(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년01월16일
(11) 등록번호 10-1483885
(24) 등록일자 2015년01월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 16/14 (2009.01) *H04W 16/10* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2013-0160536
(22) 출원일자 2013년12월20일
심사청구일자 2013년12월30일
(56) 선행기술조사문헌
Waleed Ejaz et al. 'Optimal entropy-based spectrum sensing for cognitive radio networks under severe path loss conditions' CROWNCOM 2013, July 08-10*
KR1020130044045 A
KR1020130106197 A
KR1020120019253 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김형석
서울 광진구 능동로 209, 정보통신공학과 (군자동, 세종대학교)
에자즈 왈리드
서울 광진구 능동로 209, 정보통신공학과 (군자동, 세종대학교)
(74) 대리인
특허법인 무한

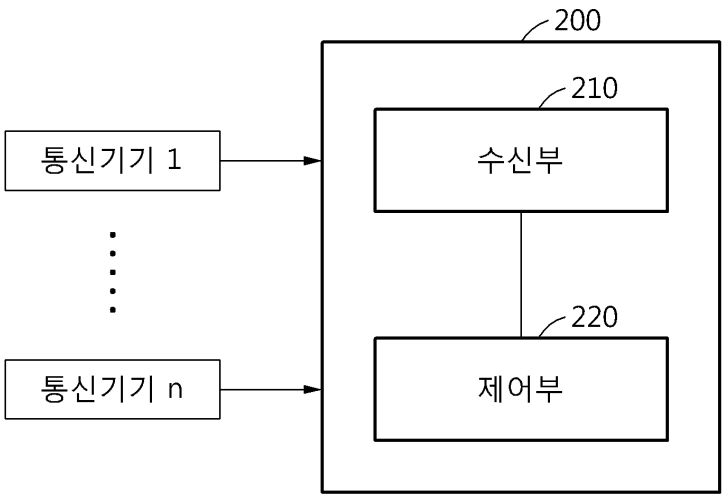
전체 청구항 수 : 총 17 항 심사관 : 고연화

(54) 발명의 명칭 **인지 무선 네트워크를 구성하는 융합 센터 통신 시스템, 및 무선 통신 기기와 이들의 동작 방법**

(57) 요 약

복수의 무선 통신 기기들로부터 판정을 수신하고, 상기 판정을 이용하여 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 최종적으로 확정하는 융합 센터 통신 시스템이 개시된다. 일 실시예는 해상에 위치한 복수의 무선 통신 기기들로부터 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정을 각각 수신하는 수신부, 및 해상 상태를 고려하여 판정 개수를 결정하고, 상기 수신된 판정 중에서 상기 판정 개수만큼 판정을 선택하며, 상기 선택된 판정 중에서 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다는 것을 나타내는 판정의 개수가 미리 정해진 개수 이상인지 확인하여, 상기 확인에 따라 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정하는 제어부를 포함한다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 NIPA-2013-H0401-13-1003
부처명 지식경제부
연구관리전문기관 정보통신산업진흥원
연구사업명 IT융합 고급인력과정 지원사업
연구과제명 스마트빌딩 관리 시스템 개발
기 여 율 1/1
주관기관 세종대학교 산학협력단
연구기간 2010.06.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 무선 통신 기기들로부터 판정을 수신하고, 상기 판정을 이용하여 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 최종적으로 확정하는 융합 센터 통신 시스템에 있어서,

해상에 위치한 복수의 무선 통신 기기들로부터 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 n개의 판정을 수신하는 수신부; 및

해상 상태(sea state)를 고려하여 판정 개수를 결정하고, 상기 수신된 판정 중에서 상기 판정 개수만큼 판정을 선택하며, 상기 선택된 판정 중에서 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다는 것을 나타내는 판정의 개수가 미리 정해진 개수 이상인지 확인하여, 상기 확인에 따라 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정하고, 상기 복수의 무선 통신 기기들에게 상기 주파수 대역의 할당 여부를 결정하는 제어부

를 포함하고,

상기 제어부는 상기 판정 개수를 결정하기 위해 $\frac{1}{Th}$, $sea\ state \leq \zeta$, 및 $1 \leq n \leq \left\lfloor \frac{T-\tau_s}{\tau_r} \right\rfloor$ 를 고려하고,

Th는 상기 복수의 무선 통신 기기들, 및 상기 융합 센터 통신 시스템으로 구성된 네트워크의 쓰루풋을 나타내고, ζ는 해상 상태의 임계값을 나타내고, n은 수신한 판정의 개수를 나타내고, τ_s는 무선 통신 기기가 주 사용자 단말이 전송하는 신호를 감지하고, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정하기까지의 시간 구간을 나타내고, τ_r은 무선 통신 기기가 상기 판정을 융합 센터로 전송하는데 걸리는 시간 구간을 나타내고, T는 프레임의 시간 길이를 나타내는, 융합 센터 통신 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 상기 주파수 대역을 점유한다고 확정하는 확률, 및 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하고 있을 때 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 확정하는 확률을 추가로 고려하여 상기 판정 개수를 결정하는, 융합 센터 통신 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 확률들 각각에 대한 제약 조건에 벌칙 함수를 적용하여 상기 판정 개수를 결정하는, 융합 센터 통신 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 쓰루풋은 수학식 $Th = \frac{T - \tau_s - \tau_r}{T}\{C_0(1 - Q_f)P_{OFF}\}$ 에 따라 결정되고,

C_0는 주 사용자 단말이 없을 때 또는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않을 때, 무선 통신 기기의 쓰루풋을 나타내고, P_{OFF}는 오프 기간(off period)의 확률 분포 함수(probability distribution function)를 나타내고, Q_f는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않음에도 주파수 대역을 점유한다고 확정할 확률을 나타내는, 융합 센터 통신 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 해상 상태가 미리 정해진 기준 이상인지 판단하고, 상기 판단 결과에 따라 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정하는 절차를 진행할 지 여부를 결정하는, 융합 센터 통신 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 융합 센터 통신 시스템이 위치한 지역과 인접한 해상과 관련된 바람의 속도, 파랑의 파고, 파랑의 주기 및 파랑의 파장 중 적어도 하나를 이용하여 상기 해상 상태를 측정하는, 융합 센터 통신 시스템.

