(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0015795
(43) 공개일자 2011년02월17일

(51) Int. Cl.
H04W 48/16 (2009.01) *H04W 84/18* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2009-0073196
(22) 출원일자 2009년08월10일
심사청구일자 2009년08월10일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
유상조
인천시 남구 용현3동 인하대학교 하이테크관 316호
김미령
인천시 연수구 연수3동 풍림1차아파트 101동 903호
(74) 대리인
특허법인무한

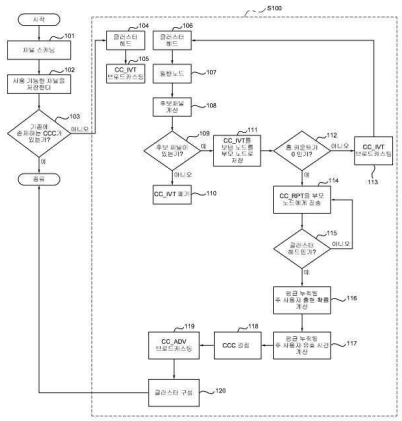
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 무선 인지 환경에서 멀티채널 a d - h o c 네트워크를 위한 분산적 협력 공통 제어 채널 선택 방법

(57) 요 약

무선 인지 환경에서 멀티채널 ad-hoc 네트워크를 위한 분산적 협력 공통 제어 채널 선택 방법을 개시한다. ad-hoc 네트워크에서 무선 인지 기술을 사용하는 사용자 간에 동일한 공통 제어 채널을 이용해 클러스터를 구성할 때 공통 제어 채널의 선택에 있어서 주사용자의 출현 확률과 사용자간의 연결성을 고려하여 네트워크의 토폴로지 변화를 줄이는 방법이 개시된다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 KRF-2008-521-D00384
부처명 한국학술진흥재단
연구관리전문기관
연구사업명 지역대학우수과학자지원
연구과제명 무선인지 기반 미래 네트워크에서 다양성 네트워크 환경에 적합한 최적의 CR 핸드오버 기술 및 아키텍처 연구
기여율
주관기관 인하대학교 산학협력단
연구기간 2008.07.01 ~ 2009.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

무선 인지 네트워크에서 노드가 사용 가능한 채널의 스캐닝을 통해 기존의 공통 제어 채널을 검색하는 단계;

상기 노드가 상기 기존의 공통 제어 채널이 존재하지 않는 경우, 공통 채널 초대 메시지를 이웃 노드로 브로드캐스팅하는 단계;

상기 이웃 노드가 수신한 공통 채널 초대 메시지를 다시 다른 이웃 노드로 브로드캐스팅하여 클러스터 헤드로부터의 트리를 구성하는 단계;

상기 노드 또는 상기 이웃 노드가 상기 구성된 트리를 통해 공통 채널 리포트 메시지를 상기 클러스터 헤드로 전송하는 단계;

상기 클러스터 헤드가 상기 공통 채널 리포트 메시지를 참조하여 누적된 주사용자 출현 가능성과 유휴 시간을 연결된 노드 수를 고려하여 공통 제어 채널을 선택하는 단계; 및

상기 클러스터 헤드가 상기 선택된 공통 제어 채널의 정보를 공통 채널 광고 메시지에 담아 사용 가능한 채널에 순차적으로 브로드캐스팅하고, 정해진 시간이 경과한 후에 상기 선택된 채널을 통해 공통 채널 비콘(beacon)을 전송하는 단계

를 포함하는 공통 제어 채널 선택 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공통 제어 채널을 검색하는 단계는,

상기 공통 채널 광고 메시지를 수신한 클러스터 헤드가 아닌 노드는 상기 선택된 공통 제어 채널이 사용 가능한 채널이 아니면, 상기 공통 채널 광고 메시지를 버리고 새로운 공통 제어 채널을 검색하는, 공통 제어 채널 선택 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 공통 제어 채널을 선택하는 단계는,

상기 클러스터 헤드가 상기 공통 채널 리포트 메시지를 참조하여 상기 누적된 주사용자의 출현 가능성과 유휴 시간을 연결된 노드 수로 나누어 평균값을 얻어 상기 공통 제어 채널을 선택하는, 공통 제어 채널 선택 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 공통 채널 초대 메시지를 이웃 노드로 브로드캐스팅하는 단계는,

상기 클러스터 헤드가 상기 공통 채널 초대 메시지를 브로드캐스팅하여 자신의 이웃 노드가 수신할 수 있게 사용 가능한 채널에 주기적이고 순차적으로 전송하는, 공통 제어 채널 선택 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 클러스터 헤드로부터의 트리를 구성하는 단계는,

상기 노드가 상기 이웃 노드로부터 수신한 공통 채널 초대 메시지의 후보 채널 리스트와 자신의 채널 리스트를 통해 후보 채널을 다시 계산하고, 상기 공통 채널 초대 메시지를 전송한 이웃 노드를 부모 노드로 저장하는 단계를 더 포함하는, 공통 제어 채널 선택 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 공통 채널 리포트 메시지를 상기 클러스터 헤드로 전송하는 단계는,

상기 노드가 상기 부모 노드에게 상기 공통 채널 리포트 메시지를 전송하여 최종적으로 상기 클러스터 헤드가 상기 공통 채널 리포트 메시지를 수신하는, 공통 제어 채널 선택 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 공통 제어 채널을 선택하는 단계는,

상기 클러스터 헤드가 최종적으로 상기 공통 제어 채널을 선택하는, 공통 제어 채널 선택 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 선택된 채널을 통해 공통 채널 비콘(beacon)을 전송하는 단계는,

상기 노드가 상기 이웃 노드에게 상기 선택된 공통 제어 채널을 통해 알리는, 공통 제어 채널 선택 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 클러스터 헤드가 클러스터가 구성된 후 주사용자의 출현에 따라 상기 공통 제어 채널을 변경하는 단계를 더 포함하는, 공통 제어 채널 선택 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 클러스터 헤드가 상기 공통 제어 채널을 변경하는 경우, 상기 변경된 공통 제어 채널 정보를 포함하는 공통 채널 변경 메시지를 사용 가능한 채널에 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함하는, 공통 제어 채널 선택 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 무선 인지 환경에서 멀티채널 ad-hoc 네트워크를 위한 분산적 협력 공통 제어 채널 선택 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 ad-hoc 네트워크에서 무선 인지 기술을 사용하는 사용자 간에 동일한 공통 제어 채널을 이용하여 클러스터를 구성할 때 주사용자의 출현 확률과 사용자간의 연결성을 고려하여 네트워크의 토폴로지 변화를 줄이는 공통 제어 채널을 선택하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 무선 인지 기술은 효율적인 주파수 공유를 달성하기 위해 다른 무선 통신 시스템에 할당되어 있는 주파수 대역이지만 실제로 사용되지 않고 있는 주파수 대역을 감지하여 사용하는 것을 가능해주는 대표적인 기술이다. 이러한 무선 인지 기술을 적용된 네트워크는 사용 가능한 주파수가 시간과 장소에 따라 변화가 크고, 다양한 서비스 품질(QoS: Quality of Service)가 요구되는 특징을 가진다. 특히 분산된 멀티 홉 구조의 무선 인지 ad-hoc 네트워크는 주파수 사용 가능성이 시간과 장소에 따라 구별되는 특성을 이용해 비어있는 주파수를 사용하여 사용자간의 peer-to-peer 통신을 가능하게 하고, 네트워크 토폴로지는 공통 제어 채널의 존재와 기존 사용자와 제2 사용자의 여부에 따라 다양하게 변하게 된다. 따라서, 무선 인지 ad-hoc 네트워크에서는 네트워크 운영에 필요한 공통 제어 채널이 주사용자와의 공존과 방해로 인해 항상 이용 가능한 것이 아니기 때문에 효율적인 공통 제어 채널의 선택 방법이 절실히 요구되는 상황이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0003] 본 발명의 일실시예는 무선 인지 ad-hoc 네트워크의 사용자가 이미 주사용자들에게 할당된 채널이 항상 사용되고 있지 않다는 점을 이용하여 주사용자의 출현 확률과 네트워크 내 사용자 사이의 연결성을 고려함으로써 공통 제어 채널을 선택하는 방법을 제공한다.

