(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월11일
(11) 등록번호 10-1083117
(24) 등록일자 2011년11월07일

(51) Int. Cl.
H04W 16/14 (2009.01) *H04W 84/18* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2010-0063388
(22) 출원일자 2010년07월01일
심사청구일자 2010년07월01일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090052547 A
KR1020090049134 A

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
유상조
인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 하이테크관 316호
최재각
인천광역시 남동구 간석동 508-147 202호
(74) 대리인
특허법인무한

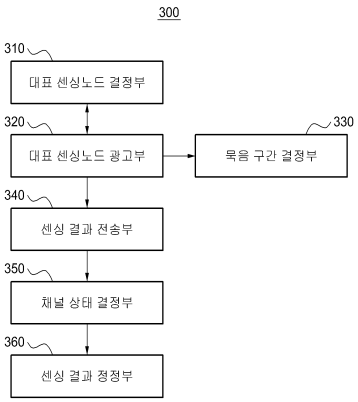
전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 임민섭

(54) 인지무선 에드 혹 네트워크에서 영역기반의 분산적 센싱 방법

(57) 요 약

인지무선 기술을 이용하는 인지무선 사용자 노드가 분산적으로 센싱을 수행하고 그 결과를 다른 센싱노드와 공유하는 분산적 센싱 방법이 개시된다. 분산적 센싱 방법은 복수의 인지무선 사용자 노드 중 어느 하나가 대표 센싱노드로 결정하는 단계, 상기 대표 센싱노드에서 센싱구간에 주 사용자 노드가 이용하는 채널을 센싱하는 단계, 및 상기 대표 센싱노드에서 상기 센싱구간의 종료 시, 상기 센싱된 결과인 채널상태정보를 포함하는 공유 메시지를 상기 복수의 인지무선 사용자 노드로 제공하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 NIPA-2010-C1090-1011-0007
부처명 정보통신산업진흥원
연구관리전문기관
연구사업명 대학IT연구센터 육성지원사업
연구과제명 초광대역(UWB) 무선전송 및 시스템 응용기술
기여율
주관기관 인하대학교 산학협력단
연구기간 2010. 01. 01 ~ 2010. 12. 31

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 인지무선 사용자 노드 중 적어도 하나를 대표 센싱노드로 결정하는 단계;

상기 대표 센싱노드에서, 센싱구간에, 주 사용자 노드가 이용하는 채널을 센싱하는 단계;

상기 대표 센싱노드에서, 상기 센싱구간의 종료 시, 상기 센싱된 결과인 채널상태정보를 포함하는 공유 메시지를, 상기 복수의 인지무선 사용자 노드로 제공하는 단계; 및

상기 대표 센싱노드에서, 상기 센싱구간, 대표 결정시점, 또는 광고 홉 거리 중 적어도 하나를 포함하는 광고 메시지를, 광고 홉 거리 내에 포함된 상기 복수의 인지무선 사용자 노드로 제공하는 단계

를 포함하고,

상기 공유 메시지를, 상기 복수의 인지무선 사용자 노드로 제공하는 단계는,

존 공유 홉 거리를 상기 광고 홉 거리보다 크게 설정하여, 상기 공유 메시지에 상기 설정된 존 공유 홉 거리를 포함시켜 제공하는 단계

를 포함하는 분산적 센싱 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 대표 센싱노드로 결정하는 단계는,

제1 센싱 라운드 동안 상기 복수의 인지무선 사용자 노드 중 어느 하나가 광고 홉 거리 내에 포함된 센싱노드의 개수, 현재시점까지 대표 센싱노드를 수행한 센싱노드의 개수에 기초하여 제1 대표 센싱노드로 결정하는 단계; 및

제2 센싱 라운드 동안 상기 제1 대표 센싱노드를 제외한 나머지 복수의 인지무선 사용자 노드 중 어느 하나가 상기 광고 홉 거리 내에 포함된 센싱노드의 개수, 현재시점까지 대표 센싱노드를 수행한 센싱노드의 개수에 기초하여 제2 대표 센싱노드로 결정하는 단계

를 포함하는 분산적 센싱 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

임의의 인지무선 사용자 노드의 광고 홉 거리는,

임의의 주 송신 사용자 노드의 해석 가능 전송거리인 주 사용자 노드 전송거리, 임의의 주 송신 사용자 노드의 검출 가능 거리인 주 사용자 노드 검출거리, 인지무선 사용자 노드의 한 홉 전송거리, 또는 인지무선 사용자 노드의 간섭 거리 중 적어도 하나를 이용하여 결정하는, 분산적 센싱 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1 인지무선 사용자 노드에서, 대표 센싱노드로부터 채널상태정보 및 존 공유 홉 거리를 포함하는 공유 메시지를 수신하는 단계;

상기 제1 인지무선 사용자 노드에서, 상기 채널상태정보에 기초하여 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단하는 단계; 및

상기 제1 인지무선 사용자 노드에서, 상기 존 공유 홉 거리 내에 위치한 제2 인지무선 사용자 노드로 상기 공유

메시지를 전달하는 단계

를 포함하는 분산적 센싱 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 인지무선 사용자 노드와 상기 대표 센싱노드와의 거리가 간섭 홉 거리 이내인 경우, 상기 제1 인지무선 사용자 노드에서, 주 사용자 노드가 이용하는 채널을 센싱하는 것과 연관된 센싱구간을, 묵음구간으로 설정하는 단계; 또는

상기 제1 인지무선 사용자 노드와 상기 대표 센싱노드와의 거리가 간섭 홉 거리를 초과하는 경우, 상기 제1 인지무선 사용자 노드에서, 상기 센싱구간과 무관하게 데이터 전송 채널을 데이터 통신에 이용하는 단계

를 더 포함하는, 분산적 센싱 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

서로 다른 대표 센싱노드로부터 상이한 채널상태정보를 수신한 경우, 상기 제1 인지무선 사용자 노드에서, OR 규칙을 이용하여 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단하는 단계;

상기 OR 규칙을 적용하여 상기 주 사용자 노드의 출현이 판단된 경우, 상기 제1 인지무선 사용자 노드에서, 상기 주 사용자 노드가 출현하지 않았다고 공유 메시지를 전송한 대표 센싱노드에게 정정메시지를 전송하는 단계; 및

상기 정정메시지를 수신한 대표 센싱노드가 정정된 채널상태정보를 포함한 정정메시지를 존 공유 홉 거리 내에 위치한 제2 인지무선 사용자 노드에게 재차 전송하는 단계

를 더 포함하는 분산적 센싱 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 일실시예는 인지무선 사용자 노드가 일정구간씩 분담하여 채널 센싱하고, 센싱한 결과를 인지무선 사용자 노드간에 서로 공유하도록 하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 인지무선 시스템은 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위한 시스템 중 하나이다. 이러한, 인지 무선 시스템에서 인지무선 사용자 노드는 기존의 주 사용자 노드들의 통신에 간섭을 주지 않는 한도 내에서 상기 주 사용자 노드들에게 고정적으로 할당되어있는 주파수 대역을 자신들의 통신을 위해 사용한다.

[0003] 따라서, 상기 인지 무선 시스템은 현재 사용되지 않는 주파수 대역을 재활용할 수 있는 장점이 있으나, 전제 조건으로 기존의 주 사용자 노드들의 통신에 간섭을 주지 않는 한도 내에서라는 조건이 있으므로, 상기 인지 무선 시스템은 특정 주파수 대역을 통신 채널로 사용하는 중에도, 항상 주 사용자 노드의 출현을 감시하고, 상기 주 사용자 노드가 상기 특정 주파수 대역을 사용하고자 하면, 즉각적으로 해당 주파수 대역에서의 통신을 중단해야 한다.

[0004] 따라서, 상기 인지 무선 시스템은 주 사용자 노드의 출현을 감시하기 위하여 정기적으로 일정 시간동안 센싱을 해야 하는데, 상기 센싱은 사용 중인 서비스에 대한 통신 단절 및 사용 가능한 처리량의 감소를 야기함은 물론, 반복적 센싱 동작으로 인한 빠른 전력소모를 초래할 수 있다.

[0005] 또한, 임의의 인지무선 사용자 노드가 센싱을 수행하는 경우, 현재 센싱되고 있는 채널을 이용하는 인접한 인지무선 사용자의 통신은, 상기 센싱을 수행하는 인지무선 사용자 노드에게 간섭을 주게 되어 잘못된 주 사용자 노드 검출(false-alarm)의 문제를 초래할 수 있다.

[0006] 따라서, 상기 정기적 센싱을 감소시키면서, 동시에 적절한 묵음구간을 설정할 수 있도록 하는 방안이 필요한 실

정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일실시예는 네트워크에 존재하는 임의의 인지무선 사용자 노드가 일정시간 동안 대표 센싱노드로 결정되어 주 사용자 노드의 채널을 센싱하고, 센싱된 결과를 다른 인지무선 사용자 노드에게 전달함으로써, 센싱 결과를 다른 인지무선 사용자 노드들과 공유할 수 있도록 하는 분산적 센싱 방법을 제공한다.

[0008] 본 발명의 일실시예들은 대표 센싱노드로부터 수신된 채널상태정보에 기초하여 주 사용자 노드가 사용중인 채널을 판단하고, 판단결과를 다른 인지무선 사용자 노드에게 전달하는 분산적 센싱 방법을 제공한다.

[0009] 본 발명의 일실시예들은 인지무선 사용자 노드들이 대표 센싱노드가 센싱하는 센싱구간을 묵음구간으로 설정하여, 대표 센싱노드의 센싱에 간섭을 일으키지 않거나, 상기 대표 센싱노드와의 거리가 간섭 가능 홉 거리를 초과하는 경우, 상기 센싱구간과 무관하게 데이터 전송 채널을 데이터 통신에 이용할 수 있는 분산적 센싱 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일실시예에 따른 분산적 센싱 방법은 복수의 인지무선 사용자 노드 중 적어도 하나를 대표 센싱노드로 결정하는 단계, 상기 대표 센싱노드에서 센싱구간동안 주 사용자 노드가 이용하는 채널을 센싱하는 단계, 및 상기 대표 센싱노드에서 상기 센싱구간의 종료 시, 상기 센싱된 결과인 채널상태정보를 포함하는 공유 메시지를 상기 복수의 인지무선 사용자 노드에게 제공하는 단계를 포함한다.