청구항 7

주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 일차적으로 판정하여, 판정 결과를 융합센터로 전송하는 무선 통신 기기에 있어서,

해상에 위치하여, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유할 때 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률, 및 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률을 고려하여 샘플의 개수를 계산하는 제1 프로세서;

해상에 위치하여, 상기 계산된 샘플의 개수, 및 빈의 빈도 수를 고려하여 상기 주 사용자 단말이 전송한 신호의 엔트로피를 계산하고, 상기 엔트로피를 통해 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부를 판단하는 제2 프로세서; 및

해상에 위치하여, 상기 제2 프로세서 판단 결과를 융합 센터 통신 시스템으로 전송하는 통신부

를 포함하고,

상기 융합 센터 통신 시스템은,

상기 무선 통신 기기를 포함하는 복수의 무선 통신 기기들로부터 n개의 판단 결과를 수신하고, 상기 n개 중에서 $\frac{1}{Th}$, $sea\ state \leq \zeta$, 및 $1 \leq n \leq \left\lfloor \frac{T - \tau_s}{\tau_r} \right\rfloor$ 를 이용하여 판정 개수를 결정하고,

Th는 상기 복수의 무선 통신 기기들, 및 상기 융합 센터 통신 시스템으로 구성된 네트워크의 쓰루풋을 나타내고, ζ는 해상 상태의 임계값을 나타내고, n은 수신한 판정의 개수를 나타내고, τ_s는 무선 통신 기기가 주 사용자 단말이 전송하는 신호를 감지하고, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정하기까지의 시간 구간을 나타내고, τ_r은 무선 통신 기기가 상기 판정을 융합 센터로 전송하는데 걸리는 시간 구간을

나타내고, T 는 프레임의 시간 길이를 나타내는, 무선 통신 기기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 프로세서는, 상기 확률에 대한 제약 조건을 벌칙 함수에 적용하여 상기 샘플의 개수를 계산하는, 무선 통신 기기.

청구항 9

복수의 무선 통신 기기들로부터 판정을 수신하고, 상기 판정을 이용하여 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 최종적으로 확정하는 융합 센터 통신 시스템의 동작 방법에 있어서,

해상에 위치한 복수의 무선 통신 기기들로부터 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 n개의 판정을 수신하는 단계;

해상 상태(sea state)를 고려하여 판정 개수를 결정하는 단계;

상기 수신된 판정 중에서 상기 판정 개수만큼 상기 확정을 위한 판정을 선택하는 단계; 및

상기 선택된 판정 중에서 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다는 것을 나타내는 판정의 개수가 미리 정해진 개수 이상인지 확인하여, 상기 확인에 따라 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정하는 단계

를 포함하고

상기 판정 개수를 결정하는 단계는,

상기 $\frac{1}{Th}$, $sea\ state \leq \zeta$, 및 $1 \leq n \leq \left\lfloor \frac{T-\tau_s}{\tau_r} \right\rfloor$ 를 이용하여 상기 판정 개수를 결정하고,

Th 는 상기 복수의 무선 통신 기기들, 및 상기 융합 센터 통신 시스템으로 구성된 네트워크의 쓰루풋을 나타내고, ζ 는 해상 상태의 임계값을 나타내고, n은 수신한 판정의 개수를 나타내고, τ_s 는 무선 통신 기기가 주 사용자 단말이 전송하는 신호를 감지하고, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정하기까지의 시간 구간을 나타내고, τ_r 은 무선 통신 기기가 상기 판정을 융합 센터로 전송하는데 걸리는 시간 구간을 나타내고, T 는 프레임의 시간 길이를 나타내는 융합 센터 통신 시스템의 동작 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 상기 주파수 대역을 점유한다고 확정하는 확률, 및 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하고 있을 때 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 확정하는 확률을 추가로 고려하여 상기 판정 개수를 결정하는 단계

를 더 포함하는 융합 센터 통신 시스템의 동작 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 확률들 각각에 대한 제약 조건에 벌칙 함수를 적용하여 상기 판정 개수를 결정하는, 융합 센터 통신 시스템의 동작 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 쓰루풋은 수학식 $$Th = \frac{T - \tau_s - \tau_r}{T}\{C_0(1 - Q_f)P_{OFF}\}$$ 에 따라 결정되고,

C_0는 주 사용자 단말이 없을 때 또는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않을 때, 무선 통신 기기의 쓰루풋을 나타내고, P_{OFF}는 오프 기간(off period)의 확률 분포 함수(probability distribution function)를 나타내고, Q_f는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않음에도 주파수 대역을 점유한다고 확정할 확률을 나타내는, 융합 센터 통신 시스템의 동작 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 해상 상태가 미리 정해진 기준 이상인지 판단하고, 상기 판단 결과에 따라 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정하는 절차를 진행할 지 여부를 결정하는 단계

를 더 포함하는 융합 센터 통신 시스템의 동작 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 융합 센터 통신 시스템이 위치한 지역과 인접한 해상과 관련된 바람의 속도, 파랑의 파고, 파랑의 주기 및 파랑의 파장 중 적어도 하나를 이용하여 상기 해상 상태를 측정하는 단계

를 더 포함하는 융합 센터 통신 시스템의 동작 방법.

청구항 15

주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 일차적으로 판정하여, 판정 결과를 융합센터로 전송하는 무선 통신 기기의 동작 방법에 있어서,

주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유할 때 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률, 및 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률을 고려하여 샘플의 개수를 계산하는 단계;

상기 계산된 샘플의 개수, 및 빈의 빈도 수를 고려하여 상기 주 사용자 단말이 전송한 신호의 엔트로피를 계산하는 단계;

상기 엔트로피를 통해 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 판단 결과를 융합 센터 통신 시스템으로 전송하는 단계

를 포함하고,

상기 융합 센터 통신 시스템은,

상기 무선 통신 기기를 포함하는 복수의 무선 통신 기기들로부터 n개의 판단 결과를 수신하고, 상기 n개 중에서 $\frac{1}{Th}$, $sea\ state \leq \zeta$, 및 $1 \leq n \leq \left\lfloor \frac{T-\tau_s}{\tau_r} \right\rfloor$ 를 이용하여 판정 개수를 결정하고,

Th는 상기 복수의 무선 통신 기기들, 및 상기 융합 센터 통신 시스템으로 구성된 네트워크의 쓰루풋을 나타내고, ζ는 해상 상태의 임계값을 나타내고, n은 수신한 판정의 개수를 나타내고, τ_s는 무선 통신 기기가 주 사용자 단말이 전송하는 신호를 감지하고, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정하기까지의 시간 구간을 나타내고, τ_r은 무선 통신 기기가 상기 판정을 융합 센터로 전송하는데 걸리는 시간 구간을 나타내고, T는 프레임의 시간 길이를 나타내는 무선 통신 기기의 동작 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 샘플의 개수를 계산하는 단계는,

상기 확률에 대한 제약 조건을 벌칙 함수에 적용하여 상기 샘플의 개수를 계산하는, 무선 통신 기기의 동작 방법.