[0004] 또한 본 발명의 일실시예는 공통 제어 채널을 사용하는 사용자들을 클러스터로 그룹핑하여 네트워크 토폴로지의 관리를 용이하게 하는 방법을 제공한다.

[0005] 또한 본 발명의 일실시예는 주사용자의 출현 확률과 채널의 평균 유휴 시간을 산출하여 공통 제어 채널 선택 시 보다 효율적으로 채널을 선택함으로써 네트워크 운영에 대한 신뢰성을 향상시키고, 효율적인 채널 관리를 하여 주사용자의 공존을 최대한 만족할 수 있는 방법을 제공한다.

과제 해결수단

[0006] 본 발명의 일실시예에 따른 공통 제어 채널 선택 방법은 무선 인지 네트워크에서 노드가 사용 가능한 채널의 스캐닝을 통해 기존의 공통 제어 채널을 검색하는 단계; 상기 노드가 상기 기존의 공통 제어 채널이 존재하지 않는 경우, 공통 채널 초대 메시지를 이웃 노드로 브로드캐스팅하는 단계; 상기 이웃 노드가 수신한 공통 채널 초대 메시지를 다시 다른 이웃 노드로 브로드캐스팅하여 클러스터 헤드로부터의 트리를 구성하는 단계; 상기 노드 또는 상기 이웃 노드가 상기 구성된 트리를 통해 공통 채널 리포트 메시지를 상기 클러스터 헤드로 전송하는 단계; 상기 클러스터 헤드가 상기 공통 채널 리포트 메시지를 참조하여 누적된 주사용자 출현 가능성과 유휴 시간을 연결된 노드 수를 고려하여 공통 제어 채널을 선택하는 단계; 및 상기 클러스터 헤드가 상기 선택된 공통 제어 채널의 정보를 공통 채널 광고 메시지에 담아 사용 가능한 채널에 순차적으로 브로드캐스팅하고, 정해진 시간이 경과한 후에 상기 선택된 채널을 통해 공통 채널 비콘(beacon)을 전송하는 단계를 포함한다.

효 과

[0007] 본 발명의 일실시예에 따르면, 클러스터 헤드로부터 정해진 홉 내의 이웃 사용자까지 트리를 구성하고, 주사용자의 통신 보호를 위해 각 사용자별 주사용자 출현 확률과 평균 유휴 시간의 누적을 수행할 수 있다.

[0008] 또한 본 발명의 일실시예에 따르면, 트리 구조를 통해 각 노드의 주사용자 출현 확률과 평균 유휴 시간을 누적하기 때문에 중복 누적되지 않고 채널 선택에 있어서 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0009] 또한 본 발명의 일실시예에 따르면, 공통 제어 채널을 선택할 때 분산적으로 나타나는 기존 사용자의 출현 확률과 노드 간의 연결성을 고려하여 네트워크 토폴로지 변화에 따른 오버헤드를 줄이고 신뢰적이고 유연하게 채널 관리를 가능하게 하고, 토폴로지 관리를 용이하게 할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0010] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0011] 본 발명의 일실시예에서 주로 사용되는 용어들은 다음과 같이 정의된다.

[0012] 공통 제어 채널(Common Control Channel)은 무선 인지 기술을 사용하는 사용자가 본격적인 데이터 통신에 앞서 서로 컨트롤 메시지를 교환하는데 사용되는 채널로서 이하 CCC로 표기한다.

[0013] 사용 가능한 채널은 무선 인지 기술을 사용하는 사용자가 전체 채널에 대해 스캐닝을 한 후 주사용자의 신호가 없음에 따라 데이터 통신에 사용 가능한 채널을 포함한다.

[0014] 후보 채널 리스트(Candidate Channel List)는 무선 인지 기술을 사용하는 사용자가 이웃 노드와의 협력을 통해 CCC로 사용 가능한 후보 채널을 포함하고, 이하 CCL로 표기한다.

[0015] 공통 채널 초대(Common Channel Invite) 메시지는 기존의 공통 제어 채널을 찾지 못한 노드가 새로운 CCC를 찾기 위해 보내는 메시지로서 이하 CC_IVT로 표기한다.

[0016] 공통 채널 리포트(Common channel report) 메시지는 CC_IVT를 받은 노드가 이에 응답하기 위해 후보 채널을 계산하여 보내는 메시지로서 이하 CC_RPT로 표기한다.

[0017] 공통 채널 검출(Common channel detection) 메시지는 선택된 CCC로 구성된 클러스터에 속한 노드가 주사용자의

신호를 감지하여 이에 방해가 되지 않도록 CCC를 변경하기 위해 클러스터 헤드로 보내는 메시지로서 이하 CC_DET로 표기한다.

[0018] 공통 채널 변경(Common channel change) 메시지는 CC_DET에 대한 클러스터 헤드의 응답으로서 변경된 CCC의 정보를 가지고 있으며, 이하 CC_CNG로 표기한다.

[0019] Ad-hoc 네트워크의 노드는 지역적으로 같은 스펙트럼 홀(spectrum hole)을 가질 수 있는 가능성이 크고, 네트워크에 있는 모든 노드를 연결할 수 있는 공통 제어 채널을 찾기 힘들지만 이웃 간에 있는 사용자들은 서로 같은 채널을 공유할 가능성이 높다. 그러므로, 본 발명의 일실시예에서는 주사용자의 출현 확률과 네트워크 연결성을 고려한 공통 제어 채널의 선택을 클러스터링을 통한 그룹핑 방법을 제공한다.

[0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 무선 인지 ad-hoc 네트워크에서 분산적으로 공통 제어 채널을 찾고 동일한 채널을 사용하는 노드를 클러스터로 구성하는 흐름도이다.