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 분산적 센싱 방법은 대표 센싱노드로부터 채널상태정보 및 공유 홉 거리를 포함하는 공유 메시지를 수신하는 단계, 상기 채널상태정보에 기초하여 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단하는 단계, 및 상기 공유 홉 거리 내에 위치한 인지무선 사용자 노드로 상기 공유 메시지를 전달하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 일실시예에 따르면, 일정 시간 동안 복수의 인지무선 사용자 노드 중 어느 하나가 대표 센싱노드가 되어 주 사용자 노드의 채널을 센싱하고, 센싱된 결과를 다른 복수의 인지무선 사용자 노드로 전달함으로써, 각각의 인지무선 사용자 노드들의 센싱 오버헤드를 감소시켜 한정된 전력자원을 최대한 보존할 수 있으며, 동시에 각 인지무선 사용자 노드들의 처리량을 증가시킬 수 있다.

[0013] 본 발명의 일실시예에 따르면, 임의의 인지무선 사용자 노드는 대표 센싱노드로부터 수신한 채널상태정보에 기초하여 특정 채널에서의 주 사용자 노드 출현 여부를 판단할 수 있으며, 복수의 대표 센싱노드로부터 채널상태정보를 수신하는 인지무선 사용자 노드에 의해 주 사용자 노드의 보호를 위한 센싱 정확도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명이 해결하고자 하는 에드 혹 네트워크에서의 센싱 동작의 문제점을 예를 들어 도시한 도면이다.

도 2는 두 개의 인지무선 사용자 노드들이 분산적 센싱을 수행하는 일례를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 분산적 센싱 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

도 4는 인지무선 사용자 노드간의 공유 홉 거리를 산출하는 방법을 도시한 도면이다.

도 5는 인지무선 사용자 노드간의 이상적인 거리를 선정하여 효율적으로 센싱 오버헤드를 감소시키는 일례를 도시한 도면이다.

도 6은 하나의 대표 센싱노드로부터 공유 메시지를 수신한 인지무선 사용자 노드의 채널 이용 여부를 도시한 도면이다.

도 7은 서로 상이한 대표 센싱노드로부터 공유 메시지를 수신한 인지무선 사용자 노드의 채널 이용 여부를 도시한 도면이다.

도 8은 서로 상이한 대표 센싱노드에서 상이한 센싱 결과를 인지무선 사용자 노드로 전달하는 일례를 도시한 도

면이다.

도 9는 복수의 대표 센싱노드가 주 사용자 노드의 출현 여부를 상이하게 판단하는 일례를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 분산적 센싱 방법의 순서를 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0016] 임의의 인지무선 사용자 노드의 센싱 결과는 일정거리 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드들에 의해 공유 가능한 것으로 간주한다. 이는 곧, 임의의 인지무선 사용자 노드의 센싱 결과는 일정거리 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드의 센싱 결과와 유사함을 의미하며, 상기 인지무선 사용자 노드의 센싱 결과가 상기 일정거리 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드들 중 일부와 유사하지 않다 하더라도, 상기 센싱을 수행한 인지무선 사용자 노드의 센싱 결과를 공유한 인지무선 사용자 노드들의 통신은 주 사용자 노드에게 간섭을 주지 않음을 의미한다.

[0017] 이하에서는, 임의의 인지무선 사용자 노드의 센싱 결과가 인접한 인지무선 사용자 노드에 의해 공유 가능한 거리를 '공유 거리'로 표현하며, 특히 에드 혹 네트워크 환경에서는 라우팅 동작을 포함한 여러 네트워킹 기법들이 홉 거리를 기반으로 동작함을 염두하여, 상기 공유 거리를 홉 거리로 환산한 '공유 홉 거리'를 사용한다.

[0018] 또한, 임의의 인지무선 사용자 노드가 센싱을 수행하는 동안, 해당 인지무선 사용자 노드로부터 일정거리 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드가 현재 센싱 중인 채널에서 통신을 시도한다면, 현재 센싱을 수행중인 인지무선 사용자 노드의 센싱 결과에 간섭을 줄 수 있다. 이 경우, 센싱을 수행하는 인지무선 사용자 노드는 해당 채널에서 주 사용자 노드의 출현 여부를 검출하는데 있어서 잘못된 센싱 결과를 도출할 우려가 있다. 따라서, 이처럼 인접한 인지무선 사용자 노드의 센싱에 간섭을 미칠 수 있는 거리를 '간섭 거리'로 표현하며, 상기 공유 홉 거리의 개념과 동일하게 이를 홉 거리로 환산한 '간섭 홉 거리'를 사용한다.

[0019] 일반적으로 주 사용자 노드의 전송 전력은 인지무선 사용자 노드의 전송 전력보다 매우 크기 때문에, 상기 공유 홉 거리는 수 홉에 달할 수 있다. 이는 곧, 수 홉 거리에 위치한 임의의 인지무선 사용자 노드들은 상호간에 센싱 결과를 공유할 수 있음을 의미한다.

[0020] 본 발명에서 사용하는 '인지무선 사용자 노드'는 인지무선 기술 기반의 에드 혹 네트워크에서 사용되는 모든 장치를 통칭하는 개념이다.

[0021] 도 1은 본 발명이 해결하고자 하는 에드 혹 네트워크에서의 센싱 동작의 문제점을 예를 들어 도시한 도면이다.

[0022] 도 1을 참고하면, 인지무선 사용자 노드 1(110)과 인지무선 사용자 노드 2(120)는 상호간에 공유 홉 거리 및 간섭 홉 거리 이내에 위치한 것으로 간주한다. 각각의 인지무선 사용자 노드는 설정된 센싱구간 t_s(130)과 센싱주기 T_s(140)에 따라, 정기적으로 주 사용자 노드가 동작 가능한 채널들을 센싱하게 된다. 인지무선 사용자 노드 1(110)과 인지무선 사용자 노드 2(120)는 상대방의 센싱구간 동안은 묵음구간 t_{QP}(150)를 유지함으로써, 간섭을 주지 않도록 설정되어야 한다.

[0023] 인지무선 사용자 노드 1(110)과 인지무선 사용자 노드 2(120)는 공유 홉 거리 이내에 위치하는 상태로 상호간에 센싱 결과를 공유할 수 있음에도 불구하고, 각기 독립적으로 정기적인 센싱 동작을 수행하고 있다. 그러나, 이처럼 모든 인지무선 사용자 노드들이 독립적으로 정기적인 센싱을 수행하는 경우, 과도한 센싱 오버헤드를 피할 수 없게 되며, 다음과 같은 이유들로 인해 통신 기회의 감소 현상을 유발하게 된다.

[0024] 임의의 인지무선 사용자 노드는 자신의 센싱구간 동안 통신을 동시에 수행할 수 없기 때문에, 이 같은 정기적인 센싱 동작의 반복은 시간 측면에서 통신 기회를 감소시킬 수 있다.

[0025] 또한, 인지무선 사용자 노드는 간섭 홉 거리 이내에 위치한 임의의 인지무선 사용자 노드의 센싱구간 동안 묵음구간을 유지해야 하므로, 묵음구간 동안 센싱되고 있는 채널을 이용할 수 없게 되어, 역시 시간 측면에서 통신 기회를 감소시킬 수 있다.

[0026] 더욱이, 에드 혹 네트워크에서는 기지국과 같은 중앙의 조정장치가 존재하지 않으므로, 인지무선 사용자 노드 1(110)과 인지무선 사용자 노드 2(120) 각각은 상대방의 센싱구간에 대한 정보를 사전에 인지할 수 없다. 상대방의 센싱구간에 대한 정보의 사전 인지를 위해서는, 센싱을 수행하려는 인지무선 사용자 노드가 자신의 센싱구

간을 알림으로써, 해당 구간동안 간섭 홉 거리 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드들이 묵음구간을 유지할 수 있도록 하는 과정이 요구된다.

[0027] 또한, 주 사용자 노드 출현 시 검출 정확도를 향상시키기 위한 상호간의 센싱 결과 공유 과정은, 과도하게 많은 인지무선 사용자 노드가 센싱을 수행하는 경우, 실제로는 주 사용자 노드가 존재하지 않는데도 주 사용자 노드가 출현한 것으로 잘못 판단(false-alarm)하는 확률을 역시 증가시키기 때문에, 네트워크 전체적으로 통신 기회를 과도하게 감소시키는 요인이 될 수 있다.

[0028] 도 2는 두 개의 인지무선 사용자 노드들에 의해 분산적 센싱을 수행하는 일례를 도시한 도면이다.

[0029] 도 2를 참고하면, 인지무선 사용자 노드 1(210)과 인지무선 사용자 노드 2(220)는 공유 홉 거리 및 간섭 홉 거리 이내에 위치하는 것으로 간주한다. 임의의 '센싱 라운드'로 정의된 일정구간동안 자신이 대표로 센싱을 수행할 것을 결정한 인지무선 사용자 노드는 광고메시지(260)를 전송하여, 자신이 대표 센싱노드임을 인접 인지무선 사용자 노드들에게 알린다. 인지무선 사용자 노드 1(210)과 인지무선 사용자 노드 2(220)는 센싱 라운드(230)로 정의된 일정구간동안 번갈아가며 대표 센싱노드로서 센싱을 수행하고, 매 센싱구간의 종료시마다 센싱 결과를 인접 인지무선 사용자 노드에게 전파(270)하여, 인접 인지무선 사용자 노드에서 센싱 결과를 공유하도록 한다.

[0030] 상기 이상적인 분산적 센싱은 그러한 동작에 참여하는 인지무선 사용자 노드의 개수가 증가할수록(즉, 보다 많은 인지무선 사용자 노드들이 단일의 대표 센싱노드의 센싱 결과를 공유할수록), 센싱 오버헤드를 감소시킬 수 있는 장점이 있다. 또한, 대표 센싱노드로부터 광고 메시지(260)를 수신한 인접 인지무선 사용자 노드는 자신의 묵음구간(250)을 해당 대표 센싱노드의 센싱구간(240)과 동일하게 설정함으로써, 대표 센싱노드가 센싱을 수행하는 동안 간섭을 주지 않을 수 있게 된다.

[0031] 그러나, 에드 혹 네트워크 환경에서 임의의 두 인지무선 사용자 노드는 상호간에 수 홉 거리만큼 떨어진 곳에 위치해 있을 수 있다. 또한, 기지국과 같이 중앙에서 각각의 센싱구간 및 묵음구간을 할당해주는 장치가 존재하지 않기 때문에, 상기의 이상적인 분산적 센싱을 실현하는 것은 거의 불가능하다.