청구항 17

제9항 내지 제16항 중 어느 한 항의 방법을 실행하는 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 아래 실시예들은 인지 무선 네트워크를 구성하는 융합 센터 통신 시스템, 및 무선 통신 기기와 이들의 동작 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 복수의 무선 통신 기기는 스펙트럼 센싱을 통해 주 사용자를 검출하고, 검출 결과를 융합 센터 통신 시스템으로 전송하며, 융합 센터 통신 시스템은 검출 결과를 수신하여 최종적으로 주 사용자가 주파수를 사용하는지 확정한다.

배 경 기 술

[0002] 무선 자원을 효율적으로 이용하기 위한 방법으로써 인지 무선 기술(Cognitive Radio, CR) 개념이 제시된다. 인지 무선 기술은 주파수 대역이 할당되어 있지만 실제로 사용하지 않고 비어있는 주파수 대역을 감지해 이를 효율적으로 공유하여 사용할 수 있는 기술을 의미한다. 무선 인지 사용자(부 사용자)가 주파수를 이용하여 통신을 하기 위해서는 우선 사용자(주 사용자)에 의해 점유되지 않는 비어있는 스펙트럼을 찾아야 하는데 이러한 과정을 스펙트럼 센싱(Spectrum Sensing)이라고 한다.

[0003] 오늘날에는 해상에서의 선박에도 인지 무선 기술을 이용하여 무선 자원을 이용하고 있다. 하지만, 해상에서의 인지 무선 기술은 1) 해상 위에서의 전파(radio wave propagation), 2) 표면 반사(surface reflection), 및 3) 파도(wave occlusion)를 고려 해야 한다. 해상에서의 인지 무선 기술은 상기와 같은 이유로 센싱 정확도가 감소할 수 있다.

선행기술문헌

[0004] 인하대학교 산학협력단이 2010년 8월 25일에 출원하고, 2013년 3월 27일에 등록받은 한국등록특허 제10-1132927호 (발명의 명칭: 위상 정보를 이용한 엔트로피를 기반으로 하는 신호 검출 시스템)가 있다. 또한, 포항공과대학교 산학협력단이 2010년 10월 28일에 출원하고, 2012년 5월 25일에 등록받은 한국등록특허 제10-1152572호(발명의 명칭: 최적의 부사용자 수를 결정할 수 있는 인지무선 협력 스펙트럼 센싱 방법 및 융합 센터)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 실시예들은 해상의 움직임을 고려한 인지 무선 기술의 정확도를 증가시켜 주 사용자가 사용하지 않는 무선 자원을 효율적으로 이용할 수 있다. 또한, 실시예들은 엔트로피와 최적의 샘플 개수를 계산하여 주 사용자가 전송하는 신호에 대한 센싱 정확도를 증가시킬 수 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 측에 따른 복수의 무선 통신 기기들로부터 판정을 수신하고, 상기 판정을 이용하여 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 최종적으로 확정하는 융합 센터 통신 시스템은 해상에 위치한 복수의 무선 통신 기기들로부터 주 사용자(primary user) 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정(decision)을 각각 수신하는 수신부; 및 해상 상태(sea state)를 고려하여 판정 개수를 결정하고, 상기 수신된 판정 중에서 상기 판정 개수만큼 판정을 선택하며, 상기 선택된 판정 중에서 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다는 것을 나타내는 판정의 개수가 미리 정해진 개수 이상인지 확인하여, 상기 확인에 따라 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정하는 제어부를 포함한다.

[0007] 일 측에 따른 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 일차적으로 판정하여, 판정 결과를 융합센터로 전송하는 무선 통신 기기에 있어서, 해상에 위치하여, 주 사용자(primary user) 단말이 주파수 대역을 점유할 때 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률, 및 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률을 고려하여 샘플의 개수를 계산하는 제1 프로세서; 해상에 위치하여, 상기 계산된 샘플의 개수, 및 빈(bin)의 빈도 수를 고려하여 상기 주 사용자 단말이 전송한 신호의 엔트로피를 계산하고, 상기 엔트로피를 통해 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부를 판단하는 제2 프로세서; 및 해상에 위치하여, 상기 제2 프로세서 판단 결과를 융합 센터 통신 시스템으로 전송하는 통신부를 포함한다.

[0008] 일 측에 따른 복수의 무선 통신 기기들로부터 판정을 수신하고, 상기 판정을 이용하여 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 최종적으로 확정하는 융합 센터 통신 시스템의 동작 방법은 해상에 위치한 복수의 무선 통신 기기들로부터 주 사용자(primary user) 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정(decision)을 각각 수신하는 단계; 해상 상태(sea state)를 고려하여 판정 개수를 결정하는 단계; 상기 수신된 판정 중에서 상기 판정 개수만큼 상기 확정을 위한 판정을 선택하는 단계; 및 상기 선택된 판정 중에서 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다는 것을 나타내는 판정의 개수가 미리 정해진 개수 이상인지 확인하여, 상기 확인에 따라 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정하는 단계를 포함한다.

[0009] 일 측에 따른 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 일차적으로 판정하여, 판정 결과를 융합센터로 전송하는 무선 통신 기기의 동작 방법은 주 사용자(primary user) 단말이 주파수 대역을 점유할 때 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률, 및 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률을 고려하여 샘플의 개수를 계산하는 단계; 상기 계산된 샘플의 개수, 및 빈(bin)의 빈도 수를 고려하여 상기 주 사용자 단말이 전송한 신호의 엔트로피를 계산하는 단계; 상기 엔트로피를 통해 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 제2 프로세서 판단 결과를 융합 센터 통신 시스템으로 전송하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 융합 센터 통신 시스템은 해상의 움직임이 좋지 않은 상황에서도 주 사용자가 주파수를 사용하는지 여부에 대해 감지할 수 있어, 인지 무선 기술의 정확도가 향상될 수 있다.

[0011] 본 발명에 따른 다수 법칙(majority rule)을 적용하는 경우, 인지 무선 네트워크의 쓰루풋(throughput)이 향상될 수 있다.

