



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0038432
(43) 공개일자 2011년04월14일

(51) Int. Cl.

H04W 72/04 (2009.01) H04W 64/00 (2009.01)
H04B 7/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0095718

(22) 출원일자 2009년10월08일

심사청구일자 2010년01월08일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

(72) 발명자

구인수

울산광역시 울주군 범서읍 구영리 우미린1차아파트 306동 1703호

이영두

울산광역시 북구 신천동 문화청솔아파트 102동 708호

(74) 대리인

이현수, 김태현, 정홍식

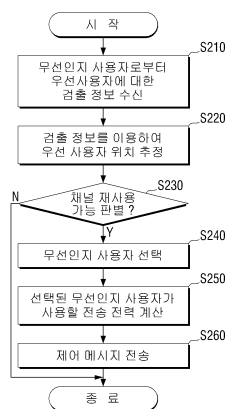
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 무선인지 시스템에서의 우선 사용자 위치 기반 채널 재사용 기법

(57) 요약

무선인지 시스템의 채널 재사용 방법이 개시된다. 무선 인지 시스템의 채널 재사용 방법은, 우선 사용자의 채널 사용을 검출한 무선인지 사용자의 수에 따라 우선 사용자의 위치를 추정하는 단계, 추정된 우선 사용자의 위치를 기반으로 우선 사용자가 사용 중인 채널의 재사용 여부를 판별하는 단계 및, 우선 사용자가 사용 중인 채널의 재사용이 가능한 경우, 우선 사용자의 통신에 대한 간섭 정도를 고려하여 상기 채널을 재사용할 무선인지 사용자를 선택하는 단계를 포함한다. 이에 따라 무선인지 시스템의 채널 재사용율 및 시스템 처리율을 높일 수 있게 된다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 RIC 06-03-09

부처명 지식경제부

연구관리전문기관

연구사업명 네트워크 기반 자동화연구

연구과제명 지역혁신센터(RIC) 네트워크 기반 자동화연구

기여율

주관기관 울산대학교 산학협력단

연구기간 2002년 07월 01일 ~ 2012년 02월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

무선 인지 시스템의 채널 재사용 방법에 있어서,

우선 사용자의 채널 사용을 검출한 무선인지 사용자의 수에 따라 우선 사용자의 위치를 추정하는 단계;

상기 추정된 우선 사용자의 위치를 기반으로 상기 우선 사용자가 사용 중인 채널의 재사용 여부를 판별하는 단계; 및

상기 우선 사용자가 사용 중인 채널의 재사용이 가능한 경우, 상기 우선 사용자의 통신에 대한 간섭 정도를 고려하여 상기 채널을 재사용할 무선인지 사용자를 선택하는 단계;를 포함하는 채널 재사용 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 추정된 우선 사용자의 위치 정보 및 상기 선택된 무선인지 사용자의 위치 정보를 기반으로 상기 선택된 무선인지 사용자의 최대 전송 전력을 계산하는 단계;

상기 전송 전력 정보와 상기 우선 사용자가 사용 중인 채널에 대한 채널 할당 정보를 포함하는 제어 메시지를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 제어 메시지를 상기 선택된 무선인지 사용자에게 전송하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 채널 재사용 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 우선 사용자의 위치 추정 단계는,

무선인지 사용자가 우선 사용자의 채널 사용 여부를 검출하는 단계;

상기 검출 정보를 기지국에 전송하는 단계;

상기 기지국이 검출 정보를 기반으로 각각의 채널에 대해 상기 검출 정보를 전송한 무선인지 사용자를 분류하는 단계; 및

상기 분류된 무선인지 사용자의 수에 따라 우선 사용자를 검출한 사용자의 위치 정보와 기지국의 위치 정보를 이용하여 우선 사용자의 위치를 추정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 채널 재사용 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 채널 재사용 판별 단계는,

상기 추정된 우선 사용자의 위치 정보를 기반으로 상기 분류된 무선인지 사용자 수에 따라 기지국이 상기 검출된 우선 사용자의 최대전송거리 내에 있는지를 확인하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 채널 재사용 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 후보 무선인지 사용자 선택 단계는,

상기 분류된 무선인지 사용자 수에 따라 상기 검출된 우선 사용자의 추정된 위치정보와 상기 우선 사용자를 검출하지 않은 무선인지 사용자의 위치 정보를 기반으로 유효거리 값을 계산하는 단계; 및

상기 우선 사용자를 검출하지 않은 무선인지 사용자 중 상기 유효거리 값이 최대인 무선인지 사용자를 상기 채널을 재사용할 무선인지 사용자로 선택하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 채널 재사용 방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 전송전력 계산 단계는,

