 노드들로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 결정하는 단계는 아래의 수학적식을 이용해 상기 수신 신호 장애상태인 노드를 검출할 수 있으며,

$$ID_j = \begin{cases} 1, & (RSS_{j,calculate} - RSS_{j,measure}) \geq \epsilon \\ 0, & Otherwise \end{cases}$$

이고, 여기서, $RSS_{calculate}$ 은 상기

대상 노드의 위치와 상기 복수의 노드 사이의 거리에 따라 이론적으로 계산된 신호의 세기, $RSS_{measure}$ 은 상기 복수의 노드가 실제로 측정한 수신 신호 세기, ϵ 은 임계값임이 바람직하다.

[0017] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 자원 사용 상태 인지하는 자원 사용 상태 인지 장치는 자원을 할당받은 대상 노드에 대하여 각각 측정한 수신 신호 에너지값 및 상기 대상 노드의 자원 사용 상태에 대하여 각각 판단한 판단 값을, 복수의 노드로부터 수신하는 수신부, 상기 수신 신호 에너지값과 판단 값을 저장하는 저장부, 상기 판단 값들을 이용하여 상기 대상 노드의 위치를 추정하는 위치 추정부, 상기 대

상 노드의 위치, 상기 복수의 노드 각각의 위치, 상기 복수의 노드 각각으로부터 수신된 수신 신호 에너지값을 이용하여, 수신 장애 상태인 노드들을 확인하는 검출부 및 상기 복수의 노드들 중에서 상기 수신 장애 상태인 노드들을 제외한 나머지 노드들에 기초하여, 상기 대상 노드의 자원 사용 상태를 결정하는 판단부를 포함한다.

[0018] 여기서, 상기 대상 노드는 주파수 자원을 할당받아서 사용 가능한 1차 사용자 노드이고, 상기 복수의 노드는 상기 주파수 자원 사용을 대기하는 2차 사용자 노드임이 바람직하다.

[0019] 여기서, 상기 위치 추정부는 상기 복수의 노드 중에서, 상기 대상 노드가 상기 자원을 사용 중이라고 판단한 제 1 판단 값을 전송한 노드를 확인하고, 상기 확인된 노드의 위치를 기초로 상기 대상 노드의 위치를 1차 추정하고, 상기 1차 추정된 대상 노드의 위치를 기준으로, 신호 전달 영역을 특정하며, 상기 확인된 노드의 위치가 상기 신호 전달 영역에 포함되도록 상기 신호 전달 영역을 쉬프트하고, 상기 쉬프트된 신호 전달 영역의 중심 점을 상기 대상 노드의 위치로 최종 추정할 수 있다.

[0020] 여기서, 상기 위치 추정부는 아래 수학적식을 이용하여 상기 대상 노드의 위치를 1차 추정할 수 있으며,

$$x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N x_k / N \quad \text{및} \quad y_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N y_k / N \quad \text{또는} \quad x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N w_k x_k / \sum_{k=1}^N w_k \quad \text{및}$$

$$y_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N w_k y_k / \sum_{k=1}^N w_k$$

이고, 여기서, $x_{\text{대상 노드}}$, $y_{\text{대상 노드}}$ 는 상기 대상 노드의 추정 위치에 대한 각 x, y 좌표값이고, x_k , y_k 는 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 각 노드의 각 x, y 좌표값이고, k는 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 노드의 인덱스(index)이고, N은 상기 대상 노드가 자원을 사용한다고 판단한 노드의 총 수이고, w_k 는 가중치 변수임이 바람직하다.

[0021] 여기서, 상기 위치 추정부는 아래의 수학적식을 이용하여 상기 신호 전달 영역을 쉬프트할 수 있으며,

$$X_{\text{push}} = \frac{x_i - x_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}} \quad \text{및}$$

$$Y_{\text{push}} = \frac{y_i - y_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}}$$

이고, 여기서, X_{push} , Y_{push} 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x, y축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 상기 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있으나, 상기 대상 노드의 주파수 자원 사용을 판단하지 못한 노드의 위치이고, i는 상기 판단하지 못한 노드들의 인덱스임이 바람직하다.