[0032] 따라서, 본 발명에서는 각각의 인지무선 사용자 노드가 분산적으로 스스로를 대표 센싱노드로 결정하고, 적절한 시간에 광고 메시지를 전송함으로써 이를 인접 인지무선 사용자 노드들에게 전파하고, 센싱구간의 종료시 마다 인지무선 사용자 노드에게 공유 메시지를 전송함으로써 센싱결과를 인접 인지무선 사용자 노드들이 공유하도록 하는 영역기반의 분산적 센싱 동작 방법을 설명한다.

[0033] 상기 이상적인 분산적 센싱의 경우, 여러 인지무선 사용자 노드들이 단일의 인지무선 사용자 노드로부터의 센싱 결과를 토대로 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단하기 때문에, 단일의 인지무선 사용자 노드가 잘못된 센싱 결과를 도출하는 경우, 주 사용자 노드를 적절히 보호하지 못하는 문제가 발생할 수 있다.

[0034] 그러나, 본 발명의 일실시예에 따른 분산적 센싱 방법에서는, 각각의 인지무선 사용자 노드들이 최대한 분산적으로 센싱 동작을 수행하도록 함과 동시에, 각각의 대표 센싱노드의 공유 메시지를 수신하는 인지무선 사용자 노드들 중에 반드시 둘 이상의 대표 센싱노드들로부터 복수 개의 공유 메시지를 수신하는 인지무선 사용자 노드가 존재하도록 하여, 센싱 정확도를 높이도록 한다.

[0035] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 분산적 센싱 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

[0036] 도 3을 참조하면, 분산적 센싱 장치(300)는 대표 센싱노드 결정부(310), 대표 센싱노드 광고부(320), 묵음구간 결정부(330), 센싱 결과 전송부(340), 채널 상태 결정부(350) 및 센싱 결과 정정부(360)를 포함할 수 있다.

[0037] 대표 센싱노드 결정부(310)는 임의의 인지무선 사용자 노드가 자신의 광고 홉 거리 내에 존재하는 센싱노드들의 개수를 기반으로 자신이 대표 센싱노드가 될지를 확률적으로 산출한다. 이때, 광고 홉 거리란 공유 홉 거리와 동일한 값을 의미한다.

[0038] 대표 센싱노드 광고부(320)는 상기 광고 홉 거리에 포함된 복수의 인지무선 사용자 노드에게 자신이 대표 센싱노드임을 알리는 광고 메시지를 전송한다.

[0039] 묵음구간 결정부(330)는 상기 대표 센싱노드의 광고메시지를 수신한 인지무선 사용자 노드가, 상기 대표 센싱노드로부터 간섭 홉 거리 이내인 경우, 상기 대표 센싱노드의 센싱구간 동안 자신은 묵음구간을 유지하도록 결정한다.

[0040] 센싱 결과 전송부(340)는 상기 대표 센싱노드가 자신의 센싱구간이 종료될때마다, 존 공유 홉 거리에 포함되는

복수의 센싱노드들에게 센싱 결과인 채널상태정보를 포함하는 공유 메시지를 전달한다. 이때, 존 공유 홉 거리란 상기 공유 홉 거리 (즉, 광고 홉 거리)에 1을 더한 값을 의미한다.

[0041] 채널 상태 결정부(350)는 임의의 인지무선 사용자 노드가 상기 공유 메시지에 포함된 채널상태정보에 기초하여 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단한다.

[0042] 채널 상태 정정부(360)는 임의의 인지무선 사용자 노드가 둘 이상의 상이한 채널상태정보를 수신한 경우, 필요시 채널상태정보를 정정하고, 정정된 채널상태정보를 포함하는 정정메시지를 상기 대표 센싱노드의 일부에게 전달한다.

[0043] 이하에서는 상기 광고 홉 거리 및 상기 존 공유 홉 거리를 결정하는 공유 홉 거리의 산출 방법에 대하여 설명한다.

[0044] 상기 광고 홉 거리는, 임의의 인지무선 사용자 노드가 대표 센싱노드의 센싱 결과를 공유할 수 있는 공유 거리를 이용하여 결정된다. 도 4는 공유 거리 및 광고 홉 거리의 결정 방법을 도시한 도이다.

[0045] 임의의 주 송신 사용자 노드(400)가 송신하는 신호는 거리 R_{PT} 만큼 떨어진 임의의 주 수신 사용자(410)까지 해석 가능(decodable)하게 도달한다. 이때 R_{PT}를 '주 사용자 노드 전송거리(430)'라 한다. 또한, 임의의 주 송신 사용자 노드(400)가 송신하는 신호는 거리 R_{DET} 만큼 떨어진 임의의 인지무선 사용자 노드 1(420)에 의해 검출될 수 있다. 이때 R_{DET}를 '주 사용자 노드 검출거리(440)'라 한다.

[0046] 즉, 임의의 주 사용자 노드로부터 주 사용자 노드 검출거리 R_{DET} 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드는 해당 주 사용자 노드가 신호를 송신하는 경우, 센싱 동작을 통해 현재 주 사용자 노드의 존재 여부를 인지할 수 있다. 상기 주 사용자 노드 전송거리(430)와 주 사용자 노드 검출거리(440)는 상기 주 송신 사용자 노드(400)의 전송 전력 정보, 상기 주 수신 사용자(410)가 상기 주 송신 사용자 노드(400)의 전송 신호를 해석(decode)할 수 있도록 하는 최소 요구 수신 전력 혹은 신호 대 잡음비 정보, 상기 인지무선 사용자 노드(420)가 상기 주 송신 사용자 노드(400)의 전송 신호를 검출(detect)할 수 있도록 하는 최소 요구 수신 전력 혹은 신호 대 잡음비 정보, 그리고 상기 주 송신 사용자 노드(400)와 상기 주 수신 사용자(410) 및 인지무선 사용자 노드(420) 간의 경로 손실 모델 정보를 이용하여 산출할 수 있는 것으로 간주한다.

[0047] 도 4를 참고하면, 주 송신 사용자 노드(400)가 특정 채널에서 신호를 송신하고 있으며, 인지무선 사용자 노드 2(450)가 현재 대표 센싱노드인 상황으로 간주한다. 인지무선 사용자 노드 2(450)는 주사용자 검출거리(440)의 밖에 위치하고 있으므로, 주 송신 사용자 노드(400)의 전송 신호를 검출할 수 없다. 따라서 인지무선 사용자 노드 2(450)는 센싱 동작을 통해 주 송신 사용자 노드가 존재하지 않는 것으로 판단하게 되고, 이를 센싱 결과 메시지로서 인접한 인지무선 사용자 노드들에게 전파하게 된다.

[0048] 이때, 상기 센싱 결과 메시지가 전파되는 거리를 공유 거리 'z^*'(460)라 한다. 공유 거리(460)의 가장자리에 위치한 인지무선 사용자 노드(480)는 인지무선 사용자 노드 2(450)로부터의 상기 센싱 결과를 수신하여, 현재 특정 채널에서 주 사용자 노드가 존재하지 않는 상황으로 인지하고 해당 채널에서 통신을 시도할 수 있다. 그러나 상기 인지무선 사용자 노드(480)와 같은 인지무선 사용자 노드들은 주 수신 사용자(410)에게 간섭을 주지 않아야 한다. 따라서, 공유 거리 'z^*'는 상기 인지무선 사용자 노드(480)와 같은 인지무선 사용자 노드들이 존재한다 하더라도 그러한 인지무선 사용자 노드들의 통신이 주 수신 사용자(410)에게 간섭을 주지 않는 거리로 설정되어야 한다.

[0049] 임의의 인지무선 사용자 노드의 송신이 간섭을 줄 수 있는 거리를 인지무선 사용자 노드 간섭 거리 'R_{SI}'(470)라 하면, 상기 인지무선 사용자 노드 2(450)로부터 센싱 결과를 수신한 공유 거리 'z^*'(460) 상의 인지무선 사용자 노드(480)의 송신이 상기 주 수신 사용자(410)에게 간섭을 주지 않기 위해서는, 공유 거리 'z^*'가 다음의 수학식 1을 만족하도록 설정되어야 한다.

수학식 1

[0050] $$z^* \le R_{DET} - R_{PT} - R_{SI}$$

[0051] 인지무선 사용자 노드의 한 홉 전송거리(490)를 'R_{ST}'라 하면, 상기 공유 거리 'z^*'를 이용한 최대 공유 홉 거리(즉, 광고 홉 거리) 'z'(491)는 수학식 2와 같이 구할 수 있다.

수학식 2

[0052] $$z = \left\lfloor \frac{z^*}{R_{ST}} \right\rfloor$$

[0053] 이하에서는 대표 센싱노드의 결정 및 광고 메시지 전송 동작에 대하여 설명한다.

[0054] 임의의 인지무선 사용자 노드는 대표 센싱노드를 결정하는 대표 결정시점이 되면, 자신의 광고 홉 거리 내에 포함된 센싱노드의 개수와, 현재까지 대표 센싱노드를 수행한 센싱노드의 개수를 이용하여, 자신이 이번 센싱 라운드 동안 대표 센싱노드가 될지 여부를 확률적으로 결정한다.

[0055] 임의의 인지무선 사용자 노드의 광고 홉 거리 내에 포함된 인지무선 사용자 노드의 개수 N_z 는, 상기 인지무선 사용자 노드의 한 홉 이웃한 인지무선 사용자 노드의 개수에 기초하여 추정된 값을 의미한다.

[0056] 에드 혹 네트워크에서 동작하는 인지무선 사용자 노드가 일반적으로 한 홉 이웃에 위치한 인지무선 사용자 노드에 관한 정보를 알고 있음을 이용하면, 임의의 인지무선 사용자 노드로부터 한 홉 이웃한 인지무선 사용자 노드의 개수를 'K'라 할 때, 상기 광고 홉 거리 내에 포함된 인지무선 사용자 노드의 개수 'N_z'는 수학식 3과 같이 구할 수 있다.

수학식 3

[0057] $$\begin{cases} N_z^* = z^2 K, & \because \pi d_{\max}^{\ 2} : K = \pi (z d_{\max})^2 : N_z^* \\ N_z = N_z^* + 1 = z^2 K + 1 \end{cases}$$

[0058] N_z^*는 광고 홉 거리(z) 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드의 개수이며, N_z은 광고 홉 거리로 둘러싸인 영역에 자신을 포함시킨 값을 의미한다.