[0021] 도 1을 참조하면, 무선 인지 네트워크에서 노드가 채널 스캐닝을 통해 사용 가능한 채널을 저장한다(101, 102). 즉, 본 발명은 무선 인지 네트워크 내에 기존 CCC의 존재 유무와 자신의 사용 가능한 채널을 알기 위해서 사용자의 채널 스캐닝을 수행한다. 상기 노드가 무선 인지 네트워크에 존재하고 있는 CCC를 검색하기 위해서 클러스터 헤드가 주기적으로 CCC에 브로드캐스팅하는 CC_BC(Control Channel Beacon)를 듣기 위해 모든 채널을 스캔해야 한다(101). 상기 노드는 CC_BC를 수신하기 위해 한 채널당 최소한의 시간 동안 머무르고 있는데 이 시간 동안 인컴번트 시스템의 신호가 없는 채널을 사용 가능한 채널로 저장한다(102).

[0022] 상기 노드는 기존에 존재하는 CCC를 찾기 위해서 채널을 들으면서 클러스터 헤드가 전송하는 CC_BC가 있는지 확인한다(103). 상기 노드가 CC_BC를 듣지 못한 경우 CCC가 존재하지 않는 것으로 판단하여 트리 구조를 통한 클러스터를 구성하는 과정(S100)을 통한 CCC 선택 방법을 수행한다.

[0023] 상기 노드가 자신을 클러스터 헤드로 정하고, CC_IVT를 이웃 노드들에게 브로드캐스팅한다(104, 105). 즉, 상기 노드가 정해진 스캐닝 시간 동안 CC_BC을 수신하지 못한 경우, 자신을 클러스터 헤드로 설정하고, 주기적으로 CC_IVT를 CSMA/CA를 이용하여 이웃 노드에 브로드캐스팅한다. CC_IVT를 수신한 일반 노드가 자신의 사용 가능한 채널과 CC_IVT의 CCL을 이용하여 후보 채널을 재계산한다(108). 상기 노드가 CCC로 사용할 수 있는 채널을 CCL에 저장하고, 상기 노드가 다시 CC_IVT를 전송할 때마다 CCL이 변경된다. 만약 상기 클러스터 헤드가 하나의 채널에만 CC_IVT를 브로드캐스팅한다면, 상기 클러스터 헤드에서 사용 가능한 채널이 다른 노드에서 사용 가능하지 않을 수 있기 때문에 상기 채널을 듣지 못하는 노드가 있을 수 있다.

[0024] 상기 노드는 후보 채널이 있는지를 판단한다(109). 상기 노드는 상기 후보 채널이 없는 것으로 판단되면, CC_IVT를 폐기한다(110). 상기 노드는 상기 후보 채널이 있는 것으로 판단되면, CCT_IVT를 전송한 노드를 부모 노드로 저장한다(111).

[0025] 상기 노드는 홉 카운트(hop count)가 '0'인지 판단한다(112). 상기 노드는 상기 홉 카운트가 '0'이 아닌 것으로 판단되면, 계속해서 CC_IVT를 브로드캐스팅한다(113). 상기 노드는 상기 홉 카운트가 '0'인 것으로 판단되면, CC_IVT의 전송을 중단하고, CC_RPT를 상기 부모 노드로 전송한다(114). 상기 CC_RPT는 상기 저장된 부모 노드에게 전송되어서 최종적으로 상기 클러스터 헤드로 전달된다(115).

[0026] 상기 무선 인지 시스템은 클러스터 헤드가 수신된 CC_RPT로 평균 누적된 주사용자 출현 확률과 평균 누적된 주사용자 유휴 시간을 계산한다(116, 117).

[0027] 상기 무선 인지 시스템은 상기 계산된 평균값에 각각 중요성을 다르게 부여하여 최종적으로 CCC를 결정한다(118).

[0028] 상기 무선 인지 시스템은 상기 클러스터 헤드가 CC_ADV(Common Channel Advertisement)에 선택된 CCC 정보를 포함하여 브로드캐스팅하고(119), CC_ADV를 받은 노드를 포함하는 클러스터를 구성한다(120).

[0029] 이와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 공통 제어 채널 선택 방법은 클러스터 헤드로부터 정해진 홉 수 내의 이웃 사용자까지 트리를 구성하고, 주사용자의 통신 보호를 위해 각 사용자별 주사용자 출현 확률과 평균 유휴 시간의 누적을 수행할 수 있다.

[0030] 또한 본 발명의 일실시예에 따른 공통 제어 채널 선택 방법은 트리 구조를 통해서 각 노드의 주사용자 출현 확률과 평균 유휴 시간을 누적하기 때문에 중복 누적되지 않고, 채널 선택에 있어서 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0031] 이하에서는 도 1의 각 동작을 보다 상세하게 설명하며, 논리적 전개를 위해 수학식을 이용하여 설명하기로

한다.

[0032] 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 노드가 클러스터를 형성하기 위해 전송하는 메시지를 도시한 도면이다.

[0033] 도 2를 참조하면, CC_IVT(200)는 상기 스캐닝 시간 동안 CCC가 존재하지 않았을 때 사용자 자신을 클러스터 헤드로 정하고, 이웃 노드에게 보내는 CCC가 될 수 있는 후보 채널을 포함한 메시지이다. CC_IVT(200)의 포맷은 CC_IVT를 전송하는 노드 아이디(Transmitting Node ID)(210), CC_IVT를 처음으로 발생시킨 노드의 ID, 클러스터 헤드의 노드 아이디(CH Node ID)(220), 클러스터 헤드로부터의 CCC를 검색하는 메시지를 구분하기 위한 시퀀스 번호(SEQ Number)(230), 같은 CCC를 갖고자 하는 클러스터 헤드로부터의 노드들의 최대 홉 수로서 홉 카운트(Hop Count)(240), CCC로 사용할 수 있는 후보 채널 리스트(Candidate Channel List)(250)를 포함한다. CC_IVT를 전송하는 노드 아이디(210) 및 클러스터 헤드의 노드 아이디(220)는 클러스터 헤드가 처음으로 CC_IVT를 전송하는 경우에 동일하다. 시퀀스 번호(230)는 클러스터 헤드가 새로운 CCC를 검색할 때마다 1씩 증가되고, 주기적으로 동일한 메시지에 대해서는 같은 번호를 가지게 되고, 사용자가 CC_IVT를 수신하면, 홉 카운트(240)를 1씩 감소해서 다시 보내게 되고, 홉 카운트(240)가 '0'이 되면, CC_IVT를 폐기한다. 후보 채널 리스트(250)는 노드가 CCC로 사용할 수 있는 채널이 저장되며, 노드가 다시 CC_IVT를 전송할 때마다 변경된다.

[0034] 만약 클러스터 헤드가 하나의 채널에만 CC_IVT를 브로드캐스팅한다면, 그 채널을 듣지 못하는 노드가 존재할 수 있다. 그러므로, 클러스터 헤드에서 사용 가능한 채널이 다른 노드에서는 사용 가능하지 않을 수 있기 때문에 각각 이용 가능한 채널에 순차적으로 CC_IVT를 주기적으로 브로드캐스팅한다.

[0035] 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 클러스터 헤드가 CC_IVT를 사용 가능한 채널에 순차적이고 주기적인 브로드캐스팅을 도시한 도면이다.