상기 무선인지 사용자 선택 단계에서 획득한 유효거리, 상기 검출된 우선 사용자의 최대전송거리, 요구 SINR(signal to interference plus noise ratio) 및 전송 전력의 정보를 이용하여 상기 선택된 무선인지 사용자가 사용할 전송 전력을 계산하는 것을 특징으로 하는 채널 재사용 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 제어 메시지를 수신한 상기 선택된 무선인지 사용자가 자신이 사용할 채널 및 전송전력을 변경하는 단계;

상기 변경된 채널의 채널상태와 전송전력에 따라 변조 및 코딩 방법을 결정하는 단계; 및

상기 결정된 변조 및 코딩 방법에 따라 데이터 송수신을 수행하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 채널 재사용 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선인지 시스템에서 채널을 사용 중인 것으로 검출된 우선 사용자의 위치를 추정하고, 추정된 우선 사용자의 위치를 기반으로 우선 사용자가 채널을 사용함으로써 인해 사용이 불가능한 채널을 사용함으로써 채널 재사용을 및 시스템 처리율을 높이는 우선 사용자 위치 기반 채널 재사용 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 한정적 자원인 주파수의 고갈 현상을 극복하기 위하여 제안된 기술들중 대표적인 주파수 공유 기술인 무선인지(cognitive radio)는 전통적인 SDR(software defined radio) 기술의 진보된 형태로 고려될 수 있으며, 1999년 Joseph Mitola III에 의해 등장하였다. 무선인지 기술은 무선 채널 및 사용자의 통신환경을 지속적으로 학습하고, 이에 대한 통계적 자료를 기반으로 전송 기법 선택 및 전송 관련 파라미터를 조정함으로써 현재의 통신환경에 대해 최적의 데이터 송수신을 수행하는 기술이라 할 수 있다.

[0003] 무선인지 기술에서 주파수 공유를 위해 사용하는 스펙트럼 액세스 방법으로는 크게 underlay와 overlay 기법이 있는데, underlay 기법은 우선 사용자가 사용중인 주파수 대역이라도 우선 사용자의 통신에 간섭을 주지 않는 범위 내에서 낮은 전송 전력을 사용함으로써 데이터 전송을 수행할 수 있는 기법이다. 하지만 우선 사용자가 겪게 되는 간섭의 정도를 정확히 알아야 함으로 그 구현이 복잡하다는 단점을 가진다. overlay 기법은 우선 사용자가 사용하고 있는 주파수 대역에는 통신을 수행 할 수 없으며, 단지 우선 사용자가 사용하고 있지 않은 주파수 대역을 통해서만 통신이 가능하다. underlay 기법에 비하여 상대적으로 복잡도가 낮아서 현재 많이 고려되고 있는 기법이다. underlay 기법의 대표적 예로는 UWB(ultra wide band)가 많이 언급되며, overlay 기법에 대해서는 무선인지 기술이 적용된 첫 표준인 IEEE 802.22 WRAN(wireless regional area network)이 있다.

[0004] 위의 두 주파수 공유 기법 중 구현의 용이함 때문에 현재 많이 고려되고 있는 overlay 기법을 기반으로 동작하는 셀룰러(cellular) 형태의 무선인지 시스템에서, 많은 수의 우선 사용자가 주파수 대역을 사용하게 되면 해당 셀(cell) 내에서 상기 무선인지 시스템에 의해 가용한 채널의 수는 급격하게 줄어들게 된다. 따라서, 극단적인 경우에는 채널 부족으로 인하여 데이터 전송이 불가능해지거나, 전체 무선인지 사용자 중 일부에게만 데이터 전송이 가능해져 나머지 사용자들의 서비스 지연으로 인한 전체 시스템의 극심한 QoS(quality of service) 저하를 초래할 수 있다.