[0059] 대표 결정시점에서 임의의 인지무선 사용자 노드가 이번 센싱 라운드 동안 대표 센싱노드가 될지 여부에 대한 확률 PRSN은 수학식 4를 이용하여 결정된다.

수학식 4

[0060] $$P_{RSN} = \begin{cases} 0, & \text{if the SU has been an RSN in the last } (r \bmod N_z) \text{ SRs} \\ \dfrac{1}{N_z - (r \bmod N_z)}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0061] r 은 현재까지 대표 센싱노드로서의 역할을 수행한 인지무선 사용자 노드의 개수이다.

[0062] 상기 수학식 4를 통해, 대표 결정시점에서 자신을 대표 센싱노드로 결정한 인지무선 사용자 노드는 CSMA(Carrier Sense Multiple Access) 방식으로 백오프(backoff)를 수행 후, 다음의 대표 센싱노드의 대표 결정시점까지 자신이 대표 센싱노드로서의 역할을 수행할 것을 알리는 광고 메시지를 상기 광고 홉 거리에 포함된 복수의 인지무선 사용자 노드로 전달한다. 이때, '광고 메시지'에는 상기 광고 메시지가 전달되어야 할 광고 홉 거리 정보(e.g., 잔여 홉 거리; 최초의 광고 메시지 내 잔여 홉 거리 = z - 1)와 다음의 대표 센싱노드의 대표 결정시점(e.g., 시간)이 포함될 수 있다. 다음의 대표 센싱노드의 대표 결정시점은 바로 전 대표 센싱노드의 대표 결정시점으로부터 한 번의 센싱 라운드만큼의 시간을 더한 시점으로 설정될 수 있다.

[0063] 또한, 한 번의 센싱 라운드에 해당하는 시간은 단일의 센싱 라운드가 몇 번의 센싱구간을 포함하는가에 따라 사전에 정의될 수 있는 것으로 간주한다. 단일의 센싱 라운드 내에서의 센싱주기는 주 사용자 노드의 보호를 위해 요구되는 최대 간섭 허용 시간을 넘지 않는 범위로 설정될 수 있다. 만일, 자신을 대표 센싱노드로 결정한 인지무선 사용자 노드가 광고 메시지를 전송하기 전에, 다른 대표 센싱노드로부터 광고 메시지를 수신한다면, 상기 인지무선 사용자 노드는 자신의 광고 메시지 전송을 포기하고, 대표 센싱노드가 되지 않는다.

[0064] 광고 메시지를 수신한 임의의 인지무선 사용자 노드는 상기 광고 메시지를 전송한 대표 센싱노드로부터 광고 홉 거리에 포함된 모든 인지무선 사용자 노드로 상기 광고 메시지를 전달한다. 예컨대, 인지무선 사용자 노드는 수신된 상기 광고 메시지에 포함된 잔여 홉 거리를 1만큼 차감하고 광고 메시지를 전송하며, 상기 잔여 홉 거리가 0인 광고 메시지를 수신한 경우, 해당 광고 메시지를 재 전송하지 않는다.

[0065] 또한, 광고 메시지를 수신한 임의의 인지무선 사용자 노드는 현재 자신이 유지하고 있는 대표 센싱노드의 대표 결정시점과 상기 광고 메시지에 포함된 대표 센싱노드의 대표 결정시점을 비교하여, 보다 큰 값을 자신의 대표 센싱노드의 대표 결정시점으로 갱신할 수 있다.

[0066] 만일 임의의 인지무선 사용자 노드가, 일정 시간이 지나도록 광고 메시지를 수신하지 못한다면, 해당 인지무선 사용자 노드는 강제적으로 스스로를 대표 센싱노드로 결정하고, CAMA 방식으로 백오프를 수행 후, 광고 메시지를 다른 인지무선 사용자 노드로 전송할 수 있다.

[0067] 이하에서는, 각 인지무선 사용자 노드에서 묵음구간을 결정하는 일례를 설명한다.

[0068] 광고 메시지를 수신한 임의의 인지무선 사용자 노드는 광고 메시지를 전송한 대표 센싱노드와의 거리가 간섭 홉 거리 이내인 경우, 상기 대표 센싱노드가 센싱을 수행하는 센싱구간을 묵음구간으로 설정한다.

[0069] 그러나, 광고 메시지를 수신한 임의의 인지무선 사용자 노드가 상기 광고 메시지를 전송한 대표 센싱노드와의 거리가 간섭 홉 거리를 초과하는 경우, 상기 대표 센싱노드가 센싱을 수행하는 센싱구간 동안에도 현재 센싱되는 채널을 데이터 통신 채널로 이용할 수 있다.

[0070] 이하에서는 센싱 결과를 포함하는 공유메시지를 전송하는 일례를 설명한다.

[0071] 대표 센싱노드로서 센싱을 수행한 인지무선 사용자 노드는, 매번 센싱구간을 종료할 때 마다, 자신이 센싱한 채널들에 대한 센싱 결과 즉, 주 사용자 노드의 출현 여부에 관한 정보를 알리는 공유 메시지를 존 공유 홉 거리에 포함된 다른 인지무선 사용자 노드에게 전달한다. 이때, 공유 메시지는 상기 광고 메시지에서와 동일하게 존 공유 홉 거리 정보를 포함하며, 추가로 채널상태정보(센싱 결과)를 포함할 수 있다.

[0072] 상기 공유 메시지를 수신한 임의의 인지무선 사용자 노드는 상기 공유 메시지를 전송한 대표 센싱노드로부터 존 공유 홉 거리 이내에 포함된 다른 인지무선 사용자 노드로 상기 공유 메시지를 전달한다.

[0073] 이하에서는 광고 메시지의 전송 홉 거리, 즉 광고 홉 거리, 및 공유 메시지의 전송 홉 거리, 즉 존 공유 홉 거리에 대하여 설명한다.

[0074] '존 공유 홉 거리', 임의의 인지무선 사용자 노드가 직접 대표 센싱노드로서 센싱을 수행하지 않았다 하더라도, 임의의 대표 센싱노드로부터 공유 메시지를 수신하여 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단할 수 있는 거리이다.

[0075] '존 공유 홉 거리'는 상기 광고 홉 거리보다 1만큼 크게 설정된다. 이는 임의의 대표 센싱노드의 존 공유 홉 거리 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드들 가운데, 상이한 대표 센싱 노드들로부터 복수의 공유 메시지를 수신하는 인지무선 사용자 노드가 반드시 존재하도록 하기 위한 것이다.

[0076] 본 발명의 분산적 센싱 방법에 의하면, 모든 인지무선 사용자 노드는 언제나 자신이 대표 센싱노드거나, 혹은 임의의 대표 센싱노드로부터 광고 홉 거리 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드가 되어야 한다. 따라서, 가장 효율적으로 센싱 오버헤드를 감소시키는 상황은, 대표 센싱노드를 제외한 모든 인지무선 사용자 노드들이 각각

하나의 대표 센싱노드로부터의 광고 메시지를 수신한 경우라 할 수 있다.

[0077] 도 5는 인지무선 사용자 노드간의 이상적인 거리를 선정하여 효율적으로 센싱 오버헤드를 감소시키는 일례를 도시한 도면이다.

[0078] 도 5에서는 존 공유 홉 거리를 '3', 광고 홉 거리를 '2'로 가정한 상황에서의 일례이다. 모든 인지무선 사용자 노드들은 대표 센싱노드이거나 꼭 하나의 광고 메시지를 수신한 인지무선 사용자 노드다. 이 경우, 광고 홉 거리와 존 공유 홉 거리가 동일하다면, 모든 인지무선 사용자 노드들은 각각 하나의 공유 메시지 내에 포함된 채널상태정보만을 가지고 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단하게 된다. 즉, 대표 센싱노드의 경우, 자신이 직접 센싱한 결과를 토대로 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단하며, 이를 공유한 인지무선 사용자 노드는 상기 대표 센싱노드와 동일한 판단을 내릴 수 밖에 없다.

[0079] 그러나, 임의의 대표 센싱노드(510, 520)의 센싱 결과는 주 사용자 노드의 출현 여부를 완벽하게 검출하지 못할 여지가 존재한다. 이 경우, 여러 인지무선 사용자 노드로부터의 센싱 결과를 이용하여 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단할 수 있다면, 센싱의 정확도는 보다 향상될 수 있으며, 그에 따라 주 사용자 노드를 간섭으로부터 보다 적극적으로 보호할 수 있다.

[0080] 따라서, 본 발명에서는 존 공유 홉 거리를 광고 홉 거리보다 1만큼 크게 설정하여, 도 5와 같은 상황에서도 광고 홉 거리의 가장자리에 존재하는 인지무선 사용자 노드들(530, 540)의 경우, 최소 두 개의 공유 메시지를 수신할 수 있도록 한다.

[0081] 이하에서는 각 인지무선 사용자 노드에서 주 사용자 노드의 출현 여부를 결정하는 일례를 설명한다.

[0082] 임의의 대표 센싱노드로부터 공유 메시지를 수신한 인지무선 사용자 노드는 상기 공유 메시지에 포함된 각 채널들에 대한 채널상태정보(주 사용자 노드의 출현 여부)를 이용하여, 상기 주 사용자 노드가 출현하지 않은 채널들을 자신의 데이터 전송 채널로 이용할 수 있다.

[0083] 도 6은 하나의 대표 센싱노드로부터 공유 메시지를 수신한 인지무선 사용자 노드의 채널 이용 여부를 도시한 도면이다.

[0084] 도 6을 참조하면, 임의의 인지무선 사용자 노드는 대표 센싱노드로부터 간섭 홉 거리만큼 떨어져 있는 상황(610)에 있거나, 혹은 간섭 홉 거리 밖에 위치한 상황(620)에 있을 수 있다.

[0085] 간섭 홉 거리만큼 떨어져 있는 상황(610)에서, 대표 센싱노드(611)는 매 센싱구간이 종료될 때마다 공유 메시지(614, 615, 616)를 존 공유 홉 거리 이내에 위치한 인지무선 사용자 노드 (612)로 전파한다. 공유 메시지에는 센싱한 채널의 채널상태정보(주 사용자 노드가 출현한 경우: ON, 주 센싱노드가 출현하지 않은 경우: OFF)가 포함되어 있다.