[0036] 도 3을 참조하면, 클러스터 헤드는 자신의 사용 가능한 채널에 CC_IVT를 이웃 노드에게 주기적이고 순차적으로 전송하고, 이웃 노드는 $T_p+\triangle$동안 자신의 사용 가능한 채널을 순차적으로 스캐닝(310, 320, 330, 340)하면서 CC_IVT 메시지를 수신한다. 일례로 노드 A는 CC_IVT를 이웃 노드인 노드 B, C에게 주기적이고 순차적으로 전송할 수 있다.

[0037] $C_a(A)$는 노드 A에서의 사용 가능한 채널의 집합이고, $C_a(B)$는 노드 B에서의 사용 가능한 채널의 집합이고, $C_a(C)$는 노드 C에서의 사용 가능한 채널의 집합이다.

[0038] 이웃 노드가 CC_IVT를 수신하면, 하기 수학식 1을 이용해서 자신의 이용 가능한 채널과 CC_IVT의 CCL로 다시 CCC를 위한 후보 채널을 검색한다.

수학식 1

[0039] $$\hat{C}_c(I,J) = C_a(I) \cap C_c^{IVT}(J)$$

[0040] 여기서, I, J는 노드의 ID이다.

[0041] 노드 I가 CC_IVT를 노드 J로부터 처음으로 수신하고, $\hat{C}_c(I,J) \neq \varnothing$ 이면, 노드 I는 노드 J를 부모 노드로 저장한다. 상기 부모 노드는 이하 설명될 CC_RPT를 클러스터 헤드로 전달하는데 사용된다. 노드 I가 또 다른 노드 K로부터 다음과 같은 세 가지 조건의 CC_IVT를 수신하였다면 폐기한다. 첫 번째 조건은 CC_IVT의 채널 노드 아이디(CH Node ID)가 같은 것이고, 두 번째 조건은 CC_IVT의 시퀀스 번호(SEQ Number)가 같은 것이고, 세 번째 조건은 $\hat{C}_c(I,K) \subset \bigcup_{\text{for all parent node } J} C_c(I,J)$ 이다.

[0042] 비록 첫 번째 조건과 두 번째 조건이 같은 상황이더라도 하기 수학식 2와 같이 지금까지의 부모 노드로부터 얻은 후보 채널과 노드 K로부터의 후보 채널이 다를 수 있기 때문에 노드 I는 노드 K를 부모 노드로 저장하고, 하기 수학식 3과 같이 후보 채널을 계산하여 CC_IVT를 브로드캐스팅한다.

수학식 2

$$\hat{C}_c(I,K) \subset \bigcup_{\text{for all parent node } J} C_c(I,J)$$

[0043]

수학식 3

$$C_c^{IVT}(I) = C_c(I,K) = C_a(I) \cap C_c^{IVT}(K) - \bigcup_{\text{all parent node } J} C_c(I,J)$$

[0044]

[0045] 여기서, 노드 I에 부모 노드가 없으면, 후보 채널은 하기 수학식 4와 같다.

수학식 4

$$C_c^{IVT}(I) = C_c(I,J) = \hat{C}_c(I,J)$$

[0046]

[0047] 노드 J로부터 수신한 CC_IVT의 홉 카운트를 하나 감소하고, 홉 카운트가 '0'이 아니면, 노드 I는 CC_IVT를 사용 가능한 채널에 순차적이고 주기적으로 다시 브로드캐스팅한다. 또한 노드 I에서 $\hat{C}_c(I,J) \neq \varnothing$ 이면, 노드 J로부터의 CCL이 자신의 사용 가능한 채널과 공통 사항이 없기 때문에 CC_IVT를 버린다.

[0048] 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 노드가 수신한 CC_IVT와 사용 가능한 채널로 후보 채널을 계산하고, 이웃 노드로 다시 브로드캐스팅하는 과정을 도시한 도면이며, 괄호 안에 있는 숫자는 노드에서의 사용 가능한 채널을 의미한다.

[0049] 도 4를 참조하면, 먼저 노드 A는 자신을 클러스터 헤더로 정하고, 3-홉 내에 있는 노드들과 클러스터를 형성하고자 CC_IVT를 만들어서 브로드캐스팅한다(401, 402, 403, 404, 405). 노드 A로부터 CC_IVT를 수신한 노드 B, C, E, F는 자신의 사용 가능한 채널과 CCL을 통해서 다수 후보 채널을 계산하고, 노드 A를 부모 노드로 저장한다.

[0050] 여기서, 노드 D는 노드 A의 이웃 노드이지만 노드 D의 사용 가능한 채널(4, 5)과 노드 A의 사용 가능한 채널{1,2,3} 중에서 동일한 채널이 없으므로 노드 D는 노드 A로부터 전송되는 CC_IVT를 듣지 못한다(403). 노드 J의 경우도 마찬가지로 노드 J에서 사용 가능한 채널{4, 5}과 노드 C의 사용 가능한 채널{1, 2, 3} 중에서 동일한 채널이 없으므로 노드 J는 노드 C로부터 전송되는 CC_IVT를 듣지 못한다(407).

[0051] 노드 H의 경우는 노드 E와 노드 F로부터 두 개의 CC_IVT를 수신하지만(408, 409) 각각의 후보 채널이 다르므로 노드 E와 노드 F를 모두 부모 노드로 저장하고, 이웃 노드인 노드 K에게 CC_IVT를 브로드캐스팅한다(410).

[0052] 노드 I와 노드 K가 수신한 CC_IVT의 홉 카운트는 '1'이 되는데 다시 CC_IVT를 재전송하게 되면, '0'이 되므로 CC_IVT의 전달은 여기서 종료된다.

[0053] 노드는 다음과 같은 2가지 조건이면, CC_IVT를 브로드캐스팅하는 것을 멈추고, 저장된 자신의 부모 노드에 CC_RPT를 전송한다.

[0054] 제1 조건은 상기 노드가 CC_IVT를 수신하였지만 홉 카운트가 '0'인 경우이고, 제2 조건은 상기 노드가 이웃 노드에게 CC_IVT를 전송하였지만 정해진 시간(T_R) 동안 CC_RPT를 수신하지 못한 경우이다.

수학식 5

$$T_R \cong (R_Hop_Count) * T_W$$

[0055]

[0056] 여기서, *R_Hop_Count*는 상기 노드가 CC_IVT를 전송할 때 남은 홉 수이고, T_W는 1 홉 내의 노드로부터 CC_RPT를 수신하기 위해 기다리는 최대 시간이다.

[0057] 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 미리 정해진 홉 수 내의 노드가 클러스터 헤드로 후보 채널에 대한 정보

를 송신하는 CC_RPT를 도시한 도면이다.

[0058] 도 5를 참조하면, CC_RPT(500)는 사용 가능한 CCC 정보를 가지고 클러스터 헤드로 전달되며, 최종으로 채널 선택을 할 수 있도록 도와주는 역할을 수행하는 메시지이다.

[0059] CC_RPT(500)의 포맷은 메시지를 전송하는 노드 아이디(510), 클러스터 헤드 노드의 아이디(520), 시퀀스 번호(530), 부모 노드로부터 전송 받은 CC_IVT의 후보 채널과 자신의 사용 가능한 채널로 계산한 후보 CCC(Ch)(541), 누적된 주사용자의 출현 가능성(P_P)(542), 누적된 평균 채널 유휴 시간(T_{Pi})(543), 동일한 CCC를 사용할 수 있는 누적된 노드의 수(NUM_C)(544)를 원소로 가지는 집합(540)을 포함한다.