[0012] 본 발명에 따른 인지 무선 기기는 주 사용자가 전송하는 신호의 에너지를 검출하는 인지 무선 기기보다 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio, SNR)가 낮은 상황에서도 주 사용자 단말이 주파수 대역을 사용하는지 여부를 감지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 해상에서 인지 무선 네트워크(Cognitive Radio Network)를 이용하여, 선박과 지상의 융합 센터 통신 시스템 사이의 통신 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 일 실시예에 따른 융합 센터 통신 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일 실시예에 따른 융합 센터 통신 시스템의 동작 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 동작 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 일 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0015] 일 실시예로서, 본 발명에 따른 무선 통신 기기는 독립된 기기로(standalone device) 제조되거나 또는 단말기에 임베디드된(내장된) 형태로 구현될 수 있다. 여기서, 단말기는 선박에서 사용될 수 있는 단말기로 선박 간 통신이나 선박과 기지국 간의 통신을 수행할 수 있다. 또한, 단말기는 고정 단말기, 및 이동 단말기일 수 있다.

[0016] 도 1은 해상에서 인지 무선 네트워크(Cognitive Radio Network)를 이용하여, 선박과 지상의 융합 센터 통신 시스템 사이의 통신 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0017] 도 1을 참조하면 해상에서의 인지 무선 네트워크의 형태는 두 가지로 구분될 수 있는데, 첫째는 선박과 연안이 가까운 경우(110), 둘째는 선박이 연안으로부터 멀리 떨어진 경우(120)이다. 각각의 경우 모두, 선박은 인지 무선 기능을 수행할 수 있는 무선 통신 기기를 갖추고 있다.

[0018] 인지 무선 네트워크는 선박과 융합 센터 통신 시스템으로 구성된다. 선박은 인지 무선 기능을 수행할 수 있는 무선 통신 기기를 통해 융합 센터 통신 시스템과 통신할 수 있다.

[0019] 본 발명에 따른 융합 센터 통신 시스템은 부 사용자가 수행한 스펙트럼 센싱 결과를 수신할 수 있다. 즉, 부 사용자는 스펙트럼 센싱을 통해 주 사용자가 주파수 대역을 점유하는지 일차적으로 판정할 수 있다. 융합 센터 통신 시스템은 부 사용자로부터 판정을 수신하여 다수법칙(majority rule) 등을 통해 주 사용자가 주파수 대역을 점유하는지 최종적으로 판정할 수 있다.

[0020] 본 발명에 따른 융합 센터 통신 시스템은 연안과 인접 또는 연안으로 둘러싸여 있는 해안가에 위치할 수 있다. 또는, 본 발명에 따른 융합 통신 시스템은 섬에 위치할 수 있다. 융합 센터 통신 시스템은 선박에 있는 무선 통신 기기와 통신할 수 있다. 예를 들어, 선박과 연안이 가까운 경우(110), 연안에 위치한 융합 센터 통신 시스템이 무선 통신 기기와 직접 통신할 수 있고, 선박이 연안으로부터 멀리 떨어진 경우(120), 융합 센터 통신 시스템은 위성을 통해 무선 통신 기기와 통신할 수 있다.

[0021] 선박과 연안이 가까운 경우(110), 선박에 설치된 무선 통신 기기는 산업, 의료, 및 과학 분야에서 사전 허가 없이 사용할 수 있는 주파수 대역(ISM band; Industrial, Scientific, and Medical band)을 사용함으로써 융합 센터(fusion center)에 접근할 수 있다. 해가 연안으로부터 멀리 떨어진 경우(120), 선박에 설치된 무선 통신 기기는 ISM band를 사용하여 융합 센터에 접근하는 것이 힘들 수 있다. 이 경우, 선박에 설치된 무선통신 기기는 위성을 통해 융합 센터에 접근할 수 있다.

[0022] 도 2는 일 실시예에 따른 융합 센터 통신 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[0023] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 복수의 무선 통신 기기들로부터 판정을 수신하고, 상기 판정을 이용하여 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 최종적으로 확정하는 융합 센터(200)는 수신부(210), 및 제어부(220)를 포함한다.

[0024] 일 실시예에 따른 수신부(210)는 해상에 위치한 복수의 무선 통신 기기들로부터 주 사용자(primary user) 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정(decision)을 각각 수신할 수 있다.

[0025] 일 실시예에 따른 제어부(220)는 해상 상태(sea state)를 고려하여 판정 개수를 결정할 수 있다. 여기서, 제어부(220)는 융합 센터 통신 시스템이 위치한 지역과 인접한 해상과 관련된 바람의 속도, 파랑의 파고, 파랑의 주기 및 파랑의 파장 중 적어도 하나를 이용하여 상기 해상 상태를 측정할 수 있다. 융합 센터 통신 시스템은 연안에 위치할 수 있고, 섬에 위치할 수 있다. 융합 센터 통신 시스템은 자신이 위치한 지역 인근의 해상 상태를 측정할 수 있다. 제어부(220)는 측정된 해상 상태를 데이터베이스에 저장된 해상 상태 정보와 비교할 수 있다. 데이터베이스에는 아래 표 1의 해상 상태 정보가 저장될 수 있다.

표 1

[0026] 해상 상태

해상 상태	파고(m)	평균주기(sec)	평균파장(m)
0	0.09	0.5-1	0.46-0.61
1	0.15-0.3	1.5-2.0	3-5
2	0.46-0.91	2.5-3.5	6-12
3	1.07-1.52	3.5-4.5	14-20
4	1.83-2.29	5.0-5.5	24-30
5	2.44-3.66	5.5-7.0	32-48
6	4.27-6.10	7.5-9.0	56-80
7	7.62-12.19	10.0-12.5	100-160
8	13.72-18.29	13.0-15.0	180-237
9	21.34-27.43	16.5-18.5	280-360

[0027] 표 1을 참조하면, 일례로 해상 상태는 10개의 레벨로 구분될 수 있다. 해상 상태는 파랑의 파고(wave height), 파랑의 주기(wave period), 및 파랑의 파장(wavelength)을 고려함으로써 결정될 수 있다. 해상 상태가 0 내지 3일 때의 바다는 잔잔한 바다(calm sea)라 할 수 있고, 해상 상태가 4 내지 5일 때의 바다는 적정한 바다(moderate sea)라 할 수 있다. 해상 상태가 6이상일 때의 바다는 거친 바다(worst sea)라 할 수 있다. 해상 상태가 6이상일 경우, 안테나의 움직임이 거친 바다에 의해 영향을 받아 통신 열화(communication degradation)가 발생할 수 있다. 상기 표 1에는 바람에 대한 정보가 없으나, 일 실시예에 따르면, 바람이 고려됨으로써 해상 상태가 결정될 수 있다. 예를 들어, 바람의 속도가 18노트(knots)일 경우, 해상 상태는 4일 수 있고, 바람의 속도가 27노트일 경우, 해상 상태는 6일 수 있다.