[0005] 그러므로, 부족한 가용 채널 수로 인한 통신 시스템 성능 저하를 극복하기 위하여 우선 사용자가 비록 현재 주파수 대역을 사용하고 있을지라도 underlay 기법을 통해 전송 전력을 조절함으로써 상기 주파수 대역을 사용하여 가용 채널 수를 늘리는 추가적인 전송 알고리즘이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0006] 따라서 본 발명은 overlay 기법으로 동작하는 무선인지 시스템에서 우선 사용자가 사용중인 채널을 사용하기 위하여, 채널을 사용중인 것으로 검출된 우선 사용자의 위치를 추정하고, 추정된 우선 사용자의 위치를 기준으로 underlay 기법을 사용하여 전송전력을 제어했을 때 우선 사용자의 요구 SINR(signal to interference plus noise ratio)을 만족하면서 동시에 가장 간섭을 적게 일으키는 무선인지 사용자를 선택하고, 제어 메시지를 통해 선택된 무선인지 사용자의 채널전환 및 전송전력을 제어함으로써 우선 사용자가 사용중인 채널을 사용 가능하게 하는데 그 목적이 있다.
- [0007] 상기 목적을 달성하기 위한 무선 인지 시스템의 채널 재사용 방법에 있어서, 우선 사용자의 채널 사용을 검출한 무선인지 사용자의 수에 따라 우선 사용자의 위치를 추정하는 단계, 상기 추정된 우선 사용자의 위치를 기반으로 상기 우선 사용자가 사용 중인 채널의 재사용 여부를 판별하는 단계 및, 상기 우선 사용자가 사용 중인 채널의 재사용이 가능한 경우, 상기 우선 사용자의 통신에 대한 간섭 정도를 고려하여 상기 채널을 재사용할 무선인지 사용자를 선택하는 단계를 포함한다.
- [0008] 또한, 상기 추정된 우선 사용자의 위치 정보 및 상기 선택된 무선인지 사용자의 위치 정보를 기반으로 상기 선택된 무선인지 사용자의 최대 전송 전력을 계산하는 단계, 상기 전송 전력 정보와 상기 우선 사용자가 사용 중인 채널에 대한 채널 할당 정보를 포함하는 제어 메시지를 생성하는 단계 및, 상기 생성된 제어 메시지를 상기 선택된 무선인지 사용자에게 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0009] 이 경우, 상기 우선 사용자의 위치 추정 단계는, 무선인지 사용자가 우선 사용자의 채널 사용 여부를 검출하는 단계, 상기 검출 정보를 기지국에 전송하는 단계, 상기 기지국이 검출 정보를 기반으로 각각의 채널에 대해 상기 검출 정보를 전송한 무선인지 사용자를 분류하는 단계 및, 상기 분류된 무선인지 사용자의 수에 따라 우선 사용자를 검출한 사용자의 위치 정보와 기지국의 위치 정보를 이용하여 우선 사용자의 위치를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 채널 재사용 판별 단계는, 상기 추정된 우선 사용자의 위치 정보를 기반으로 상기 분류된 무선인지 사용자 수에 따라 기지국이 상기 검출된 우선 사용자의 최대전송거리 내에 있는지를 확인하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 후보 무선인지 사용자 선택 단계는, 상기 분류된 무선인지 사용자 수에 따라 상기 검출된 우선 사용자의 추정된 위치정보와 상기 우선 사용자를 검출하지 않은 무선인지 사용자의 위치 정보를 기반으로 유효거리 값을 계산하는 단계 및, 상기 우선 사용자를 검출하지 않은 무선인지 사용자 중 상기 유효거리 값이 최대인 무선인지를 사용자 상기 채널을 재사용할 무선인지 사용자로 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 전송전력 계산 단계는, 상기 무선인지 사용자 선택 단계에서 획득한 유효거리, 상기 검출된 우선 사용자의 최대전송거리, 요구 SINR(signal to interference plus noise ratio) 및 전송 전력의 정보를 이용하여 상기 선택된 무선인지 사용자가 사용할 전송 전력을 계산할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 제어 메시지를 수신한 상기 선택된 무선인지 사용자가 자신이 사용할 채널 및 전송전력을 변경하는 단계, 상기 변경된 채널의 채널상태와 전송전력에 따라 변조 및 코딩 방법을 결정하는 단계 및, 상기 결정된 변조 및 코딩 방법에 따라 데이터 송수신을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 이에 따라, 셀룰러 형태의 무선인지 시스템에서 많은 우선 사용자들의 채널 사용으로 인해 상기 무선인지 시스템이 사용할 수 있는 가용 채널의 수에 대한 부족 현상이 일어나기 쉬운데 이를 극복 할 수 있게 된다.
- [0015] 또한, 채널을 사용하는 것으로 검출된 우선 사용자의 위치를 추정하는 방법에 대한 접근법, 추정된 우선 사용자의 위치를 기반으로 어떻게 채널을 재사용할 수 있는지에 대한 접근법, 검출된 우선 사용자와 선택된 무선인지 사용자 사이의 거리를 기반으로 어떻게 전송전력을 제어할 수 있는지에 대한 접근법을 제공할 수 있다는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하에서는 첨부도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀룰러 형태의 무선인지 시스템의 개략적인 구성을 나타내는 도면이다.