[0060] Ad-hoc 네트워크의 모든 노드는 각각의 채널을 센싱한 후 기존 사용자의 출현 확률과 평균 유휴 시간을 포함하는 채널 상태 테이블을 유지하고 있다. 상기 채널 상태 테이블을 이용하여 CC_RPT에 기존 사용자의 출현 확률과 기존 사용자의 평균 유휴 시간을 누적할 수 있다.

[0061] 자식 노드로부터 CC_RPT를 수신한 노드는 다시 CC_RPT를 만든다. 이때, 노드는 자신의 사용 가능한 CCC가 이전의 CC_RPT에 이미 있으면 해당 채널에 대한 누적된 주사용자의 출현 가능성(P_P)과 누적된 평균 채널 유휴 시간(T_{Pi})을 누적하고, 동일한 CCC를 사용할 수 있는 누적된 노드의 수(NUM_C)를 하나 증가시킨다. 이전에 없는 채널이라면, CC_RPT의 새로운 tuple{Ch, P_P, T_{Pi}, NUM_C}을 추가한다. CC_RPT는 사용 가능한 채널에 순차적으로 부모 노드에만 전송된다. 상기 부모 노드는 이전에 CC_IVT를 수신한 자신의 부모 노드에게 다시 CC_RPT를 전송하기 때문에 최종적으로 클러스터 헤드가 CC_RPT를 수신할 수 있게 된다.

[0062] 도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 미리 정해진 홉 수 내의 노드가 CC_RPT를 부모 노드로 전송함으로써 클러스터 헤드로 전달되는 과정을 나타내는 도면이다.

[0063] 도 6을 참조하면, CC_RPT는 트리 구조로 클러스터 헤드까지 전송되기 때문에 누적된 주사용자의 출현 가능성(P_P)과 누적된 평균 채널 유휴 시간(T_{Pi})을 누적하고, 동일한 CCC를 사용할 수 있는 누적된 노드의 수(NUM_C)가 중복 누적되지 않는다.

[0064] 노드 I는 계산된 후보 채널과 후보 채널의 주사용자 출현 확률과 유휴 시간을 포함하는 CC_RPT를 저장된 부모 노드 G에게 전송하고(601), 노드 G는 자신의 정보를 부모 노드 B에게 전송하고(602), 노드 B는 최종적으로 클러스터 헤드인 노드 A에게 CC_RPT를 전송한다(603).

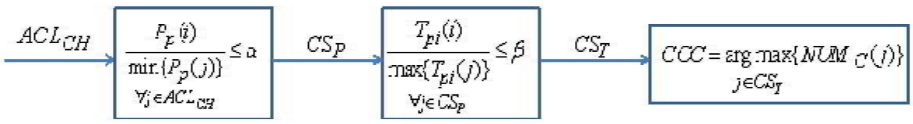
[0065] 노드 C는 CC_IVT를 브로드캐스팅했음에도 불구하고, 정해진 시간 동안 CC_RPT를 수신하지 못했기 때문에 부모 노드인 동시에 클러스터 헤드인 A로 CC_RPT를 전송한다(604).

[0066] 노드 K는 부모 노드 H로 CC_RPT를 전송하고(605), 노드 H는 두 개의 부모 노드 E, F를 가지고 있기 때문에 각각의 후보 채널에 대한 CC_RPT를 전송한다(606, 607).

[0067] 클러스터 헤드가 CC_RPT를 수신하면 CCC 테이블을 업데이트한다. 즉, 클러스터 헤드는 충분히 CC_RPT를 수신하거나 기다리는 시간이 만료되면 CC_IVT의 전송을 멈추고, 최종적으로 업데이트된 테이블의 누적된 주사용자의 출현 가능성(P_P)과 누적된 평균 채널 유휴 시간(T_{Pi})을 동일한 CCC를 사용할 수 있는 누적된 노드의 수(NUM_C)로 나누어서 평균값을 얻는다. 그러므로, 클러스터 헤드는 각각의 후보 CCC의 평균 기존 사용자 출현 확률, 평균 기존 사용자 유휴 시간 및 전체 연결된 노드의 수를 추정할 수 있다.

[0068] 도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, 클러스터 헤드에서 모아진 CC_RPT를 기반으로 연결된 노드로 누적된 주사용자의 출현 확률과 유휴 시간의 평균을 구하는 예를 나타내는 도면이다.

[0069] 도 7을 참조하면, 클러스터 헤드는 누적된 노드 수(740)로 누적된 주사용자 출현 확률과 주사용자 유휴 시간을 나누어서 채널 별(710) 평균 주사용자 출현 확률(720)과 평균 주사용자 유휴 시간(730)을 계산한다. 클러스터 헤드는 이것을 토대로 각각의 파라미터에 중요성을 다르게 부여하여 CCC를 결정할 수 있다. 클러스터 헤드는 하기의 알고리즘과 같이 먼저 사용 가능한 채널들(ACL_{CH}) 중에서 α보다 작은 평균 주사용자 출현 확률을 가진 채널을 선택하고(CS_P), 선택된 채널을 다시 β보다 큰 평균 주사용자 유휴 시간을 가진 채널을 선택하고(CS_T), 마지막으로 전체 연결된 노드의 수가 가장 많은 채널을 CCC로 선택한다. 여기서, α, β는 사용자가 임의로 입력하는 값으로 하기 알고리즘을 사용하여 CCC를 선택할 때 중요한 척도가 된다.



[0070]

[0071] 클러스터 헤드가 CCC를 결정한 뒤 결정된 채널에 대한 정보를 CC_ADV에 담아 사용 가능한 채널에 순차적으로 브로드캐스팅한다. 클러스터 헤드는 CC_ADV의 전송이 끝나거나 정해진 시간이 지나면 CCC를 통해 CC_BC의 브로드캐스팅을 시작한다. CC_ADV를 수신한 클러스터 헤드가 아닌 노드는 선택된 CCC가 자신의 사용 가능한 채널이 아니면, CC_ADV를 버리고 새로운 CCC를 검색하기 위한 절차를 다시 수행한다.

[0072] 여러 개의 클러스터는 게이트웨어 노드(gateway node)로 상호 연결될 수 있다. 특정 클러스터에 속한 노드가 다른 클러스터의 CC_ADV 또는 CC_BC를 듣고, 두 개의 클러스터가 같은 CCC일 경우, 상기 특정 클러스터에 속한 노드는 게이트웨이 노드가 되고, 서로 다른 클러스터를 상호 연결한다.

[0073] 특정 노드가 자신이 속한 클러스터의 CCC와 다른 채널을 사용하는 클러스터의 CC_ADV 또는 CC_BC를 듣게 되고, 상기 채널이 자신이 사용하는 CCC가 아니지만 사용 가능한 채널 중의 하나이면, 상기 노드는 서로 다른 CCC를 바꾸어 가면서 통신에 참여하여 클러스터를 상호 연결한다.