[0028] 일 실시예에 따른 제어부(220)는 해상 상태뿐만 아니라 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 주파수 대역을 점유한다고 확정하는 확률, 및 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하고 있을 때 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 확정하는 확률을 추가로 고려하여 판정 개수를 결정할 수 있다. 또한, 제어부(220)는 복수의 무선 통신 기기들, 및 상기 융합 센터로 구성된 네트워크의 쓰루풋(throughput)을 추가로 고려하여 판정 개수를 결정할 수 있다.

[0029] 일 실시예에 따른 제어부(220)는 수신된 판정 중에서 판정 개수만큼 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부의 확정을 위한 판정을 선택할 수 있다. 또한, 제어부(220)는 선택된 판정 중에서 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다는 것을 나타내는 판정의 개수가 미리 정해진 개수 이상인지 확인할 수 있다. 또한, 제어부(220)는 확인에 따라 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정할 수 있다.

[0030] 일 실시예에 따르면, 제어부(220)는 해상 상태가 미리 정해진 기준 이상인지 판단하고, 판단 결과에 따라 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정하는 절차를 진행할 지 여부를 결정할 수 있다.

[0031] 일 실시예에 따르면, 제어부(220)는 수학식 1, 및 수학식 2에 따라 판정 개수를 결정할 수 있다.

[0032] [수학식 1]

$$\begin{aligned} Minimize: \frac{1}{Th} \\ Subject\ to: sea\ state \leq \zeta \\ 1 \leq m \leq n \\ 1 \leq n \leq \left\lfloor \frac{T-\tau_s}{\tau_r} \right\rfloor \\ Q_d \geq \alpha_G \\ Q_f \leq \beta_G \end{aligned}$$

[0033]

[0034] 수학식 1은 판정 개수를 결정하기 위한 여러 가지 제약 조건들을 나타낸다. 보다 구체적으로, 제어부(220)는 해상 상태는 임계값(ζ) 이하인 제약 조건, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않음에도 주파수 대역을 점유한다고 확정할 확률(Q_f, global probability of false alarm)는 β_G이하인 제약 조건, 및 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유할 때 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다고 확정할 확률(Q_d, global probability of detection)는 α_G 이상인 제약 조건을 이용하여 판정 개수를 결정할 수 있다. 여기서, α_G, 및 β_G 는 미리 주어진 값을 나타낸다.

[0035] 또한, 제어부(220)는 수신된 판정의 개수(n)가 $\frac{T-\tau_s}{\tau_r}$ 개 이하인 제약 조건을 추가로 이용하여 판정 개수를 결정할 수 있다. 여기서, τ_s 는 센싱 슬롯 구간(sensing slot duration)을 나타내고, τ_r은 보고 슬롯 구간(reporting slot duration)을 나타낸다. 센싱 슬롯 구간은 무선 통신 기기가 주 사용자 단말이 전송하는 신호를 감지하고, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정하기까지의 시간 구간을 의미한다. 보고 슬롯 구간은 무선 통신 기기가 상기 판정을 융합 센터로 전송하는데 걸리는 시간 구간을 의미한다. T 는 무선 통신 기기가 상기 감지, 및 상기 전송에 대한 프레임(periodic frame)의 시간 길이(time length)를 나타낸다.

[0036] 또한, 제어부(220)는 복수의 무선 통신 기기들, 및 융합 센터로 구성된 네트워크의 쓰루풋(Th)을 추가로 이용하여 판정 개수를 결정할 수 있다.

[0037] 수학식 1에서, n은 수신한 판정의 개수를 나타내고, m은 상기 미리 정해진 개수를 나타낸다. 즉, 제어부(220)는 n개의 판정을 무선 통신 기기 각각으로부터 수신할 수 있고, n개 중에서 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는 여부를 나타내는 판정의 개수가 m개 이상이면, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다고 확정할 수 있다. 또한, 제어부(220)는 상기 n과 상기 m을 수학식 1, 및 수학식 2를 통해 최적화된 n, 및 최적화된 m을 구할 수 있다. 제어부(220)는 상기 최적화된 n개 중에서 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는 여부를 나타내는 판정의 개수가 최적화된 m개 이상이면, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다고 확정할 수 있다. 즉, 상기 판정 개수가 최적화된 n을 나타낸다.

[0038] 상기 수학식 1에 벌칙 함수(penalty function)를 적용하면 수학식 2가 유도될 수 있다.

[0039] [수학식 2]

$$\begin{aligned} \theta_2(\epsilon_2) = \frac{1}{Th} + \epsilon_2[(max\{0, sea\ state - \zeta\})^2 + \\ (max\{0, m-n\})^2 + (max\{0, 1-m\})^2 + (max\{0, n - \left\lfloor \frac{T-\tau_s}{\tau_r} \right\rfloor\})^2 + \\ (max\{0, 1-n\})^2 + (max\{0, \alpha_G - Q_d\})^2 + (max\{0, Q_f - \beta_G\})^2] \end{aligned}$$

[0040]

[0041] 여기서, ϵ_2는 벌칙 파라미터(penalty parameter)로 0보다 크다. 제어부(220)는 수학식 2를 통해 최적화된 n, 및 최적화된 m을 계산할 수 있다.

[0042] 일 실시예에 따르면, 제어부(220)는 복수의 무선 통신 기기들, 및 융합 센터로 구성된 네트워크의 쓰루풋(Th)을 수학식 3을 이용하여 결정할 수 있다.

[0043] [수학식 3]

[0044] $$Th = \frac{T - \tau_s - \tau_r}{T}\{C_0(1 - Q_f)P_{OFF}\}$$

[0045] 여기서, C_0는 주 사용자 단말이 없을 때 또는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않을 때, 무선 통신 기기가 쓰루풋을 나타내고, P_{OFF}는 오프 기간(off period)의 확률 분포 함수(probability distribution function)를 나타낸다.