[0086] 인지무선 사용자 노드(612)는 채널상태정보 OFF의 공유 메시지(614, 616)를 수신한 경우, 다음 공유 메시지가 도달할 때까지 해당 채널을 데이터 통신을 위한 채널로 사용할 수 있다. 반면, 채널상태정보 OFF의 공유 메시지(615)를 수신한 경우, 인지무선 사용자 노드(612)는 다음 공유 메시지가 도달할 때까지 해당 채널을 이용할 수 없다. 또한 인지무선 사용자 노드(612)는 대표 센싱노드(611)의 간섭 홉 거리 이내에 위치하고 있으므로, 대표 센싱노드(611)의 센싱구간동안은 묵음구간을 유지해야 하며, 그에 따라 대표 센싱노드가 채널을 센싱하는 동안에는 센싱되는 채널을 사용할 수 없다.

[0087] 반면, 대표 센싱노드(621)로부터 간섭 홉 거리 밖에 위치한 인지무선 사용자 노드(622)의 경우에는 대표 센싱노드(621)의 센싱구간과는 무관하게, 수신되는 공유 메시지(624, 625, 626)가 포함하는 ON, OFF 채널상태정보에 따라 해당 채널의 사용 가부를 판단할 수 있다. 공유 메시지가 포함한 채널상태정보 ON, OFF는 센싱 주기 T_s(613, 623)만큼 유지되어야 함에 유의해야 한다.

[0088] 에드 혹 네트워크의 특성 상, 둘 이상의 대표 센싱노드로부터 광고 메시지를 수신하였거나, 또는 둘 이상의 대표 센싱노드로부터 공유 메시지를 수신하는 인지무선 사용자 노드가 존재할 수 있다. 서로 다른 대표 센싱노드로부터의 공유메시지는 일시에 수신되지 않고, 각기 다른 시간에 수신될 수 있다. 따라서, 임의의 인지무선 사용자 노드는 일정기간 동안 수신된 모든 공유 메시지에 기초하여 각 채널들에 대한 상태를 결정할 수 있다. 이때, '일정기간'이라 함은 상기 도 5에서의 센싱주기 T_s의 시간(센싱주기는 주 사용자 노드 보호를 위한 최대 간섭 허용 시간을 기준으로 결정되었으므로)과 동일하다고 할 수 있다.

[0089] 도 7은 서로 상이한 대표 센싱노드로부터 공유 메시지를 수신한 인지무선 사용자 노드의 채널 이용 여부를 도시

한 도면이다.

[0090] 도 7을 참고하면, 인지무선 사용자 노드(702)는 대표 센싱노드 1(701)과 대표 센싱노드 2(703) 모두로부터 공유 메시지를 수신할 수 있다. 대표 센싱노드 1(701)과 대표 센싱노드 2(703)의 센싱주기는 T_s(704)로 동일하며, 인지무선 사용자 노드(702)는 대표 센싱노드 1(701)로부터 간섭 홉 거리 이내에 위치하고, 대표 센싱노드 2(703)로부터 간섭 홉 거리 밖에 위치하는 것으로 간주한다.

[0091] 이 경우, 각 공유 메시지의 수신시 인지무선 사용자 노드(702)가 결정하는 채널상태정보는 도 6의 상황에서와 대체로 동일하다. 그러나, 인지무선 사용자 노드(702)는 대표 센싱노드 1(701)로부터 채널상태정보 ON을 포함한 공유 메시지(707)을 수신한 시점부터, T_s 만큼의 시간이 경과할 때까지, 해당 채널에 대한 채널상태정보 OFF의 공유 메시지(708)를 수신하여도, 해당 채널을 사용가능한 것으로 판단하지 않는다. 즉, 공유 메시지(708)가 도달한 시점에서 인지무선 사용자 노드(702)는 이전 T_s의 시간동안 공유 메시지들을 보고(710), 이중 하나라도 ON의 채널상태정보를 포함하는 공유 메시지(707)가 있는 경우, 해당 채널을 여전히 사용 불가능 한 것으로 판단한다(즉, OR 규칙을 적용하여 채널상태정보를 판단한다).

[0092] 임의의 인지무선 사용자 노드가 복수의 대표 센싱노드들로부터 공유 메시지를 수신한 경우, 해당 인지무선 사용자 노드는 각각의 채널들에 대한 채널상태정보에 OR 규칙을 적용하여, 각 채널들에 대한 상태를 결정한다.

[0093] 도 8은 서로 상이한 대표 센싱노드에서 상이한 센싱 결과를 인지무선 사용자 노드로 전달하는 일례를 도시한 도면이다.

[0094] 도 8을 참조하면, 존 공유 홉 거리는 광고 홉 거리보다 크기 때문에, 공유 메시지를 수신하는 인지무선 사용자 노드들 중 일부(803, 804)는 복수의 공유 메시지를 수신한다. 대표 센싱노드 1(801)은 센싱 결과 주 사용자 노드가 출현한 것으로 판단할 수 있다. 이와 반대로, 대표 센싱노드 2(802)는 센싱 결과 주 사용자 노드가 출현하지 않은 것으로 판단할 수 있다. 인지무선 사용자 노드(803, 804)들은 각 대표 센싱노드(801, 802)로부터 각각 공유 메시지(810, 820)를 수신하고, OR 규칙에 의해 해당 채널에 현재 주 사용자 노드가 존재하는 것으로 판단할 수 있다. 이 경우, 인지무선 사용자 노드(803, 804)들은 센싱 결과 주 사용자 노드가 출현하지 않은 것으로 판단한 대표 센싱노드 2(802)에게 자신이 정정한 채널상태정보를 포함한 정정 메시지(805)를 전송한다.

[0095] 만일, 대표 센싱노드 2(802)가 정정 메시지(805)를 수신하였다면, 자신의 '존 공유 홉 거리에 포함된 다른 인지무선 사용자 노드들로 정정 메시지를 전송(806)하여, 이를 수신한 인지무선 사용자 노드들이 정정된 채널상태정보에 따라 해당 채널에서의 데이터 통신을 하지 않도록 한다. 상기 대표 센싱노드 2(802)에 의한 정정 메시지를 수신한 인지무선 사용자 노드들은, 이후 정정 메시지(805)와 같은 추가적인 정정 메시지를 발생시키지 않는다.

[0096] 이하에서는 정정 메시지의 발생에 의한 주 사용자 노드 보호 측면의 효과에 대하여 설명한다.

[0097] 도 9는 복수의 대표 센싱노드가 주 사용자 노드의 출현 여부를 상이하게 판단하는 일례를 도시한 도면이다.

[0098] 임의의 서로 다른 두 대표 센싱노드의 센싱 결과가 다르게 나타나는 상황은 두 가지의 경우가 있을 수 있다.

[0099] 하나는, 주 사용자 노드(913)의 전송 전력이 두 대표 센싱노드 모두(911, 912)에게 도달하지만, 이 중 일부 대표 센싱노드 1(912)가 잘못 검출(mis-detection)하는 경우(910)이고, 다른 하나는, 주 사용자 노드(924)의 전송 전력이 하나의 대표 센싱노드 1(921)에게는 도달하고, 다른 하나의 대표 센싱노드 2(922)에게는 도달하지 않는 경우(920)이다.

[0100] 일부 대표 센싱노드가 잘못된 센싱 결과를 전달하는 경우, 상기 도 8에서의 정정 메시지 전파 과정을 통해 정정될 수 있으며, 인지무선 사용자 노드들은 해당 채널에서 데이터 통신을 수행하지 않게 되어, 잠정적인 주 사용자 노드가 존재할 수 있는 영역(914)에 간섭을 주지 않을 수 있게 된다.

[0101] 반면, 일부 대표 센싱노드만이 주 사용자 노드의 전송 영역이내에 포함된 경우에도 상기 도 8에서의 정정 메시지 전파 과정을 통해 채널상태정보가 정정될 수 있는데, 이는 주 사용자 노드가 출현하지 않는 것으로 판단한 임의의 인지무선 사용자 노드들(922, 923)이 해당 채널에서 통신(925)을 수행할 경우, 인지무선 사용자 노드의 전송 전력이 잠정적으로 주 사용자 노드가 존재할 수 있는 공간(926)에까지 간섭을 줄 가능성이 있기 때문이다.

[0102] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 분산적 센싱 방법의 순서를 도시한 흐름도이다.

[0103] 단계 1010에서, 복수의 인지무선 사용자 노드들 중 적어도 하나가 대표 센싱노드로 결정된다. 이때, 복수의 인지무선 사용자 노드들은 하나의 센싱 라운드 동안 광고 홉 거리 내에 포함된 센싱노드의 개수, 현재시점까지 대

표 센싱노드를 수행한 센싱노드의 개수에 기초하여 대표 센싱노드가 될 수 있다.

[0104] 예컨대, 제1 센싱 라운드 동안 상기 복수의 인지무선 사용자 노드 중 어느 하나는 광고 홉 거리 내에 포함된 센싱노드의 개수, 현재시점까지 대표 센싱노드를 수행한 센싱노드의 개수에 기초하여 제1 대표 센싱노드로 결정하고, 제2 센싱 라운드 동안 상기 제1 대표 센싱노드를 제외한 나머지 복수의 인지무선 사용자 노드 중 어느 하나가 상기 광고 홉 거리 내에 포함된 센싱노드의 개수, 현재시점까지 대표 센싱노드를 수행한 센싱노드의 개수에 기초하여 제2 대표 센싱노드로 결정할 수 있는 것이다.

[0105] 상기 대표 센싱노드는 주 사용자 노드가 이용하는 채널을 센싱하는 센싱구간, 대표 결정시점, 공유 홉 거리를 포함하는 광고 메시지를 광고 홉 거리 내에 포함된 상기 복수의 인지무선 사용자 노드로 제공한다.

[0106] 단계 1020에서, 상기 (복수의) 인지무선 사용자 노드는 상기 광고 메시지를 수신한다.

[0107] 단계 1030에서, 상기 대표 센싱노드는 상기 센싱구간에 주 사용자 노드가 이용하는 채널을 센싱한다.

[0108] 단계 1040에서, 상기 센싱구간이 종료되면, 상기 대표 센싱노드는 상기 센싱된 결과인 채널상태정보를 포함하는 공유 메시지를 상기 인지무선 사용자 노드로 제공한다. 이때, 상기 대표 센싱노드는 존 공유 홉 거리를 상기 광고 홉 거리보다 크게 설정하여, 상기 공유 메시지에 상기 설정된 존 공유 홉 거리를 포함시켜 제공할 수 있다.