[0074] 도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서, 무선 인지 사용자가 주사용자의 시그널을 탐지함에 따라 이를 알리기 위해 이웃 노드에게 알리는 CC_DET를 도시한 도면이다.

[0075] 도 8을 참조하면, CC_DET(800)는 선택된 CCC로 클러스터가 구성된 후 특정 노드가 주사용자의 신호를 탐지할 경우 상기 노드가 앞서 구성된 트리를 통해 클러스터 헤드로 전달되는 메시지이다.

[0076] CC_DET(800)는 메시지를 전송하는 노드 아이디(810), 클러스터 헤드 노드의 아이디(820), 시퀀스 번호(830), 선택된 CCC(840), 누적된 노드의 수(850)를 포함한다.

[0077] CC_DET를 전송한 후 노드는 리슨 모드(listen mode)로 들어가게 되지만 채널을 통해 메시지를 전송하는 것이 금지된다.

[0078] 같은 클러스터 내의 이웃 노드가 CC_DET를 수신하고, 자신도 그 채널의 주사용자 신호를 탐지했으면, NUM_d를 하나 증가시키고 다시 전송한다. 이미 주사용자 신호의 탐지에 대한 메시지를 클러스터 헤드로 전송했다면, NUM_d를 증가시키지 않고 전송한다.

[0079] 도 9는 본 발명의 일실시예에 있어서, 무선 인지 사용자가 CC_DET를 클러스터 헤드로 최종 전달하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0080] 도 9를 참조하면, 노드 A, B, C, D, E, F, G는 채널 1을 CCC로 사용하고, 노드 A가 클러스터 헤드인 채널 1을 CCC로 사용하는 하나의 클러스터이다. 노드 F는 채널 1을 사용하는 주사용자를 탐지하고, CC_DET를 노드 E로 전송한다(910). 주사용자의 출현 범위(900)에 노드 E가 또한 탐지하게 되므로 노드 F로부터 CC_DET를 수신하는 노드 E는 NUM_d를 하나 증가시키고 다시 CC_DET를 노드 B로 전송한다(920).

[0081] 반면에 노드 B는 주사용자의 출현 범위(900)에 있지 않기 때문에 NUM_d를 증가시키지 않고 클러스터 헤드의 노드 A로 CC_DET를 전송한다(930).

[0082] 클러스터 헤드는 자신이 수신한 CC_DET를 참조하여 기존의 CCC를 변경할 것인지를 결정한다. 이때, NUM_d는 CCC를 변경을 결정하는데 중요한 척도가 된다.

[0083] 클러스터 헤드가 CCC를 변경하는 경우에는 새롭게 선택된 채널에 대한 정보를 포함한 CC_CNG를 사용 가능한 채널에 브로드캐스팅한다.

[0084] CC_CNG를 수신한 노드는 앞서 설명된 것과 동일하게 홉 수를 하나씩 감소시키면서 이웃 노드로 다시 CC_CNG를 전송한다.

[0085] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및

변형이 가능하다.

[0086] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0087] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 무선 인지 ad-hoc 네트워크에서 분산적으로 공통 제어 채널을 찾고 동일한 채널을 사용하는 노드를 클러스터로 구성하는 흐름도이다.

[0088] 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 노드가 클러스터를 형성하기 위해 전송하는 메시지를 도시한 도면이다.

[0089] 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 클러스터 헤드가 CC_IVT를 사용 가능한 채널에 순차적이고 주기적인 브로드캐스팅을 도시한 도면이다.

[0090] 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 노드가 수신한 CC_IVT와 사용 가능한 채널로 후보 채널을 계산하고, 이웃 노드로 다시 브로드캐스팅하는 과정을 도시한 도면이다.

[0091] 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 미리 정해진 홉 수 내의 노드가 클러스터 헤드로 후보 채널에 대한 정보를 송신하는 CC_RPT를 도시한 도면이다.

[0092] 도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 미리 정해진 홉 수 내의 노드가 CC_RPT를 부모 노드로 전송함으로써 클러스터 헤드로 전달되는 과정을 나타내는 도면이다.

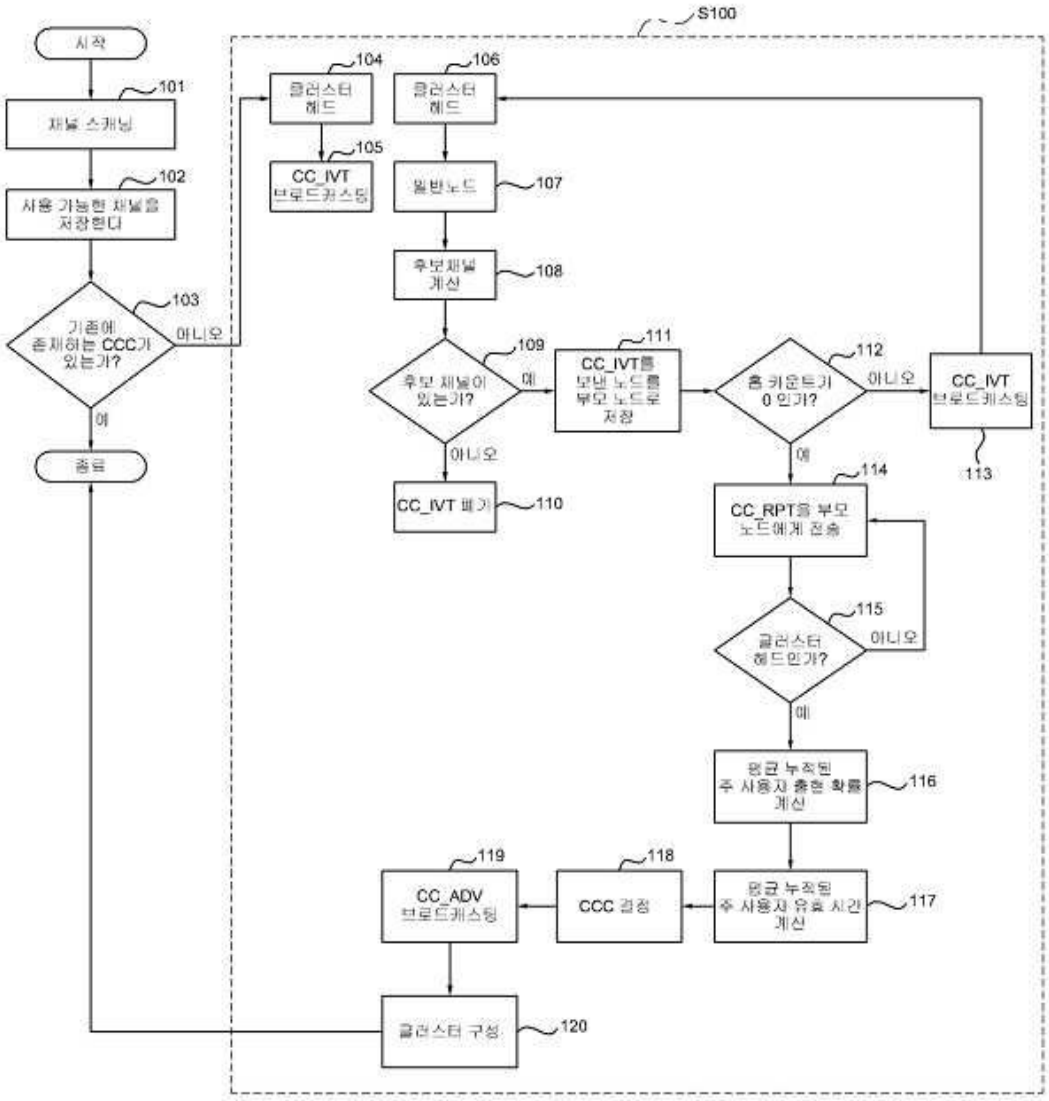
[0093] 도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, 클러스터 헤드에서 모아진 CC_RPT를 기반으로 연결된 노드로 누적된 주사용자의 출현 확률과 유휴 시간의 평균을 구하는 예를 나타내는 도면이다.