[0022] 여기서, 상기 위치 추정부는 아래의 수학적식을 이용하여 상기 신호 전달 영역을 쉬프트할 수 있으며,

$$X_{\text{pull}} = \frac{x_0 - x_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}} \quad \text{및}$$

$$Y_{\text{pull}} = \frac{y_0 - y_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}}$$

이고, 여기서, X_{push} , Y_{push} 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x, y축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 상기 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 상기 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있지 않지만, 상기 대상 노드가 특정 주파수 자원을 사용하고 있다고 판단한 노드의 위치이고, i는 상기 판단한 노드들의 인덱스(index)임이 바람직하다.

[0023] 한편, 상기 검출부는 상기 대상 노드의 위치 및 상기 복수의 노드 각각의 위치를 비교하여, 상기 복수의 노드 각각에서의 수신 신호 에너지 값을 추정하고, 상기 추정된 수신 신호 에너지 값과, 상기 복수의 노드 각각으로

부터 수신된 수신 신호 에너지 값을 비교하며, 상기 비교 결과, 상기 수신된 수신 신호 에너지 값이 상기 추정된 수신 신호 에너지 값보다 기 설정된 임계 범위 이상으로 낮은 노드를 상기 수신 장애 상태인 노드들로 결정할 수 있다.

[0024] 여기서, 상기 검출부는 아래의 수학적식을 이용해 상기 수신 신호 장애 상태인 노드를 검출할 수 있으며,

$$ID_j = \begin{cases} 1, (RSS_{j,calculate} - RSS_{j,measure}) \geq \epsilon \\ 0, Otherwise \end{cases}$$

이고, 여기서, $RSS_{calculate}$ 은 상기 대상 노드의 위치와 상기 복수의 노드 사이의 거리에 따라 이론적으로 계산된 신호의 세기, $RSS_{measure}$ 은 상기 복수의 노드가 실제로 측정한 수신 신호 세기, ϵ 은 임계값임이 바람직하다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 자원 사용 상태 인지 방법 및 자원 사용 상태 인지 장치는, 이동성 있는 대상 노드의 위치를 추정하여 대상 노드의 신호 전송 범위 밖에 존재하는 노드의 신호를 배제할 수 있으므로, 소비되는 전력을 줄일 수 있다.

[0026] 또한, 간섭 영향으로 잘못된 스펙트럼 센싱 정보를 보내는, 수신 신호 장애 노드를 검출하여, 결정 융합과정에서 이를 배제함으로써, 전체 시스템 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 무선 인지 시스템의 블록도,

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 일 실시 예에 따른, 자원 사용 상태 인지 장치의 위치 추정부를 설명하기 위한 도면, 그리고

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 자원 사용 상태 인지 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 무선 인지 시스템의 블록도이다. 무선 인지 시스템은 자원을 할당받은 대상 노드(100), 복수의 노드(200-1, 200-1, ..., 200-n) 및 자원 사용 상태 인지 장치(300)를 포함할 수 있다.

[0030] 여기서, 자원이란, 무선 통신에 있어서 주파수 대역을 의미할 수 있다.

[0031] 이에 따라, 자원을 할당받은 대상 노드(100)는 특정 주파수 대역의 사용 우선권을 부여받아, 다른 노드들보다 우선적으로 해당 주파수 대역을 사용할 권한이 있는 송, 수신 장치를 의미할 수 있다.

[0032] 또한, 복수의 노드(200-1, 200-1, ..., 200-n)는 스펙트럼 센싱 기술을 이용하여, 기 부여된 주파수 대역이 우선권이 있는 대상 노드(100)에 의해 사용되고 있는지 판단할 수 있는 송, 수신 장치를 의미할 수 있다. 구체적으로, 복수의 노드(200-1, 200-1, ..., 200-n)는 대상 노드(100)의 송신 신호를 수신하고, 수신된 신호의 특정 주파수 대역에서의 에너지를 검출하여, 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 대역을 사용하고 있는지 검출할 수 있다.

[0033] 판단 결과, 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 대역을 사용하고 있지 않은 것으로 판단되면, 복수의 노드(200-1, 200-1, ..., 200-n)는 대상 노드(100)에게 기 부여된 주파수 대역을 사용할 수 있다.

[0034] 이처럼, 자원을 할당받은 노드는 주파수 대역을 사용할 우선권이 있는 노드들을 의미하므로 1차 사용자로 불릴 수 있으며, 복수의 노드들은 우선권 있는 노드들이 주파수 대역을 사용하지 않는 때를 기다리는 노드이므로, 2차 사용자로 불릴 수 있다.