[0109] 단계 1050에서, 상기 인지무선 사용자 노드는 상기 대표 센싱노드로부터 채널상태정보 및 존 공유 홉 거리를 포함하는 공유 메시지를 수신하고, 상기 채널상태정보에 기초하여 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단한다.

[0110] 이때, 상기 인지무선 사용자 노드는 상기 대표 센싱노드와의 거리가 간섭 홉 거리 이내인 경우, 상기 제공된 센싱구간을 묵음구간으로 설정할 수 있다. 그러나, 상기 대표 센싱노드와의 거리가 간섭 홉 거리를 초과하는 경우, 상기 인지무선 사용자 노드는 상기 센싱구간과 무관하게 데이터 전송 채널을 데이터 통신에 이용할 수 있다.

[0111] 단계 1060에서, 상기 인지무선 사용자 노드는 상기 존 공유 홉 거리 내에 위치한 인지무선 사용자 노드로 상기 공유 메시지를 전달한다.

[0112] 실시예로, 상기 인지무선 사용자 노드는 서로 다른 대표 센싱노드로부터 상이한 채널상태정보를 수신한 경우, OR 규칙을 이용하여 주 사용자 노드의 출현 여부를 판단할 수 있다. 상기 OR 규칙을 적용하여 상기 주 사용자 노드의 출현이 판단된 경우, 상기 인지무선 사용자 노드는 상기 주 사용자 노드가 출현하지 않았다고 공유 메시지를 전송한 대표 센싱노드에게 정정 메시지를 전송할 수 있다.

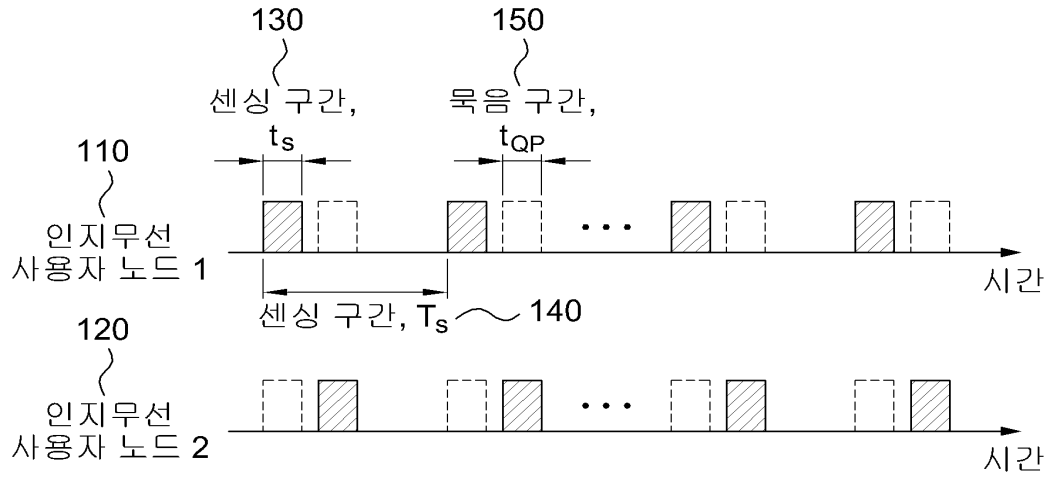
[0113] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0114] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

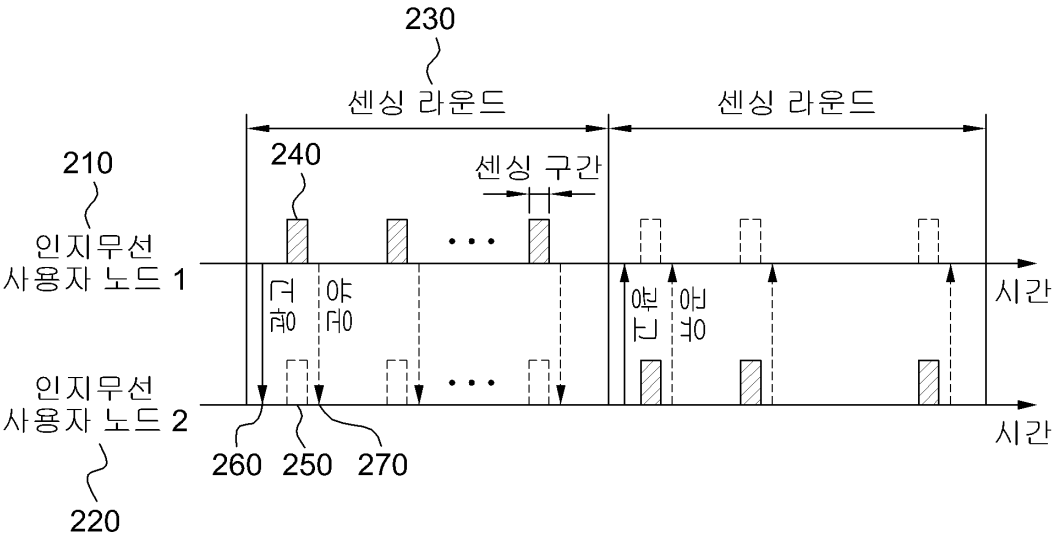
[0115] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

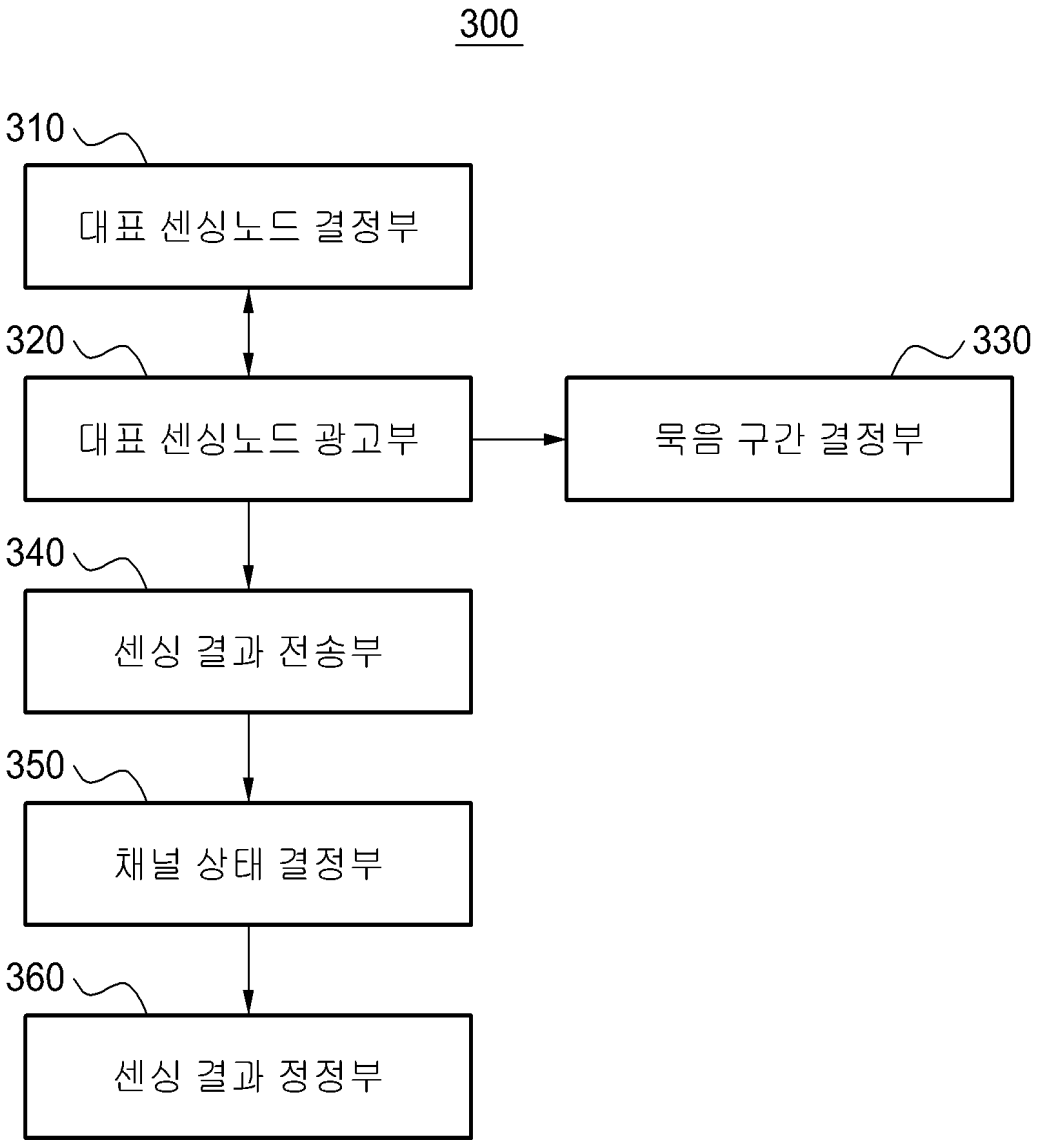
도면1


130
센싱 구간,
t_S
150
묶음 구간,
t_{QP}
110
인지무선
사용자 노드 1
시간
센싱 구간, T_S
140
120
인지무선
사용자 노드 2
시간