[0046] 일 실시예에 따르면, 제어부(220)는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유할 때 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다고 확정할 확률(Q_d, global probability of detection)을 수학식 4를 이용하여 결정할 수 있다.

[0047] [수학식 4]

[0048] $$Q_d = \sum_{j=m}^{n} \binom{n}{j} P_d^j (1 - P_d)^{n-j}$$

[0049] 여기서, P_d는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유할 때 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다고 무선 통신 기기가 판정할 확률(probability of detection determined by secondary user)을 나타낸다. 또한, n은 수신한 판정의 개수, 및 m은 미리 정해진 개수를 나타낸다.

[0050] 일 실시예에 따르면, 제어부(220)는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않음에도 주파수 대역을 점유한다고 확정할 확률(Q_f, global probability of false alarm)을 수학식 5를 통해 결정할 수 있다.

[0051] [수학식 5]

[0052] $$Q_f = \sum_{j=m}^{n} \binom{n}{j} P_f^j (1 - P_f)^{n-j}$$

[0053] 여기서, P_f는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않음에도 주파수 대역을 점유한다고 무선 통신 기기가 판정할 확률(probability of false alarm determined by secondary user)을 나타낸다.

[0054] 도 3은 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[0055] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 일차적으로 판정하여, 판정 결과를 융합센터로 전송하는 무선 통신 기기(300)는 제1 프로세서(310), 제2 프로세서(320), 및 통신부(330)를 포함한다.

[0056] 일 실시예에 따른 제1 프로세서(310)는, 해상에 위치하여, 주 사용자(primary user) 단말이 주파수 대역을 점유할 때 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률, 및 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률을 고려하여 샘플의 개수를 계산할 수 있다.

[0057] 제1 프로세서(310)는 수학식 6, 및 수학식 7을 이용하여 샘플의 개수를 계산할 수 있다.

[0058] [수학식 6]

$$\begin{aligned} &Minimize: N \\ &Subject\ to: P_d \geq \alpha_L \\ &\qquad P_f \leq \beta_L \end{aligned}$$

[0059]

[0060] 여기서, N은 주 사용자 단말이 전송하는 신호의 엔트로피를 이용하여 주 사용자가 주파수 대역을 점유하는지 여부를 판정하기 위해 요구되는 최소 샘플의 개수를 나타낸다.

[0061] 제1 프로세서(310)는 상기 N, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유할 때 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다고 무선 통신 기기가 판정할 확률(P_d)이 α_L 이상인 제약조건, 및 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않음에도 주파수 대역을 점유한다고 무선 통신 기기가 판정할 확률(P_f)가 β_L이하인 제약 조건을 이용하여 샘플의 개수를 계산할 수 있다.

[0062] 상기 수학식 6에 벌칙함수(penalty function)를 적용하면, 수학식 7이 유도될 수 있다.

[0063] [수학식 7]

$$\theta_1(\epsilon_1) = N + \epsilon_1[(max\{0, \alpha_L - P_d\})^2 + (max\{0, P_f - \beta_L\})^2]$$

[0064]

[0065] 여기서, ϵ_1 은 벌칙 파라미터(penalty parameter)로 0보다 크다. 제1 프로세서(310)는 수학식 7을 통해 샘플의 계수를 계산할 수 있다.

[0066] 일 실시예에 따른 제2 프로세서(320)는 해상에 위치하여, 계산된 샘플의 개수, 및 빈(bin)의 빈도 수를 고려하여 주 사용자 단말이 전송한 신호의 엔트로피를 계산할 수 있다. 빈(bin)은 0 또는 1로 구성된 비트를 나타낸다.

[0067] 제2 프로세서(320)는 l^{th} 빈의 빈도 수(frequency of occurrences)를 나타내는 확률(p_l)을 계산할 수 있으며, $p_l = k_l/N$ 이다. 여기서, k_l 은 l^{th} 빈의 총 출현 횟수(total number of occurrences of l^{th} bin)을 나타내고, N은 상기 계산된 샘플의 개수를 나타낸다. 주 사용자 단말이 전송하는 신호의 엔트로피는 수학식 8을 이용하여 계산될 수 있다.

[0068] [수학식 8]

$$E(Y) = -\sum_{l=1}^{L} p_l \, log p_l.$$

[0069]

[0070] 여기서, Y는 랜덤 변수, L은 빈의 개수를 나타내며, 랜덤 변수의 상태 수와 빈의 개수는 동일할 수 있다. 계산된 엔트로피가 임계값을 초과하면, 제2 프로세서(320)는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않는다고 판단할 수 있다. 계산된 엔트로피가 임계값 이하이면, 제2 프로세서(320)는 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다고 판단할 수 있다.

[0071] 일 실시예에 따른 통신부(330)는, 해상에 위치하여, 제2 프로세서 판단 결과를 융합 센터(340)로 전송할 수 있다. 통신부(330)는 직접 융합 센터로 전송할 수 있다. 또한, 무선 통신 기기(300)가 연안과 멀리 떨어져 ISM band를 이용하여 융합 센터(340)에 접근할 수 없는 경우, 통신부(330)는 위성을 거쳐서 융합 센터(340)로 상기 판단 결과를 전송할 수 있다.

[0072] 도 4는 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0073] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 복수의 무선 통신 기기들로부터 판정을 수신하고, 상기 판정을 이용하여 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 최종적으로 확정하는 융합 센터의 동작 방법은 해상에 위치한

복수의 무선 통신 기기들로부터 주 사용자(primary user) 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 나타내는 판정(decision)을 각각 수신할 수 있다(430).

[0074] 일 실시예에 다른 융합 센터의 동작 방법은 해상 상태(sea state)를 고려하여 판정 개수를 결정할 수 있다(440).

[0075] 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 수신된 판정 중에서 판정 개수만큼 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대한 확정을 위한 판정을 선택할 수 있다(450).

[0076] 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 선택된 판정 중에서 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다는 것을 나타내는 판정의 개수가 미리 정해진 개수 이상인지 확인할 수 있다(460).

[0077] 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 상기 확인에 따라 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정할 수 있다(470, 및 480). 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다는 것을 나타내는 판정의 개수가 m개 이상인 경우, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다고 확정할 수 있다(470). 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다는 것을 나타내는 판정의 개수가 m개 미만인 경우, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않는다고 확정할 수 있다(480).