- [0018] 도 1에 따르면, 본 무선인지 시스템은 무선인지 기지국(1), 무선인지 사용자(2) 그리고 우선 사용자(3)를 포함하는 형태가 될 수 있다.
- [0019] 본 무선인지 시스템은 셀룰러(cellular) 형태의 무선인지 시스템이 될 수 있다. 즉, 이동 무선 통신에서 셀(cell)의 설치에 의해 통신망을 구성, 운용하는 형태의 시스템이 될 수 있다. 여기서, 셀이란 하나의 넓은 서비스 지역을 세포 형태로 분할하여 소형 송신 전력 기지국을 설치하는 작은 구역을 가리킨다. 또한, 본 무선인지 시스템은 overlay 기법으로 동작하는 무선인지 시스템이 될 수 있다.
- [0020] 무선인지 기지국(1)은 셀(cell) 내의 데이터 송수신의 중심점 역할을 수행한다.
- [0021] 구체적으로, 무선인지 기지국(1)은 제어 메시지를 통해 무선인지 사용자(2)와의 동기화를 수행한다.
- [0022] 또한, 무선인지 기지국(1)은 무선인지 사용자(2)가 우선 사용자(3)의 채널 사용을 검출하도록 채널에 대한 검출 시기를 정의해 주는 역할을 수행할 수 있다.
- [0023] 또한, 무선인지 기지국(1)은 데이터 메시지를 통하여 무선인지 사용자(2)가 요구하는 데이터 송수신 서비스를 제공할 수 있다.
- [0024] 또한, 무선인지 기지국(1)은 무선인지 사용자(2)의 채널 검출 동작을 통해 획득한 우선 사용자(3)에 대한 검출 정보를 수신하여 셀 내에서 무선인지 사용자(2)가 사용할 수 있는 가용 채널을 정의할 수 있다.
- [0025] 또한, 무선인지 기지국(1)은 무선인지 사용자(2)가 현재 가지고 있는 무선 채널 상태 및 요구 QoS를 고려하여 채널을 할당하며, 우선 사용자(3)에 대한 검출 정보를 기반으로 검출된 우선 사용자(3)의 위치를 추정하여 채널 재사용을 위한 동작을 수행할 수 있다.
- [0026] 또한, 무선인지 기지국(1)은 무선인지 사용자(2)로부터 전송되는 위치 정보를 저장/유지/관리하는 위치정보 DB(database, 데이터베이스)(미도시)를 구비하여 우선 사용자 위치 추정시 우선 사용자(3)를 검출한 무선인지 사용자(2)의 위치 정보를 확인 할 수 있다.
- [0027] 또한, 무선인지 기지국(1)은 위치정보DB와 추정된 우선 사용자(3)의 위치를 참조하여 자신의 셀 내에 있는 무선인지 사용자(2) 및 검출된 우선 사용자(3)의 위치를 표시하는 위치 MAP을 구비할 수 있다.
- [0028] 또한, 무선인지 기지국(1)은 우선 사용자(3)에 대한 검출정보에 포함된 우선 사용자(3)의 종류에 따라 해당 우선 사용자가 사용하는 전송 프로토콜, 요구 SINR(signal to interference plus noise ratio), 최대전송거리, 전송전력 등의 정보를 포함하는 우선사용자DB를 구비하여 우선 사용자 위치 추정시 활용할 수 있다.
- [0029] 한편, 무선인지 사용자(2)는 GPS 시스템 등과 같은 자신의 지리적 위치를 계산할 수 있는 부가적인 시스템 또는, 고정형으로서 초기 설치시 자신의 지리적 위치 정보를 입력받는 등의 방법을 통해서 자신의 위치 정보를 가지고 있는 무선기기가 될 수 있다.
- [0030] 무선인지 사용자(2)는 무선인지 시스템 셀 내의 통신 네트워크에 참여시 자신의 위치 정보를 무선인지 기지국(1)으로 전송한다. 여기서, 위치정보는 무선인지 사용자(2)의 이동으로 인해 위치가 변경될 경우에만 무선인지 기지국(1)에게 재전송될 수 있다.
- [0031] 또한, 무선인지 사용자(2)는 무선인지 기술이 탑재된 무선기기로서 우선 사용자(3)가 채널을 사용하고 있는지를 채널 센싱하여 검출할 수 있다.
- [0032] 뿐만 아니라, 무선인지 사용자(2)는 무선인지 기지국(1)을 통하여 데이터 송수신 서비스를 받으며, 무선인지 기지국(1)으로부터 전송받은 제어 메시지를 참조하여 주기적으로 우선 사용자(3)의 채널 사용을 센싱하고, 센싱정보를 기반으로 우선 사용자(3)의 종류를 분별할 수 있다.
- [0033] 또한, 무선인지 사용자(2)는 수신신호 강도 세기 등을 이용하여 자신과 검출된 우선 사용자(3) 사이의 거리를 계산한 다음, 계산된 정보를 무선인지 기지국(1)에게 전송할 수 있다.
- [0034] 또한, 무선인지 사용자(2)는 무선인지 기지국(1)으로부터 제어 메시지를 통해 채널할당정보 및 전송전력정보를 전송받아 검출된 우선 사용자(3)가 현재 사용중인 채널을 통해 데이터 송수신을 수행한다.
- [0035] 한편, 우선 사용자(3)는 본 무선인지 시스템에서 특정 주파수 대역에 대한 사용권한(license)을 이미 획득한 사용자로서, 무선인지 사용자(2)의 통신 상태에 상관없이 자신이 원하는 때에 언제든지 상기 주파수 대역을 사용