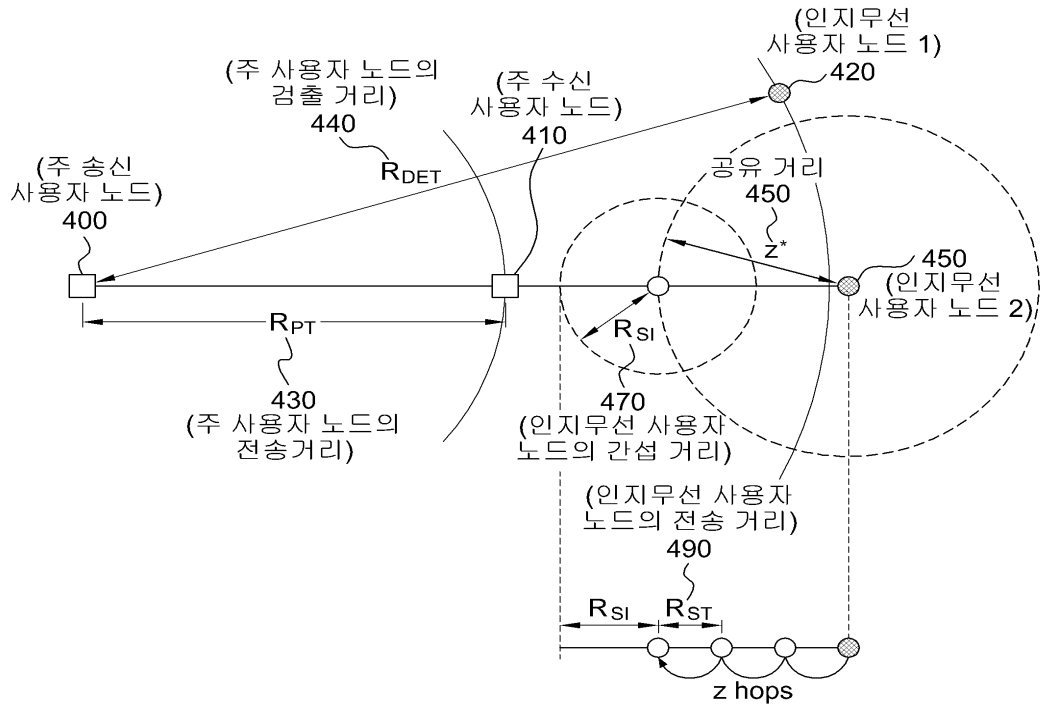
도면2


230
센싱 라운드
센싱 라운드
240
센싱 구간
210
인지무선
사용자 노드 1
시간
인지무선
사용자 노드 2
시간
260
250
270
220

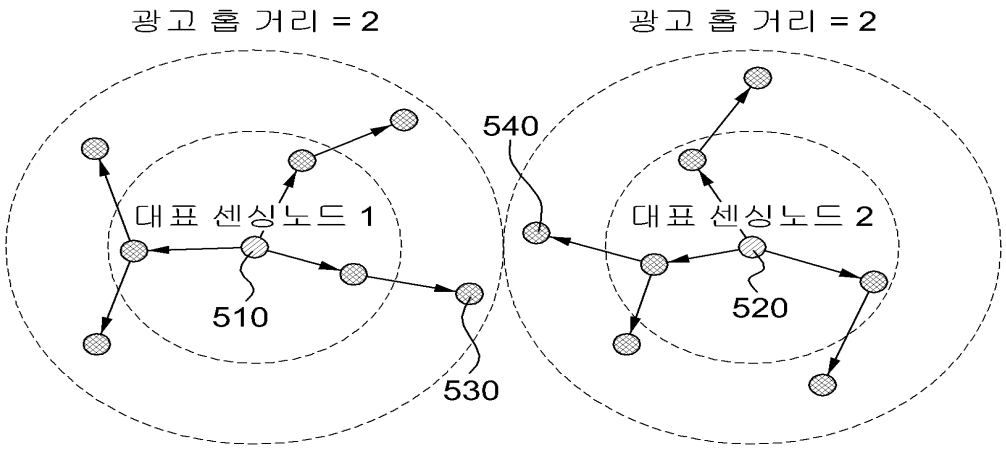
도면3


300
310
대표 센싱노드 결정부
320
대표 센싱노드 광고부
330
묵음 구간 결정부
340
센싱 결과 전송부
350
채널 상태 결정부
360
센싱 결과 정정부

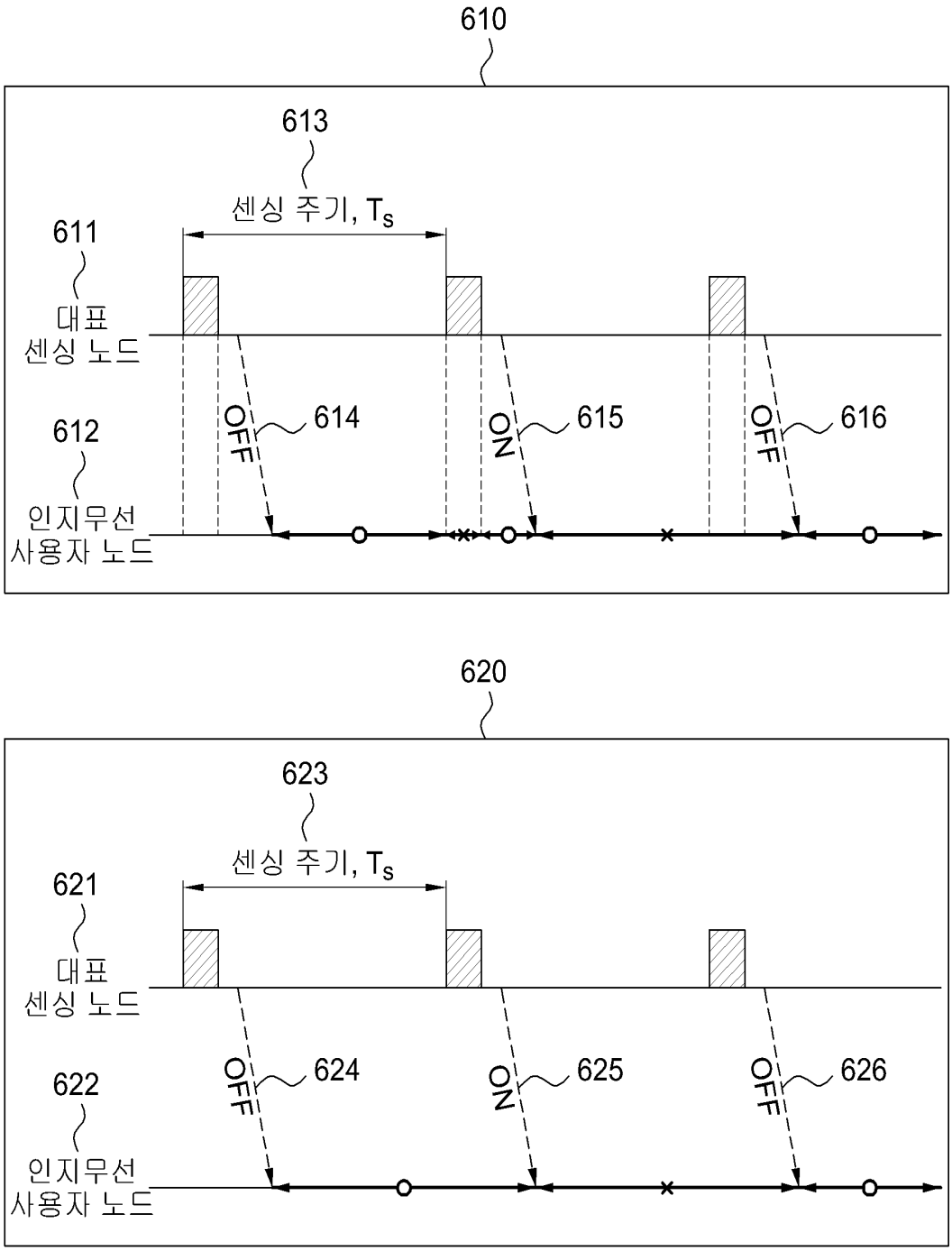
도면4


(인지무선
사용자 노드 1)
420
(주 사용자 노드의
검출 거리)
440
(주 수신
사용자 노드)
410
R_{DET}
(주 송신
사용자 노드)
400
공유 거리
450
z*
450
(인지무선
사용자 노드 2)
R_{PT}
R_{SI}
430
(주 사용자 노드의
전송거리)
470
(인지무선 사용자
노드의 간섭 거리)
(인지무선 사용자
노드의 전송 거리)
490
R_{SI}
R_{ST}
z hops

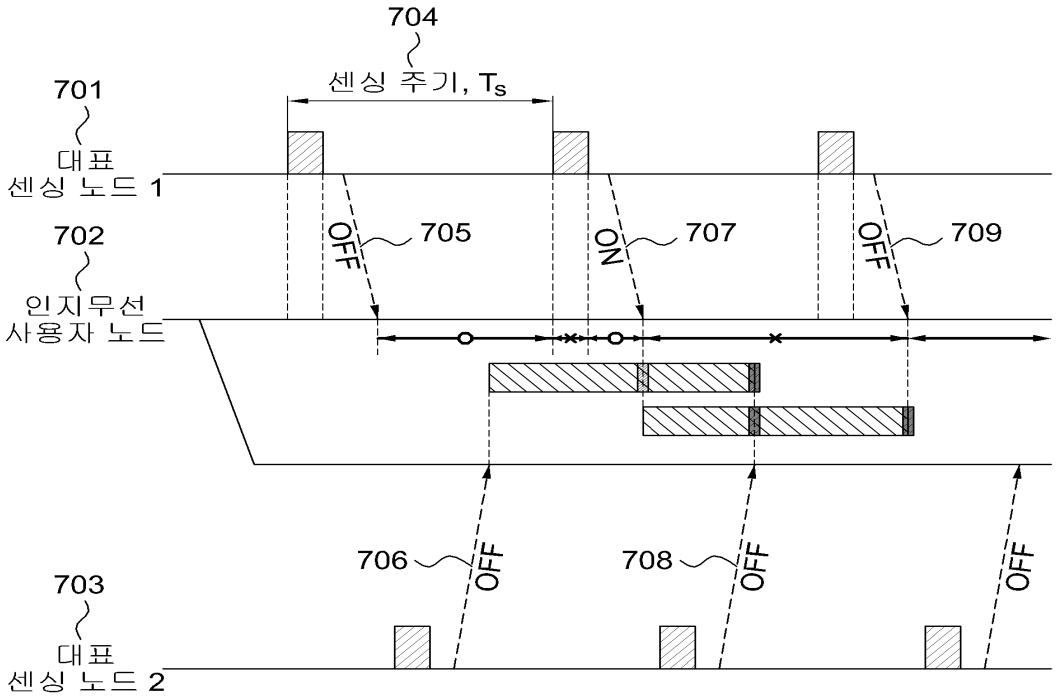
도면5


광고 홉 거리 = 2
광고 홉 거리 = 2
540
대표 센싱노드 1
대표 센싱노드 2
510
520
530

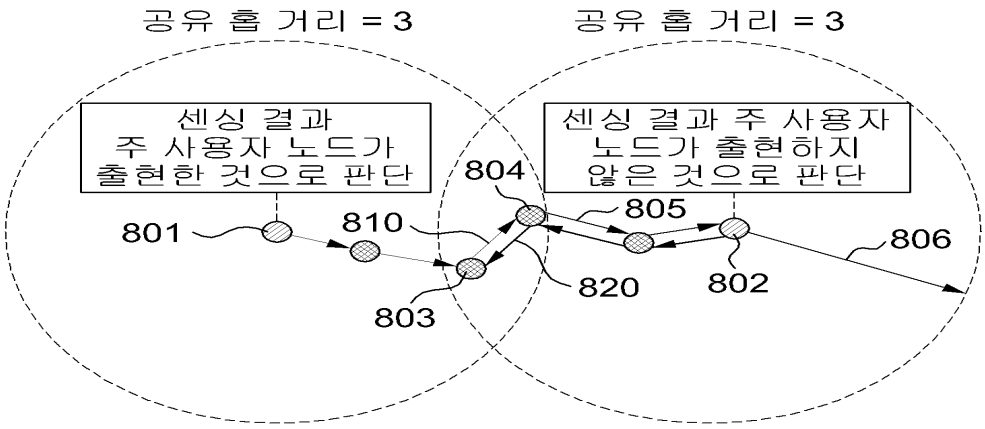
도면6


610
613
센싱 주기, T_s
611
대표
센싱 노드
612
인지무선
사용자 노드
OFF
614
ON
615
OFF
616
620
623
센싱 주기, T_s
621
대표
센싱 노드
622
인지무선
사용자 노드
OFF
624
ON
625
OFF
626