[0035] 이하에서는, 복수의 노드(200-1, 200-1, ..., 200-n)가 에너지 검출기를 이용해, 대상 노드(100)의 수신 신호 에너지값을 검출하는 방법에 대해 보다 상세히 상술한다.

[0036] 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)는 대상 노드(100)의 신호를 수신할 수 있으며, 여기서, 각 노드(200-1,

200-2, ..., 200-n)가 수신하는 대상 노드(100)의 신호는 아래의 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$x(t) = \begin{cases} n(t), \\ h(t)s(t) + n(t), \end{cases}$$

[0037]

[0038]

여기서, $x(t)$ 는 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)가 수신한 대상 노드(100)의 송신 신호를 의미하며, $s(t)$ 는 대상 노드(100)의 송신 신호를 의미한다. $n(t)$ 는 백색 가우시안 잡음, $h(t)$ 는 채널 이득을 의미한다.

[0039]

수학식 1에서, 1) $x(t)=n(t)$ 일 때는, 대상 노드(100)가 부여된 주파수를 사용하지 않는 경우(H_0)를 의미하며, 2) $x(t)=hs(t)+n(t)$ 일 때는, 대상 노드(100)가 부여된 주파수를 사용하고 있는 경우(H_1)를 의미한다.

[0040]

또한, 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)는 에너지 검출기를 포함할 수 있으며, 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)는 에너지 검출기를 이용해 대상 노드(100)에 대하여 각각 측정된 수신 신호에 대한 에너지값을 산출할 수 있다.

[0041]

구체적으로는, 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)는 대역 통과 필터를 통해 특정 대역 W 만을 통과시키고, 제곱 연산과 적분연산을 이용해 특정시간 T 동안에 수신된 대상 노드(100) 신호의 에너지값을 얻을 수 있다. 따라서, j -번째 노드(200-j)가 수신한 대상 노드(100)의 신호에 대한 에너지값($x_{E,j}$)은 아래의 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$x_{E,j} = \sum_{i=1}^N |x_j|^2 = 1, 2 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

[0042]

[0043]

여기서, x_i 는 j -번째 복수의 노드(200-1, 200-1, ..., 200-n-j)가 측정된 대상 노드 신호에서의 i -번째 샘플 값이다. N 은 $N=TW$ 로 에너지 샘플 크기이며, 여기서, T 는 검출 시간을 나타내고, W 는 신호의 대역폭을 나타낸다. 또한, n 은 시스템 내의 복수의 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)의 총 수를 나타낸다.

[0044]

그리고, 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)는 상기 수학식 2에 의해 산출된 수신 신호 에너지값을 이용하여 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 자원을 사용하는 지에 대한 사용 상태 여부를 판단할 수 있다. 이를 위해, 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)는 아래의 수학식 3과 같이, 산출된 수신 신호 에너지값이 기 설정된 임계값보다

크면, 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 자원을 사용한다고 판단할 수 있으며, 이때의 판단 값(D_j)을 1로 정의할 수 있다. 이와 반대로, 산출된 수신 신호 에너지값이 기 설정된 임계값보다 작으면, 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 자원을 사용하고 있지 않다고 판단할 수 있으며, 이때의 판단 값(D_j)은 0으로 정의할 수 있다.

수학식 3

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

[0045]

[0046]

여기서, λ 는 기 설정된 임계값, E_j 는 수학식 2에서 $x_{E,j}$ 와 같이, j-번째 노드(200-j)에 의해 산출된 에너지값을 의미한다.

[0047]

한편, 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n) 각각이 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 자원을 사용하는 것을 각각 판단하기 때문에, 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)가 판단한 판단 값을 국부 결정값으로 부를 수도 있다.

[0048]

이처럼, 복수의 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)는 각각 측정된 수신 신호 에너지 값을 이용하여 대상 노드(100)의 주파수 사용 여부를 개별적으로 판단할 수 있다.

[0049]

또한, 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)는 수집한 스펙트럼 센싱 정보(대상 노드에 대하여 각각 산출한 수신 신호 에너지값 및 각각 판단한 판단 값)를 서로 공유하여, 대상 노드(100)가 기부여된 주파수 자원을 사용하는 지 여부를 판단할 수도 있다. 이를 위해, 복수의 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n) 각각은 개별적으로 스펙트럼 센싱 정보를 융합센터(미도시) 또는 수신부(310)에 전송할 수 있다.