[0094] 도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서, 무선 인지 사용자가 주사용자의 시그널을 탐지함에 따라 이를 알리기 위해 이웃 노드에게 알리는 CC_DET를 도시한 도면이다.

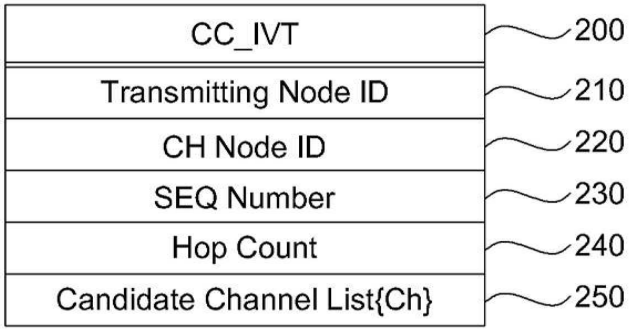
[0095] 도 9는 본 발명의 일실시예에 있어서, 무선 인지 사용자가 CC_DET를 클러스터 헤드로 최종 전달하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도면

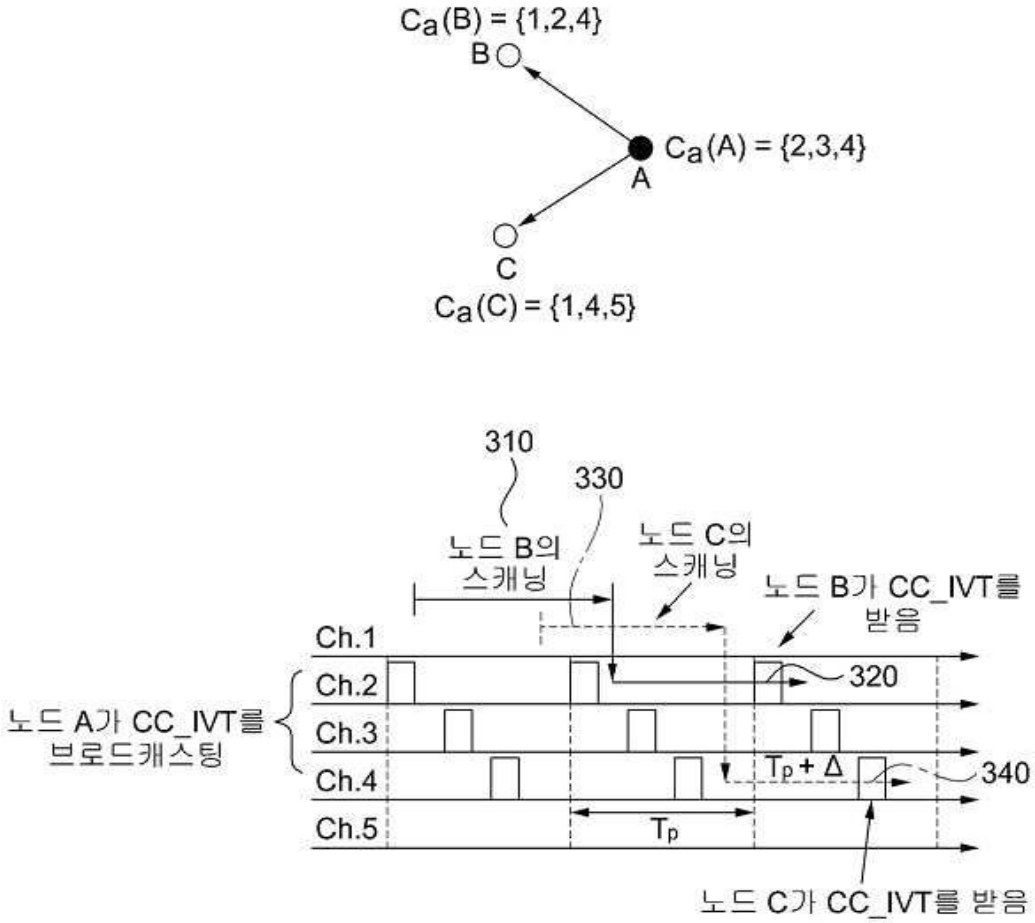
도면1


S100
시작
101
채널 스캐닝
102
사용 가능한 채널을 저장한다
103
기존에 존재하는 CCC가 있는가?
아니오
예
종료
104
클러스터 헤드
105
CC_IVT 브로드캐스팅
106
클러스터 헤드
107
일반노드
108
후보채널 계산
109
후보 채널이 있는가?
예
아니오
110
CC_IVT 폐기
111
CC_IVT를 보낸 노드를 부모 노드로 저장
112
홉 카운트가 0 인가?
아니오
예
113
CC_IVT 브로드캐스팅
114
CC_RPT를 부모 노드에게 전송
115
클러스터 헤드인가?
아니오
예
116
평균 누적된 주 사용자 출현 확률 계산
117
평균 누적된 주 사용자 유효 시간 계산
118
CCC 결정
119
CC_ADV 브로드캐스팅
120
클러스터 구성