할 수 있는 사용자를 의미하며, 하나의 송수신기로서 동작한다.

- [0036] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 채널 재사용 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0037] 도 2의 도시된 동작들은 도 1에 도시된 무선인지 기지국(1) 상에서 이루어지게 된다. 도 2에 도시된 흐름도는 도 1에 도시된 무선인지 시스템에 적용되는 것이므로 도 1에 도시된 구성요소들 및 식별번호를 동일하게 이용하도록 한다.
- [0038] 도 2에 도시된 채널 재사용 방법에 따르면, 먼저 무선인지 기지국(1)이 무선인지 사용자(2)로부터 우선 사용자(3)에 대한 검출정보를 수신한다(S210).
- [0039] 여기서 수신된 우선 사용자(3)에 대한 검출정보에는 채널 사용이 검출된 우선 사용자(3)의 종류 및, 검출된 우선 사용자(3)를 검출한 무선인지 사용자(2)의 위치를 기준으로 상기 검출된 우선 사용자(3)까지의 추정된 거리 정보가 포함될 수 있다.
- [0040] 이어서, 무선인지 기지국(1)은 검출된 우선 사용자(3)를 검출한 무선인지 사용자(2)의 수에 따라 상이한 방법을 사용하여 검출된 우선 사용자(3)의 위치를 추정한다(S220).
- [0041] 이어서, 추정된 우선 사용자(3)의 위치정보를 기반으로 검출된 우선 사용자(3)가 사용하고 있는 채널이 셀 내에서 재사용 가능한지를 검출된 우선 사용자(3)와 무선인지 기지국(1)의 위치 관계를 이용하여 판별한다(S230).
- [0042] S230 단계의 판별 결과, 채널을 셀 내에서 재사용할 수 없다고 판단된 경우(S230:N), 해당 채널에 대한 재사용은 금지된다.
- [0043] S230 단계의 판별 결과, 해당 채널을 셀 내에서 재사용할 수 있다고 판단된 경우(S230:Y), 무선인지 기지국(1)은 해당 채널을 사용할 무선인지 사용자를 선택한다(S240). 이 경우, 검출된 우선 사용자(3)를 검출하지 않은 무선인지 사용자(2)중 상기 검출된 우선 사용자(3)가 사용 중인 채널을 사용했을 때, 우선 사용자(3)의 통신에 가장 적은 간섭을 일으킬 것으로 예상되는 무선인지 사용자(2)를 선택할 수 있다.
- [0044] 이어서, 우선 사용자(3)의 위치에 따른 거리정보를 기반으로 선택된 무선인지 사용자(2)가 사용할 전송전력을 계산한다(S250).
- [0045] 이 후, 무선인지 기지국(1)은 선택된 무선인지 사용자(2)에게 채널할당정보 및 전송전력정보가 포함된 제어 메시지를 전송한다(S260).
- [0046] 도 3은 도 2에 도시된 우선 사용자 추정 단계(S220) 단계를 상세히 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0047] 도 3에서 무선인지 기지국(1)은 무선인지 사용자(2)로부터 전송받은 채널 사용이 검출된 우선 사용자(3)에 대한 검출정보를 통하여 검출된 우선 사용자(3)를 검출한 무선인지 사용자(2)의 수(N)에 따라 상이한 추정 방법을 사용한다.
- [0048] $N = 1$ 인 경우(S221:Y), 무선인지 기지국(1)은 자신의 위치정보DB로부터 검출된 우선 사용자(3)를 검출한 무선인지 사용자(2)의 위치정보를 확인한다(S222).
- [0049] 이어서, 자신의 위치 MAP 상에 자신의 위치정보와 확인된 무선인지 사용자(2)의 위치정보를 기준으로 상기 검출된 우선 사용자(3)의 위치를 추정한다(S223). 여기에서, 무선인지 기지국(1)의 위치값은 (0,0)으로 원점을 의미하며, 무선인지 사용자(2)의 위치 값은 원점을 기준으로 표현된다.
- [0050] 이하에서는, $N = 1$ 인 경우의 S223 단계의 우선 사용자 위치 추정 방법을 도 4a 내지 도 4c를 참조하여 자세히 설명하도록 한다.
- [0051] 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 일 실시 예에 따른 $N = 1$ 인 경우의 우선 사용자 위치 추정 방법을 설명하기 위한 도면들이다.
- [0052] 도 4a에 따르면, 하나의 무선인지 사용자(CU)가 채널센싱주기 동안 우선 사용자(PU)의 송신신호를 검출하고 (SUB-41), 검출된 정보를 이용하여 우선 사용자(PU)의 종류 및, 상기 송신신호의 수신신호 강도 세기 등을 이용하여 계산한 상기 우선 사용자(PU)까지의 거리(d_{CU-PU}) 정보를 도출한다. 이 후, 이들을 포함하는 우선 사용자(PU) 검출정보를 무선인지 기지국(BS)에게 전송하게 된다(SUB-42).
- [0053] 도 4b에 따르면, 무선인지 기지국(BS)은 수신받은 검출정보로부터 얻은 검출된 우선 사용자(PU)와 검출된 우선 사용자(PU)를 검출한 무선인지 사용자(CU)까지의 거리 값, d_{CU-PU} 를 이용하여 검출된 우선 사용자(PU)의 위치를