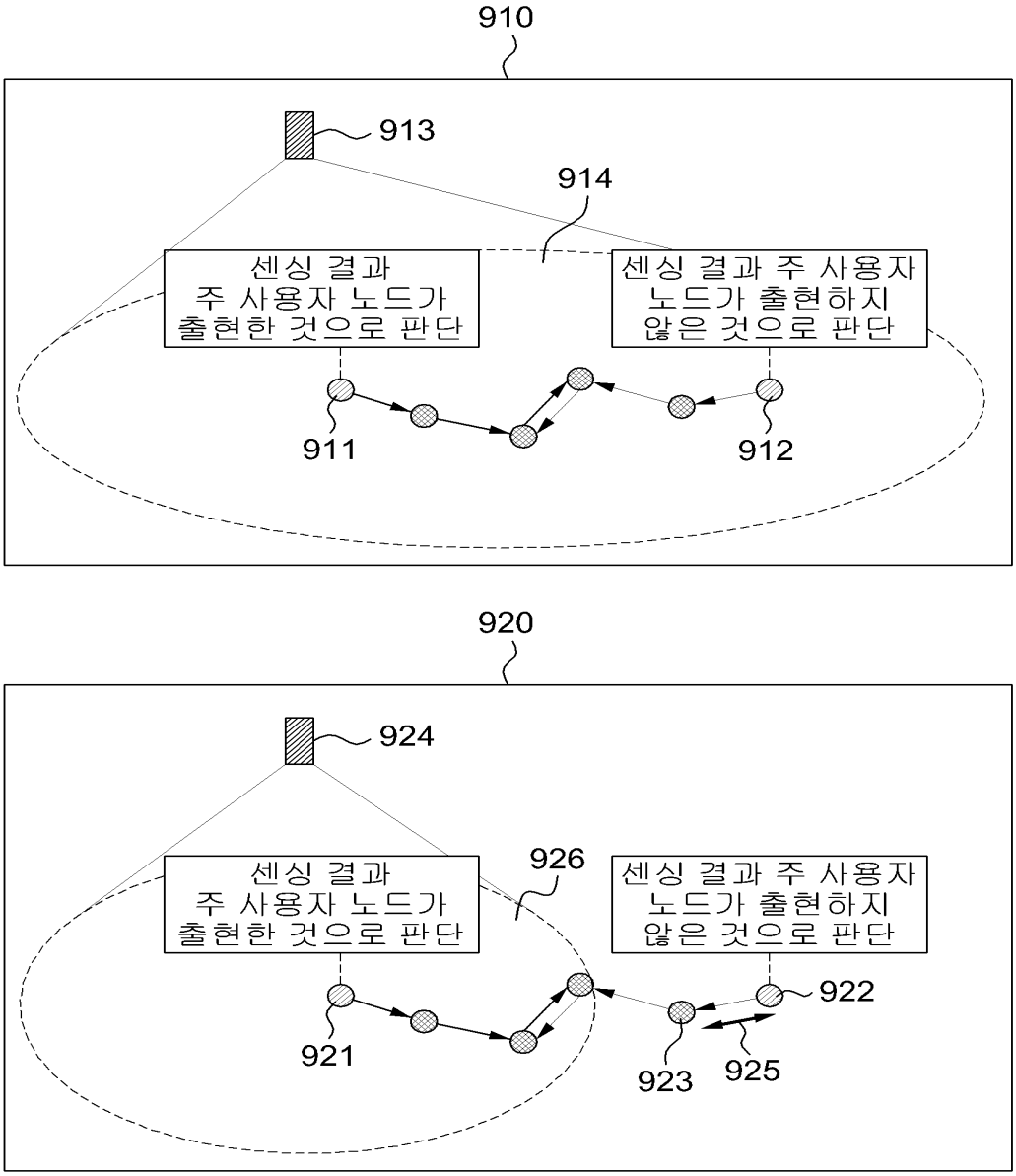
도면7


704
센싱 주기, Ts
701
대표
센싱 노드 1
702
인지무선
사용자 노드
703
대표
센싱 노드 2
OFF
705
ON
707
OFF
709
706
OFF
708
OFF
OFF

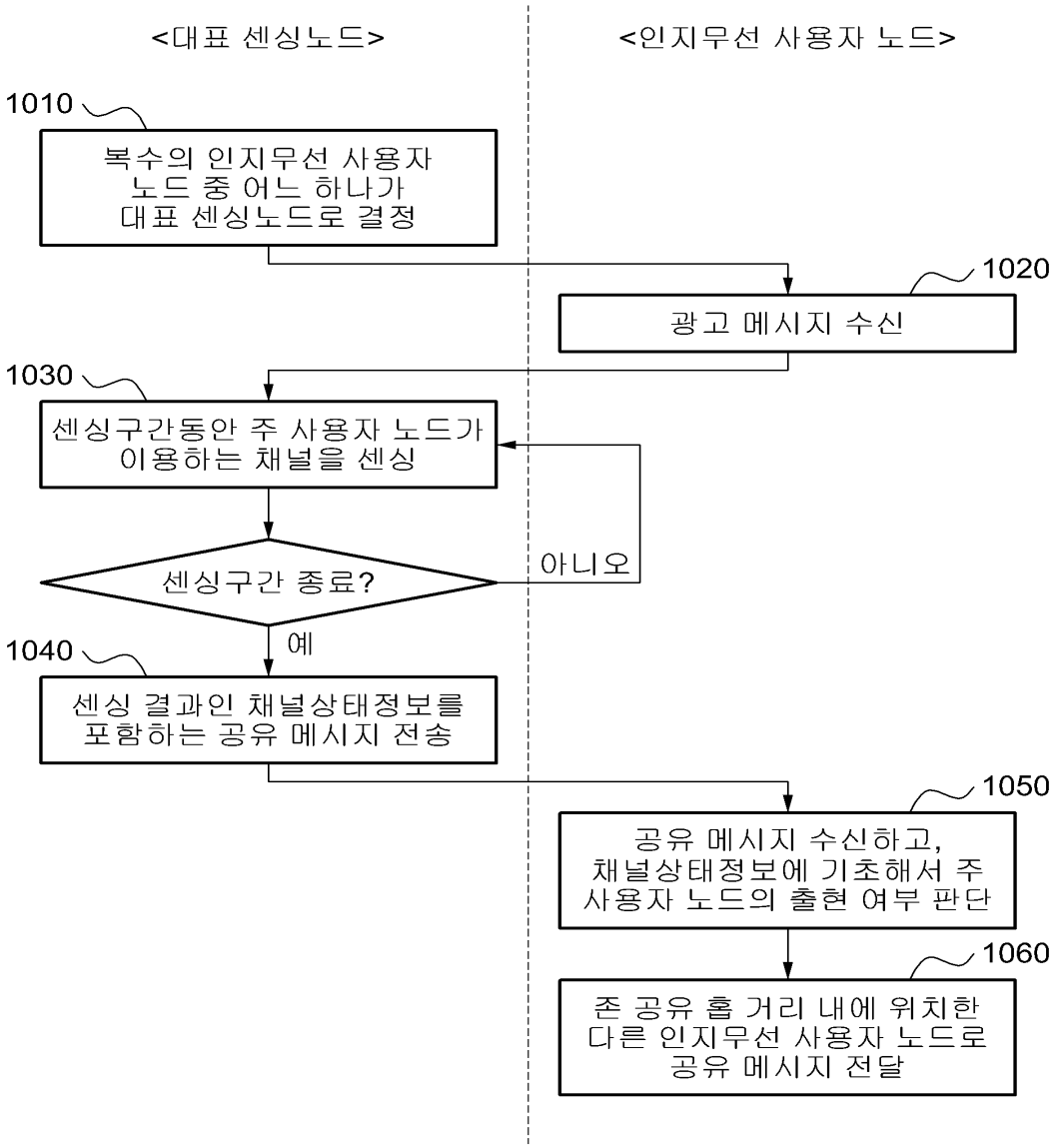
도면8


공유 홉 거리 = 3
공유 홉 거리 = 3
센싱 결과
주 사용자 노드가
출현한 것으로 판단
센싱 결과 주 사용자
노드가 출현하지
않은 것으로 판단
801
810
803
804
805
820
802
806

도면9


910
913
914
센싱 결과
주 사용자 노드가
출현한 것으로 판단
센싱 결과 주 사용자
노드가 출현하지
않은 것으로 판단
911
912
920
924
926
센싱 결과
주 사용자 노드가
출현한 것으로 판단
센싱 결과 주 사용자
노드가 출현하지
않은 것으로 판단
921
922
923
925

도면10


<대표 센싱노드>
<인지무선 사용자 노드>
1010
복수의 인지무선 사용자 노드 중 어느 하나가 대표 센싱노드로 결정
1020
광고 메시지 수신
1030
센싱구간동안 주 사용자 노드가 이용하는 채널을 센싱
센싱구간 종료?
아니오
예
1040
센싱 결과인 채널상태정보를 포함하는 공유 메시지 전송
1050
공유 메시지 수신하고, 채널상태정보에 기초해서 주 사용자 노드의 출현 여부 판단
1060
존 공유 홉 거리 내에 위치한 다른 인지무선 사용자 노드로 공유 메시지 전달