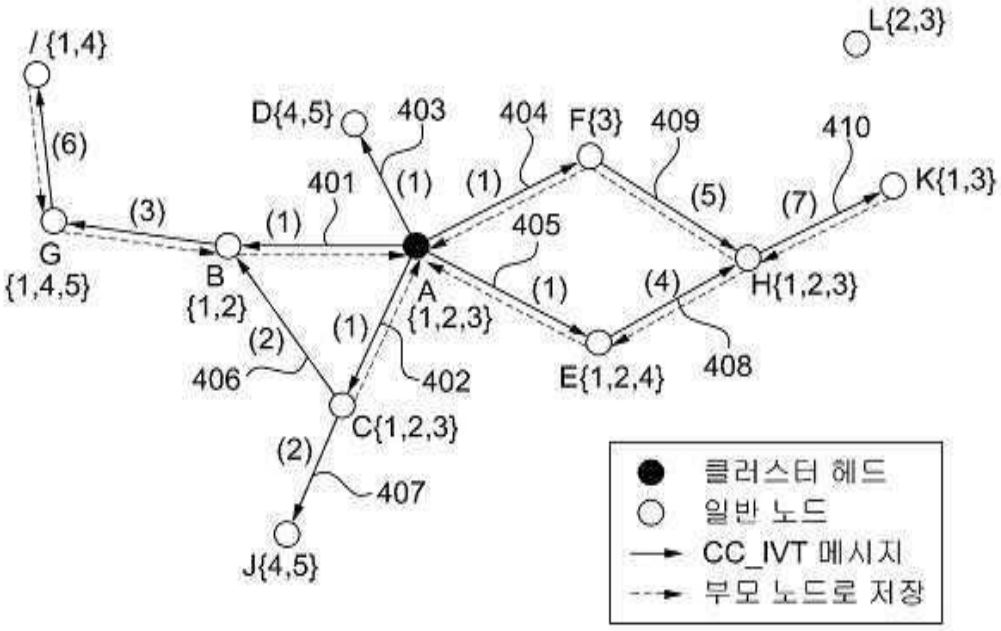
도면2


CC_IVT
200
Transmitting Node ID
210
CH Node ID
220
SEQ Number
230
Hop Count
240
Candidate Channel List{Ch}
250

도면3


Ca(B) = {1,2,4}
B
Ca(A) = {2,3,4}
A
C
Ca(C) = {1,4,5}
310
330
노드 B의 스캐닝
노드 C의 스캐닝
노드 B가 CC_IVT를 받음
Ch.1
Ch.2
Ch.3
Ch.4
Ch.5
320
340
Tp + Δ
Tp
노드 A가 CC_IVT를 브로드캐스팅
노드 C가 CC_IVT를 받음

도면4



CC_IVT (1)
Tr = A
CH = A
SEQ = 1
HC = 3
CCL = {1,2,3}

CC_IVT (2)
C
A
1
2
{1,2,3}

CC_IVT (3)
B
A
1
2
{1,2}

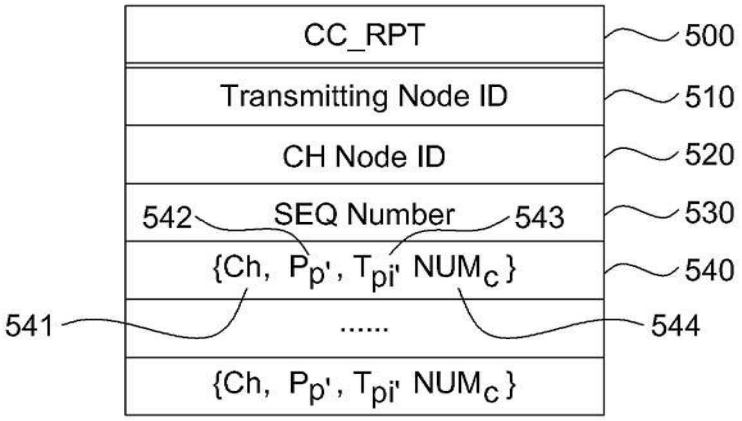
CC_IVT (4)
E
A
1
2
{1,2}

CC_IVT (5)
F
A
1
2
{3}

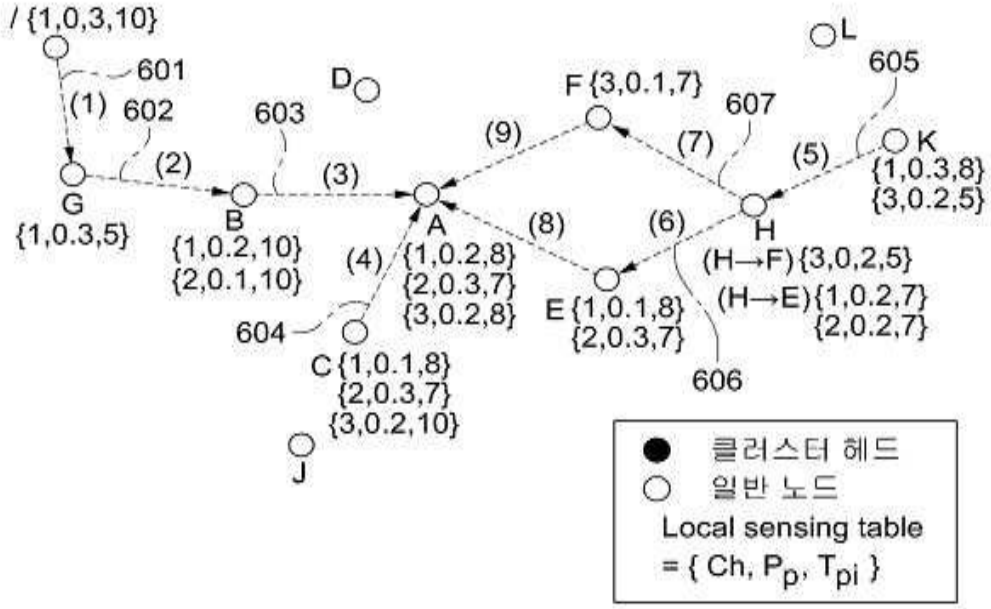
CC_IVT (6)
G
A
1
1
{1}

CC_IVT (7)
H
A
1
1
{1,2,3}

도면5


CC_RPT
500
Transmitting Node ID
510
CH Node ID
520
542
SEQ Number
543
530
{Ch, $P_{p'}$, $T_{pi'}$ NUM_c}
540
541
.....
544
{Ch, $P_{p'}$, $T_{pi'}$ NUM_c}

도면6



CC_PRT (1)
Tr = 1
CH = A
SEQ = 1
{1,0.3,10,1}

CC_PRT (2)
G
A
1
{1,0.6,15,2}

CC_PRT (3)
B
A
1
{1,0.8,25,3}
{2,0.1,10,1}

CC_PRT (4)
C
A
1
{1,0.1,8,1}
{2,0.3,7,1}
{3,0.2,10,1}

CC_PRT (5)
K
A
1
{1,0.3,8,1}
{3,0.2,5,1}

CC_PRT (6)
H
A
1
{1,0.5,15,2}
{2,0.2,7,1}

CC_PRT (7)
H
A
1
{1,0.4,10,2}

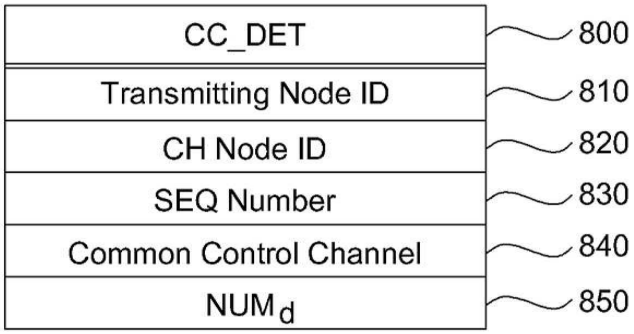
CC_PRT (8)
E
A
1
{1,0.6,23,3}
{2,0.5,14,2}

CC_PRT (9)
F
A
1
{3,0.5,17,3}

도면7

710	720	730	740
채널 ID	평균 P_p	평균 T_{pi}	누적된 노드 수
1	0.21	8	8
2	0.24	7.6	5
3	0.18	7	5

도면8



도면9