추정한 것을 원으로 나타낼 수 있다(SUB-43).

[0054] 이는 도 4a에서 무선인지 사용자(CU)가 검출된 우선 사용자(PU)의 신호를 검출하였더라도, 어느 방향에 상기 검출된 우선 사용자(PU)가 있는지 알지 못하므로 거리 값 d_{CUA-PU} 를 반지름으로 하는 원을 그려서 검출된 우선 사용자(PU)의 위치를 추정하는 것이다.

[0055] 도 4c에 따르면, 무선인지 기지국(BS)은 검출정보에 포함된 검출된 우선 사용자(PU)의 종류 정보를 통하여 자신의 우선사용자DB에 등록되어 있는 검출된 우선 사용자(PU)의 최대전송거리($d_{trans,PU}$)를 확인하고, 추정된 우선 사용자의 위치를 나타내는 원을 기준으로 최대전송거리($d_{trans,PU}$) 만큼 더 큰 원을 그린다(SUB-44).

[0056] 이는, 검출된 우선 사용자(PU)가 도 1에서 설명한 바와 같이 송신 및 수신이 가능한 무선기기로 동작함으로, 검출된 우선 사용자(PU) 송신기의 최대전송거리($d_{trans,PU}$) 범위 내에 우선 사용자(PU) 수신기가 존재할 것으로 예상되기 때문이다. 따라서, 도 4c에서 원(SUB-44)은 검출된 우선 사용자(PU)가 무선인지 시스템으로부터 보호받아야 할 간섭 영역이 된다.

[0057] 한편, 도 3에서 $N = 2$ 인 경우(S224:Y), $N = 1$ 인 경우의 S222 단계와 동일하게 무선인지 기지국(BS)은 자신의 위치정보DB에서 검출된 우선 사용자(PU)를 검출한 상기 무선인지 사용자(CU)의 위치 정보를 획득한다(S225).

[0058] 이 후, 자신의 위치 MAP 상에서 검출된 우선 사용자(PU)의 위치를 추정하게 된다(S226).

[0059] 이하에서는, $N = 2$ 인 경우의 S226 단계의 우선 사용자(PU)의 위치 추정 방법을 도 5a 내지 도 5d를 참조하여 자세히 설명하도록 한다.

[0060] 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일 실시 예에 따른 $N = 2$ 인 경우의 우선 사용자 위치 추정 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[0061] 도 5a에 따르면, 두 개의 무선인지 사용자 CU_A 와 CU_B 는 우선 사용자, PU_0 의 채널 사용을 검출하였다(SUB-51). 여기에서, PU_0 의 "0"는 Original을 의미하며, 표기에 대한 상세한 부연 설명은 후술하도록 한다. 검출정보는 도 4a과 같이 무선인지 기지국(BS)에게 전송된다(SUB-52).