[0050]

한편, 본 발명에 일 실시 예에 따른, 자원 사용 상태 인지 장치(300)는 장애물 등의 간섭 영향으로 의도하지 않게 잘못된 스펙트럼 센싱 정보를 전송하는 노드를 검출하고, 검출된 노드를 배제하여 대상 노드의 주파수 사용 여부를 판단할 수 있다.

[0051]

이와 같은 기능을 하는 자원 사용 상태 인지 장치(300)는 수신부(310), 저장부(320), 위치 추정부(330), 검출부(340) 및 판단부(350)를 구비한다.

[0052]

수신부(310)는 복수의 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)가 전송한 스펙트럼 센싱 정보를 수신한다. 구체적으로, 수신부(310)는 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)로부터 직접 또는 융합센터(미도시)로부터 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)가 각각 측정하여 전송하는 대상 노드에 대한 수신 신호 에너지값 및 자원 사용 상태에 대하여 각각 판단한 판단 값을 수신할 수 있다.

[0053]

저장부(320)는 수신부(310)에서 수신 신호 에너지값 및 판단 값을 저장한다. 이렇게 저장된 수신 신호 에너지값 및 판단 값은 자원 사용 상태 인지 장치를 구성하는 위치 추정부(330), 검출부(340) 및 판단부(350)에 제공될 수 있다.

[0054]

또한, 저장부(320)는 복수의 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)에 대한 위치 정보를 저장할 수 있다. 저장된 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)의 위치 정보는 대상 노드의 위치 정보를 추정하고, 수신 장애 상태인 노드를 확인하기 위해 사용되며, 이는 추후 위치 추정부(330) 및 검출부(340)의 동작과 상세히 설명하기로 한다. 이에 따라, 저장부(320)는 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)의 위치 정보를 추정부(330) 및 검출부(340)에 전달할 수 있다.

[0055]

한편, 이러한 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)의 위치 정보는 사용자에게 의해 저장부(320)에 의해 저장될 수 있고, 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)에 의해 전송된 위치 정보를 저장부(320)가 저장할 수 있다.

[0056]

위치 추정부(330)는 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)에 의해 전송된 판단 값 및 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)의 위치 정보를 이용하여 대상 노드(100)의 위치를 추정하는 기능을 한다.

[0057]

이를 위해, 위치 추정부(330)는 복수의 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n) 중 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 자원을 사용하고 있다고 판단한 판단 값을(판단값을 1로) 전송한 노드를 확인할 수 있다. 특히, 이러한 판단 값을 전송한 노드의 위치를 확인하며, 이를 위해, 저장부(320)에 기 저장된 위치 정보를 이용하거나 노드로부터 수신된 위치 정보를 이용할 수 있다.

[0058]

그리고, 위치 추정부(330)는 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 자원을 사용하고 있다고 판단한 판단 값을 전송한 노드의 위치를 이용하여, 대상 노드(100)의 위치를 1차적으로 추정하게 된다. 구체적으로는, 아래의 수학식 4 및 5와 같이, 판단 값을 1로 전송한 노드들의 위치 평균을 이용하거나, 아래의 수학식 6 및 7과 같이, 판

단 값을 1로 전송한 노드들이 측정한 수신 신호 에너지값의 크기에 따라, 노드들의 위치에 가중치(w_k)를 주는 방법을 이용하여, 대상 노드(100)의 위치를 1차로 추정할 수 있다.

수학식 4

$$x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N x_k / N$$

[0059]

수학식 5

$$y_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N y_k / N$$

[0060]

수학식 6

$$x_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N w_k x_k / \sum_{k=1}^N w_k$$

[0061]

수학식 7

$$y_{\text{대상 노드}} = \sum_{k=1}^N w_k y_k / \sum_{k=1}^N w_k$$

[0062]

여기서, $x_{\text{대상 노드}}$, $y_{\text{대상 노드}}$ 는 대상 노드(100)의 추정 위치의 각 x, y 좌표값이고, x_k , y_k 는 판단값으로 1을 전송한 각 노드의 각 x, y 좌표값이고, k는 판단값으로 1을 전송한 노드들의 인덱스(index)이고, N은 판단값으로 1을 전송한 노드의 총 수이고, w_k 는 가중치 변수이다.