[0078] 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 융합 센터 통신 시스템이 위치한 지역과 인접한 해상과 관련된 바람의 속도, 파랑의 파고, 파랑의 주기 및 파랑의 파장 중 적어도 하나를 이용하여 해상 상태를 측정할 수 있다(410).

[0079] 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 해상 상태가 미리 정해진 기준 이상인지 판단할 수 있다. 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 상기 판단 결과에 따라 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부에 대해 확정하는 절차를 진행할 지 여부를 결정할 수 있다(420).

[0080] 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않음에도 주파수 대역을 점유한다고 확정하는 확률, 및 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하고 있을 때 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유한다고 확정하는 확률을 추가로 고려하여 판정 개수를 결정할 수 있다.

[0081] 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 복수의 무선 통신 기기들, 및 융합 센터로 구성된 네트워크의 쓰루풋(throughput)을 추가로 고려하여 판정 개수를 결정할 수 있다.

[0082] 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 주파수 대역을 점유한다고 확정할 확률의 제약 조건; 및 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유할 때 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 확정할 확률의 제약 조건에 벌칙 함수(penalty function)를 적용하여, 판정 개수를 결정할 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 융합 센터의 동작 방법은 상기 확률들 각각에 대한 제약조건 이외에도 복수의 무선 통신 기기들, 및 융합 센터로 구성된 네트워크의 쓰루풋과 해상 상태의 제약 조건에 벌칙 함수를 추가로 적용하여 판정 개수를 결정할 수 있다.

[0083] 도 5는 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 동작 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0084] 도 5를 참조하면, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하는지 여부를 일차적으로 판정하여, 판정 결과를 융합 센터로 전송하는 무선 통신 기기의 동작 방법은 샘플의 개수를 계산할 수 있다(510). 보다 구체적으로, 무선 통신 기기의 동작 방법은 주 사용자(primary user) 단말이 주파수 대역을 점유할 때 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률, 및 상기 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하지 않음에도 상기 주파수 대역을 점유한다고 판단할 확률을 고려하여 샘플의 계수를 계산할 수 있다.

[0085] 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 동작 방법은 계산된 샘플의 개수, 및 빈(bin)의 빈도 수를 고려하여 주 사용자 단말이 전송한 신호의 엔트로피를 계산할 수 있다(520).

[0086] 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 동작 방법은 엔트로피가 임계값을 초과하는지 확인할 수 있다(530). 또한, 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 동작 방법은 상기 확인에 따라 주 사용자 단말이 상기 주파수 대역을 점유하는지 여부를 판단할 수 있다(540, 및 550). 보다 구체적으로, 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 동작 방법은 상기 엔트로피가 임계값을 초과하는 경우, 주 사용자 단말이 주파수 대역을 점유하지 않는다고 판단할 수 있다(550). 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 동작 방법은 상기 엔트로피가 임계값 이하인 경우, 주 사용자 단

말이 주파수 대역을 점유한다고 판단할 수 있다(540).

[0087] 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 동작 방법은 제2 프로세서 판단 결과를 융합 센터로 전송할 수 있다(560).

[0088] 일 실시예에 따른 무선 통신 기기의 동작 방법은, 단계(510)에서, 확률에 대한 제약 조건을 벌칙 함수(penalty function)에 적용하여 상기 샘플의 개수를 계산할 수 있다.

[0089] 일 실시예에 따르면, 도 5에 도시된 무선 통신 기기의 동작 방법의 각 단계는 해상 위에서 수행될 수 있다.

[0090] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0091] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0092] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0093] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0094] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