[0062] 도 5b에 따르면, 무선인지 기지국(BS)이 획득한 CU_A 와 CU_B 의 위치정보를 가지고 자신의 위치 MAP 상에 그린 직각 삼각형이 도시된다. 여기에서, L_{AB} 는 CU_A 와 CU_B 사이의 직선 거리를 의미하고, θ_{AB} 는 상기 직각 삼각형의 밑변을 기준으로 CU_A 와 CU_B 사이의 각도를 의미하며, L_{AB} 와 θ_{AB} 에 관한 수학식은 다음과 같다.

수학식 1

$$L_{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$

[0063]

수학식 2

$$\theta_{AB} = \tan^{-1} \left(\frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \right)$$

[0064]

[0065] 도 5b에서 무선인지 기지국(BS)은 PU_0 의 위치를 추정하기 위하여, 각도 α 의 값을 다음 수학식을 이용하여 계산한다.

수학식 3

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{d_1^2 + L_{AB}^2 - d_2^2}{2d_1 L_{AB}} \right)$$

[0066]

[0067] 여기에서, d_1 은 도 4a와 같이 CU_A 로부터 검출된 PU_0 까지의 거리($d_{CUA-PU0}$)를 의미하고, d_2 는 CU_B 로부터 검출된 PU_0

까지의 거리($d_{CUB-PU0}$)를 의미한다.

[0068] 도 5b에서 계산된 각도 α 값을 도 5c에서 선 L_{AB} 를 기준으로 두 개의 우선 사용자 PU_0 와 PU'_0 를 그리게 되는데, 이는 각각의 우선 사용자의 위치에서 각도 α 값을 계산했을 때 같은 결과가 나오기 때문이다.

[0069] 무선인지 기지국(BS)은 검출된 하나의 우선 사용자가 두 점 중 어디에 위치하는지 알 수 없으므로 두 점 모두 검출된 우선 사용자인 것으로 간주하고, 그 위치를 다음 수학적식을 이용하여 계산한다.

수학적식 4

$$PU_0(x_{PU_0}, y_{PU_0}) \text{ 에서, } \begin{aligned} x_{PU_0} &= x_A + d_1 \cos(\alpha + \theta_{AB}) \\ y_{PU_0} &= y_A + d_1 \sin(\alpha + \theta_{AB}) \end{aligned}$$

$$PU'_0(x_{PU'_0}, y_{PU'_0}) \text{ 에서, } \begin{aligned} x_{PU'_0} &= x_A + d_1 \cos(\theta_{AB} - \alpha) \\ y_{PU'_0} &= y_A + d_1 \sin(\theta_{AB} - \alpha) \end{aligned}$$

[0072] 도 5d에서, 두 개의 원($SUB-53$)은 추정된 우선 사용자 PU_0 와 PU'_0 가 무선인지 시스템으로부터 보호받아야 할 간섭 영역을 의미하는 것이며, 각각 추정된 두 점 $PU_0(x_{PU_0}, y_{PU_0})$, $PU'_0(x_{PU'_0}, y_{PU'_0})$ 을 중심으로 검출된 우선 사용자의 최대전송거리($d_{trans,PU}$)를 반경으로 한다.

[0073] 마지막으로, 도 3에서 $N \geq 3$ 인 경우(S227), S222 단계와 동일하게 무선인지 기지국은 자신의 위치정보DB에서 검출된 우선 사용자를 검출한 상기 무선인지 사용자의 위치정보를 획득하고(S228), 자신의 위치 MAP 상에서 검출된 우선 사용자(PU)의 위치를 추정한다(S229).

[0074] 이하에서는 $N \geq 3$ 인 경우의 우선 사용자 위치 추정 방법(S229)에 대하여 도 6a 내지 도 6c를 참조하여 상세히 설명하도록 한다.

[0075] 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 일 실시 예에 따른 $N \geq 3$ 인 경우의 우선 사용자 위치 추정 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[0076] 도 6a에서 세 개의 무선인지 사용자 CU_A , CU_B , CU_C 는 우선 사용자 PU 의 채널 사용을 검출하였다($SUB-61$). 여기서 검출정보는 도 4a와 같이 무선인지 기지국(BS)에게 전송된다($SUB-62$).