[0063]

또한, 위치 추정부(330)는 1차로 추정된 대상 노드(100)의 위치를 기준으로, 대상 노드(100)의 신호 전달 영역을 특정한다. 여기서, 신호 전달 영역이란, 대상 노드에 의해 전송된 신호가 전달될 수 있는 범위를 의미한다.

[0064]

그리고, 위치 추정부(330)는 판단값을 1로 전송한 노드가 모두 특정된 신호 전달 영역에 포함될 수 있도록, 신호 전달 영역을 이동시킬 수 있다. 구체적으로는, 특정된 신호 전달 영역 내에 판단 값을 0으로 전송한 노드가 존재하면 이들 노드 반대 방향으로 신호 전달 영역을 이동시키며, 특정된 신호 전달 영역 외에 판단 값을 1로 전송한 노드가 존재하면 이들 노드 방향으로 신호 전달 영역을 이동시킬 수 있다. 이러한, 위치 추정부(330)의 동작은 신호 전달 영역의 중심점을 이동시키는 아래의 수학식 8 내지 수학식 11과 같이 나타낼 수 있다. 여기서, 수학식 8 및 수학식 9는 신호 전달 영역 내에 판단 값을 0으로 전송한 노드가 포함된 경우를 나타내는 것이며, 수학식 10 및 수학식 11은 신호 전달 영역 외에 판단 값을 1로 전송한 노드가 존재하는 경우를 나타낸 것이다.

[0065]

수학식 8

$$X_{push} = \frac{x_i - x_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}}$$

수학식 9

$$Y_{push} = \frac{y_i - y_0}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}}$$

여기서, X_{push} , Y_{push} 는 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x, y축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있으나, 대상 노드의 주파수 자원 사용을 판단하지 못한 노드(판단 값을 0으로 전송한 노드)의 위치이고, i는 판단하지 못한 노드들의 인덱스이다.

수학식 10

$$X_{pull} = \frac{x_0 - x_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}}$$

수학식 11

$$Y_{pull} = \frac{y_0 - y_j}{\sqrt{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}}$$

여기서, X_{push} , Y_{push} 는 1차로 추정된 대상 노드의 위치에서 각 x, y축으로 이동하는 벡터이고, x_0 , y_0 는 1차로 추정된 대상 노드의 위치이고, x_i , y_i 는 대상 노드의 신호 전달 영역에 포함되어 있지 않지만, 대상 노드가 특정 주파수 자원을 사용하고 있다고 판단한 노드(판단 값을 1로 전송한 노드)의 위치이고, i는 판단한 노드들의 인덱스(index)이다.

이와 같이, 위치 추정부(330)가 동작하는 이유는 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 자원을 사용할 때, 대상 노드(100)의 신호 전달 영역 내에 존재하는 노드들은 수신 장애를 받지 않는 한, 대상 노드(100)가 기 부여된 주파수 대역을 사용하고 있다고 판단하여야 하기 때문이다.

위치 추정부(330)는 상술한 과정을 반복하여 신호 전달 영역에 판단 값을 1로 전송한 노드들이 최대한 많은 수가 포함되도록 신호 전달 영역을 이동시키고, 신호 전달 영역의 중심 점을 대상 노드의 최종 위치로 추정할 수 있다.

이하에서, 도 2a 내지 도 2c를 참조하여, 위치 추정부의 동작을 보다 상세하게 설명한다.

도 2a에 도시된 바와 같이, 대상 노드(410)가 신호를 송신할 때, 대상 노드(410)가 전송할 수 있는 신호 전송

범위(실선으로 도시됨) 내에 존재하는 대부분의 노드(420-1, 420-2, ..., 420-5)는 대상 노드(410)가 기 부여된 주파수 대역을 사용하는 것으로 판단하고, 대상 노드(410)의 신호 전송 범위 밖에 존재하는 모든 노드(420-7, 420-8, ...)는 대상 노드(410)가 기 부여된 주파수 대역을 사용하지 않는 것으로 판단한다.

[0076] 하지만, 대상 노드(410)의 신호 전송 범위 내에 존재하는 노드(420-6)라도 장애물(430)과 같은 간섭 요인에 의한 수신 장애로 인해 대상 노드(410)가 기 부여된 주파수 대역을 사용하지 않는 것으로 판단할 수 있다.