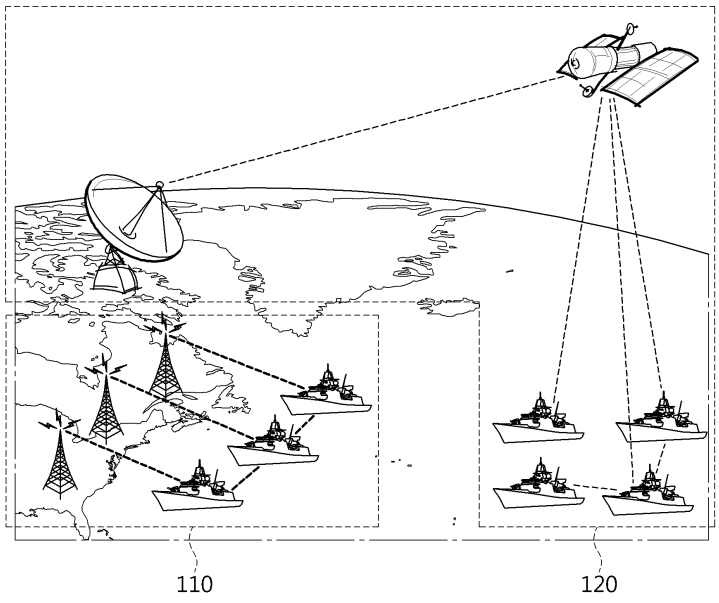
부호의 설명

[0095] 200: 융합 센터 통신 시스템

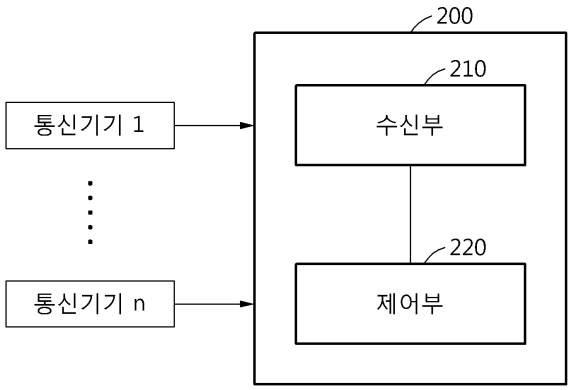
300: 무선 통신 기기

도면

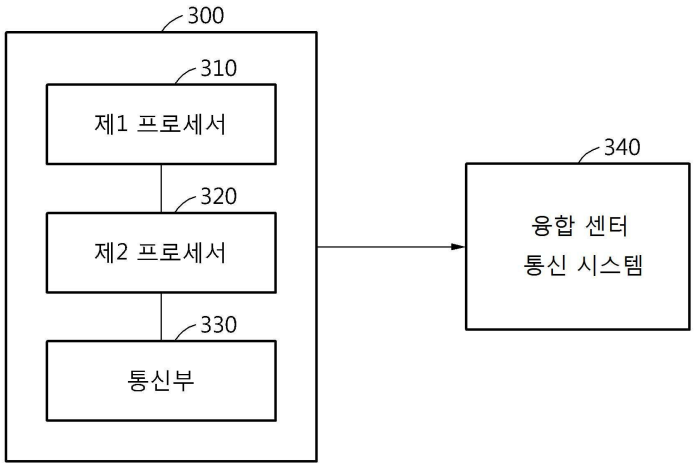
도면1



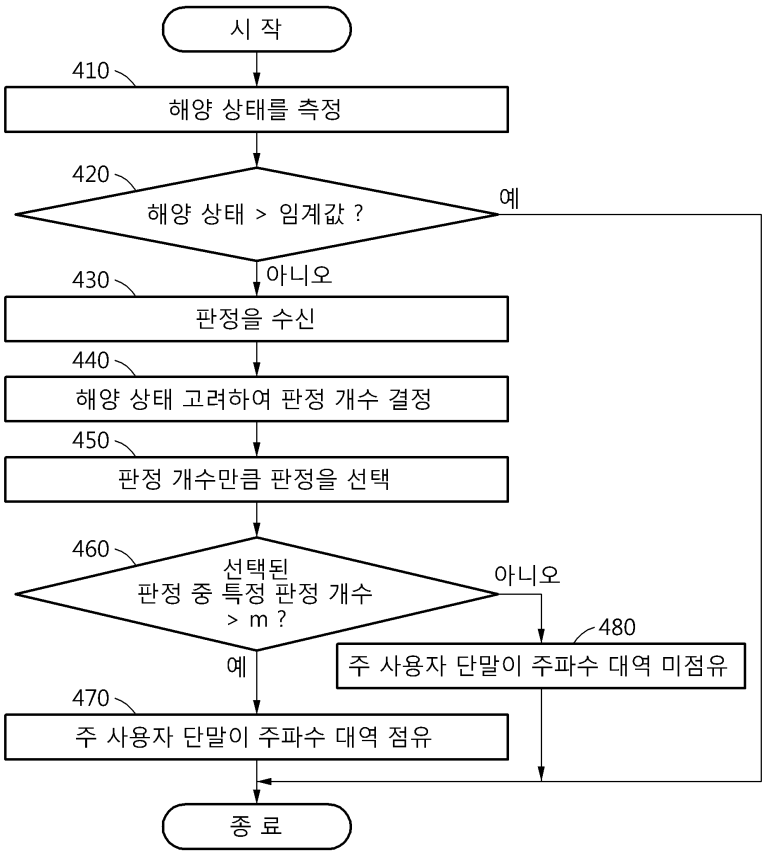
도면2



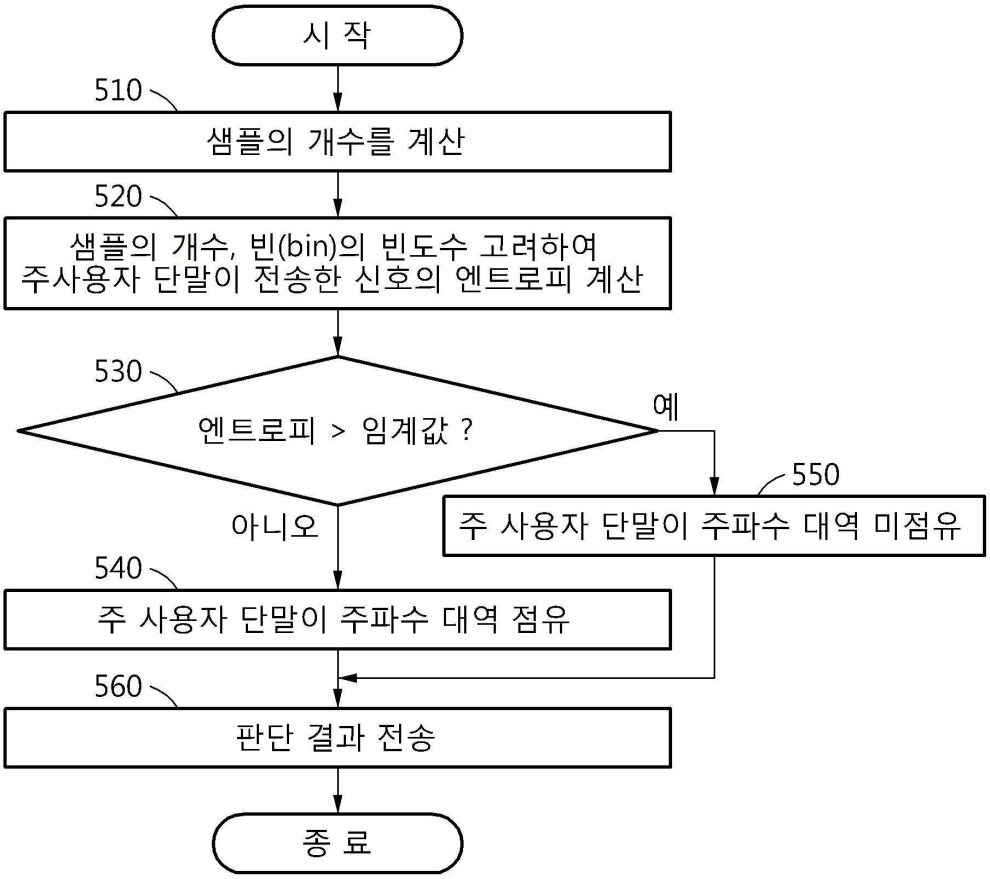
도면3


300
310
제1 프로세서
320
제2 프로세서
330
통신부
340
융합 센터
통신 시스템

도면4


시 작
410
해양 상태를 측정
420
해양 상태 > 임계값 ?
예
아니오
430
판정을 수신
440
해양 상태 고려하여 판정 개수 결정
450
판정 개수만큼 판정을 선택
460
선택된
판정 중 특정 판정 개수
> m ?
아니오
480
주 사용자 단말이 주파수 대역 미점유
예
470
주 사용자 단말이 주파수 대역 점유
종 료

도면5


시 작
510
샘플의 개수를 계산
520
샘플의 개수, 빈(bin)의 빈도수 고려하여
주사용자 단말이 전송한 신호의 엔트로피 계산
530
엔트로피 > 임계값 ?
예
550
주 사용자 단말이 주파수 대역 미점유
아니오
540
주 사용자 단말이 주파수 대역 점유
560
판단 결과 전송
종 료