[0077] 도 2b에서, 1차로 추정된 대상 노드의 위치(440)에서 대상 노드의 신호 전송 범위는 점선으로 도시된다. 위치 추정부(330)는 점선 내부에 존재하는 노드들(420-4, ..., 420-9) 중 판단 값이 0인 노드(410-7, 410-8, 410-9)와 반대 반향으로, 1차로 추정된 대상 노드의 위치를 이동시키고(push), 점선 외부에 존재하는 노드들(420-1, 420-2, 420-3, ...) 중 판단 값이 1인 노드들(420-1, 420-2, 420-3) 방향으로 1차로 추정된 대상 노드의 위치를 이동시킨다(pull). 이에 따라, 대상 노드의 신호 전달 영역 내로 판단 값을 1로 전송한 노드들이 포함되도록 한다.

[0078] 위치 추정부(330)에 의해 결정된 대상 노드의 최종 위치는 도 2c에 도시된 바와 같다.

[0079] 비록 도 2a 내지 도 2c에 도시된 대상 노드, 복수의 노드, 장애물의 위치 및 개수는 설명의 편의를 위한 일 예에 불과하며, 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 범위 내라면 얼마든지 변경 가능하다.

[0080] 또한, 대상 노드의 신호 전송 범위(신호 전달 영역)는 원으로 도시하였지만, 이는 도시의 편의를 위한 일 예에 불과하며, 대상 노드의 신호 전송 범위는 다양하게 변경될 수 있다.

[0081] 다시 도 1로 돌아가서, 검출부(340)는 복수의 노드들(200-1, 200-2, ..., 200-n) 중 장애물 등에 의한 간섭으로 수신 및 전송 장애 상태인 노드를 검출하는 기능을 한다. 수신 및 전송 장애 상태인 노드란 장애물 등에 의해, 대상 노드(100)의 신호를 수신할 수 없거나, 대상 노드(100)의 신호를 수신하여 수신 신호 에너지값 및 주파수 자원 사용 여부를 판단하였으나 이러한 정보를 간섭에 의해 다른 노드(융합 센터, 자원 사용 상태 인지 장치(300) 등을 포함)로 잘못 전송한 노드들을 의미할 수 있다.

[0082] 이러한, 수신 및 전송 장애 상태인 노드를 검출하기 위해, 검출부(340)는 대상 노드(100)의 최종 위치 및 복수의 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n) 각각의 위치를 비교하여 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)에서의 수신 신호 에너지값을 추정하고, 추정된 값을 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n) 실제 수신한 에너지값과 비교한다. 구체적으로는, 검출부(340)는 대상 노드(100)의 최종 위치와 최종 위치의 신호 전달 영역 내에 있는 복수의 노드와의 거리를 산출하고, 산출된 거리에 따라 각 노드가 받는 신호의 세기($RSS_{calculate}$)를 이론적으로 계산하고, 이를 실제 복수의 노드가 수신하여 전송한 신호의 세기($RSS_{measure}$)와 비교하여, 수신 및 전송 장애 상태인 노드들을

결정할 수 있다. 이에 따라, j 번째 노드의 수신 신호 장애 유무(ID_j)는 아래의 수학적 식 12과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 12

$$ID_j = \begin{cases} 1, & (RSS_{j,calculate} - RSS_{j,measure}) \geq \epsilon \\ 0, & Otherwise \end{cases}$$

[0083]

[0084] 여기서, ϵ 은 임계값이며, 환경에 따라 유동적으로 결정될 수 있다.

[0085] 즉, 거리에 따라 각 노드가 받는 신호의 세기를 이론적으로 계산한 값과 각 노드에서 측정한 신호의 세기의 차이가 기 설정된 임계값보다 크면, 장애물 등에 의한 간섭으로 인해 각 노드가 대상 노드의 신호를 정확히 수신하지 못한 것($ID_{j=1}$)이므로, 이러한 노드를 수신 장애 상태인 노드로 간주하게 되는 것이다.

[0086] 판단부(350)는 복수의 노드(200-1, 200-1, ..., 200-n)가 대상 노드(100)에 대하여 각각 측정한 수신 신호 에너지 값 및 주파수 자원 사용 상태에 대한 판단 값에서, 수신 및 전송 장애 상태인 노드가 전송한 값들을 배제하여 대상 노드(100)의 주파수 사용 여부를 결정한다. 특히, 아래의 수학적 식 13과 같이, 일반적인 융합결정알고리

즘을 이용해 수신 및 전송 장애 상태인 노드들을 배제하여 수신 신호 에너지값 및 판단 값을 종합하고, 이를 기초로, 대상 노드(100)의 주파수 사용 여부를 최종적으로 판단할 수 있다.

수학적식 13

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

여기서, $x_{E,n}$ 및 D_n 는 각 노드(200-1, 200-2, ..., 200-n)가 산출하여 전송한 에너지값 및 판단 값을 각각 의미한다. 여기서, n 은 최종 추정된 위치에서 대상 노드(100)의 신호 전달 영역 내의 노드의 총 수를 나타낸다. 또한, 판단 결과 값에서 0은 대상 노드가 기 부여된 주파수 자원을 사용하지 않는 것으로 판단한 것이며, 판단 결과 값이 1이면, 대상 노드가 기 부여된 주파수 자원을 사용하는 것으로 판단한 것이다.

일 예로, 판단부(350)는 추정된 최종 위치에서 대상 노드의 신호 전달 영역 내에 존재하는 노드의 개수를 이용하여 대상 노드(100)의 주파수 사용 여부를 결정할 수 있다. 즉, 수신 및 전송 장애 상태인 노드를 배제하고 신호 전달 영역 내에 존재하는 남은 노드들 중 판단 값이 1인 노드와 판단 값이 0인 노드의 개수를 이용해, 대상 노드(100)의 주파수 사용 여부를 판단할 수도 있다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른, 무선 인지 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3에서, 대상 노드가 신호를 송신하면(S510), 복수의 노드 각각은 수신된 대상 노드의 신호에 대하여 수신 신호 에너지값 및 상기 대상 노드의 자원 사용 상태에 대하여 각각 판단한 판단 값을 결정하여 이를 송신한다(S520-1, ..., S520-n).

복수의 노드가 송신한 에너지값 및 판단 값을 수신하고, 이를 기초로 대상 노드의 위치를 추정한다(S530). 구체적으로는, 복수의 노드들 중 대상 노드가 해당 주파수 자원을 사용한다고 판단한 노드의 위치 정보를 이용하여 1차로 대상 노드의 위치를 추정하고, 1차로 추정된 위치를 이용하여 대상 노드의 최종 위치를 결정한다. 대상 노드의 최종 위치를 결정하는 방법은 상술한바 있기 때문에, 여기서는 생략한다.

이 후, 대상 노드의 최종 위치를 기준으로 대상 노드의 신호 전달 영역(신호 전송 범위) 내에 존재하는 복수의 노드들 중 수신 장애 상태인 노드를 검출한다(S540). 이를 위해, 대상 노드의 신호 전달 영역 내에 존재하는 노드에서 측정된 신호 세기와 대상 노드와의 거리에 따른 계산값을 비교한다.

이에 따라, 간섭 영향을 받아 수신 장애 상태인 노드가 존재하면(S550-Y), 수신 장애 상태인 노드가 대상 노드에 대하여 각각 측정된 에너지값 및 판단 값을 배제하고(S560), 결정 융합 알고리즘에 적용하여 대상 노드가 기 부여된 주파수 자원을 사용하고 있는지 최종적으로 판단한다(S570).

한편, 수신 장애 상태인 노드가 존재하지 않으면(S550-N), 배제함이 없이 대상 노드가 해당 주파수 자원을 사용하고 있는지 최종적으로 판단한다(S570).

이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 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

100, 410 : 대상 노드

200-1, 200-2, ..., 200-n, 420-1, ..., 420-n : 복수의 노드

300 : 자원 사용 상태 인지 장치

310 : 수신부 320 : 저장부

330 : 위치 추정부

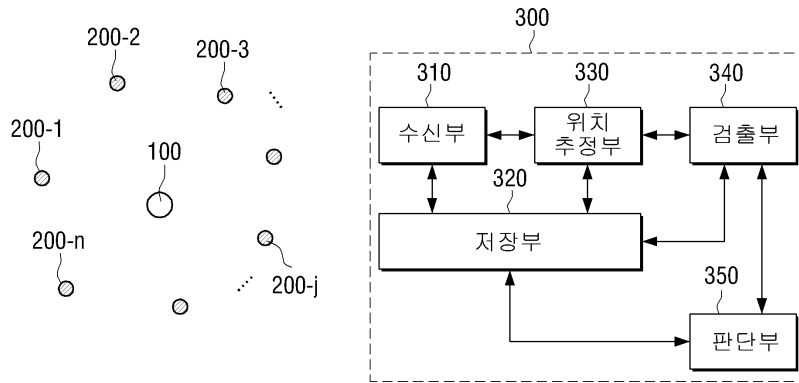
340 : 검출부

350 : 판단부

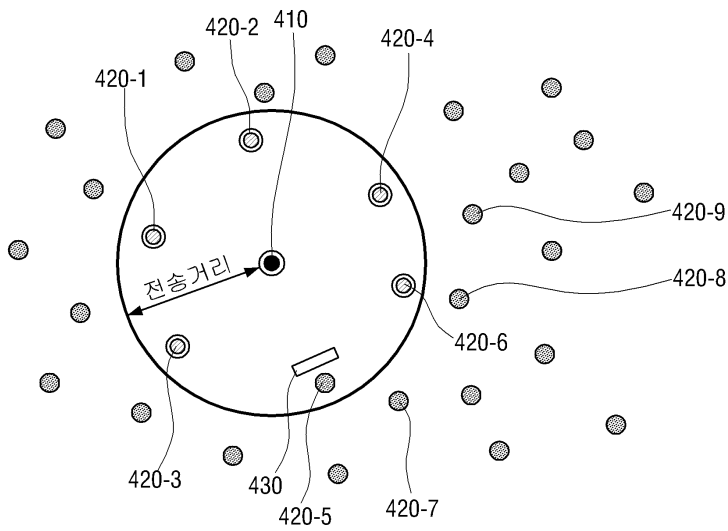
430 : 간섭 요인(장애물)

도면

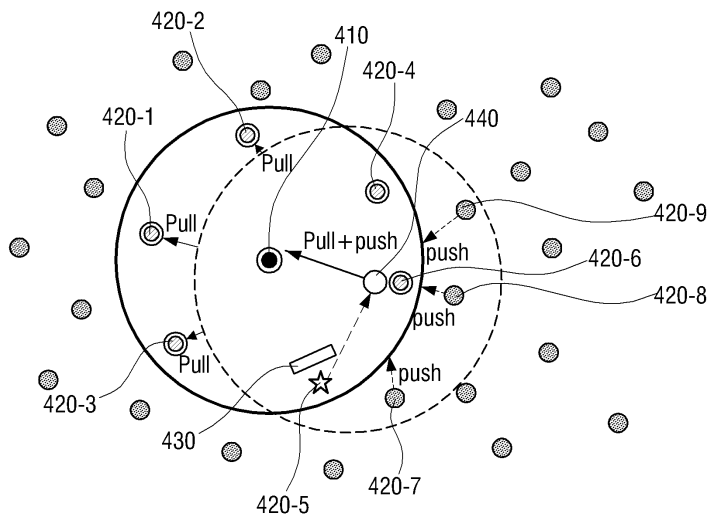
도면1



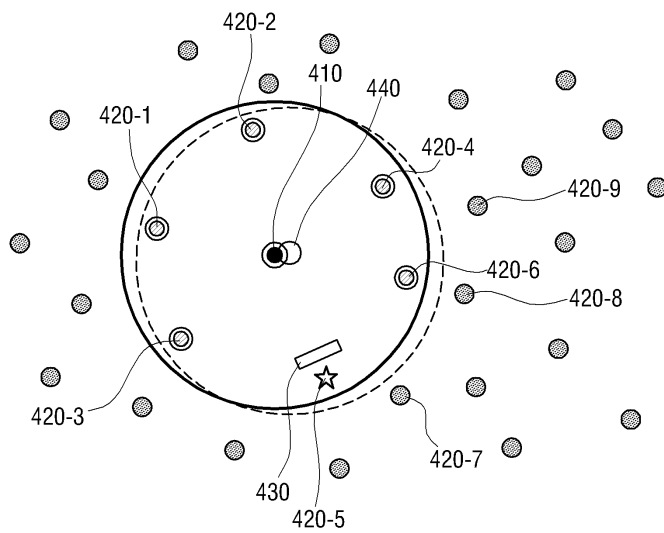
도면2a



도면2b



도면2c



도면3