[0077] 도 6b에서 무선인지 기지국(BS)은 상기 획득한 무선인지 사용자 CU_A , CU_B , CU_C 의 위치정보를 이용하여 CU_A 와 CU_B 사이의 거리인 L_{AB} , CU_B 와 CU_C 사이의 거리인 L_{BC} , CU_A 와 CU_C 사이의 거리인 L_{AC} 를 수학적식 1과 동일한 방법을 사용하여 계산한다. 또한, 검출정보에 포함된 CU_A 로부터 PU까지의 거리인 d_1 , CU_B 로부터 PU까지의 거리인 d_2 , CU_C 로부터 PU까지의 거리인 d_3 을 확인한 후, 최소자승법(least-squares method)을 이용하여 다음과 같이 $PU(x_{PU}, y_{PU})$ 를 계산한다.

수학적식 5

$$d_i = \sqrt{(x_{PU} - x_i)^2 + (y_{PU} - y_i)^2}$$

[0078]

[0079] 여기에서 i 는 검출된 우선 사용자를 검출한 무선인지 사용자의 식별번호를 의미한다.

단계①, 수식식 5의 양변 제곱하면,

$$d_i^2 = x_{PU}^2 - 2x_{PU}x_i + x_i^2 + y_{PU}^2 - 2y_{PU}y_i + y_i^2$$

단계②, i가 C_A인 경우 : $d_A^2 = x_{PU}^2 - 2x_{PU}x_A + x_A^2 + y_{PU}^2 - 2y_{PU}y_A + y_A^2$

단계③, ① - ② : $2x_{PU}(x_A - x_i) + 2y_{PU}(y_A - y_i) = x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_i^2 + y_i^2 + d_i^2$

단계④, ③의 결과식을 행렬식으로 표현하면,

$$2(x_A - x_i \quad y_A - y_i) \begin{pmatrix} x_{PU} \\ y_{PU} \end{pmatrix} = x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_i^2 + y_i^2 + d_i^2$$

$$\rightarrow (x_A - x_i \quad y_A - y_i) \begin{pmatrix} x_{PU} \\ y_{PU} \end{pmatrix} = \frac{1}{2}(x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_i^2 + y_i^2 + d_i^2)$$

단계 ⑤, ④의 결과식에 C_B와 C_C인 경우 대입 :

$$\begin{pmatrix} x_A - x_B & y_A - y_B \\ x_A - x_C & y_A - y_C \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{PU} \\ y_{PU} \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_B^2 + y_B^2 + d_B^2 \\ x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_C^2 + y_C^2 + d_C^2 \end{pmatrix}$$

$$K = \begin{pmatrix} x_A - x_B & y_A - y_B \\ x_A - x_C & y_A - y_C \end{pmatrix}, \theta = \begin{pmatrix} x_{PU} \\ y_{PU} \end{pmatrix}, V = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_B^2 + y_B^2 + d_B^2 \\ x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_C^2 + y_C^2 + d_C^2 \end{pmatrix}$$

$$\rightarrow K\theta = V$$

여기에서,

단계 ⑥, 최소자승법을 이용하여 근사값 $\hat{\theta}$ 를 계산하면,

$$\hat{\theta} = (K^T K)^{-1} K^T V$$

여기에서, 근사값 $\hat{\theta}$ 은 PU(x_{PU}, y_{PU})을 의미하며, 만약 더 많은 수의 상기 검출된 우선 사용자(PU)를 검출한 무선인지 사용자가 존재할 경우, 단지 단계 ⑤에 다음과 같이 무선인지 사용자를 추가하면 된다.

$$\begin{pmatrix} x_A - x_B & y_A - y_B \\ x_A - x_C & y_A - y_C \\ x_A - x_D & y_A - y_D \\ x_A - x_E & y_A - y_E \\ \dots\dots\dots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{PU} \\ y_{PU} \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_B^2 + y_B^2 + d_B^2 \\ x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_C^2 + y_C^2 + d_C^2 \\ x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_D^2 + y_D^2 + d_D^2 \\ x_A^2 + y_A^2 - d_A^2 + x_E^2 + y_E^2 + d_E^2 \\ \dots\dots\dots \end{pmatrix}$$

도 6c에서, 표시된 원(SUB-63)은 검출된 우선 사용자(PU)가 무선인지 시스템으로부터 보호 받아야 할 간섭영역을 나타내며, 그 범위는 추정된 PU(x_{PU}, y_{PU})를 중심으로 상기 검출된 우선 사용자의 최대전송거리(d_{trans,PU})를 반경으로 한다.

도 7은 도 2에 도시된 채널 재사용 가능 판별 단계(S230)를 상세히 설명하기 위한 흐름도이다.

도 7에서 점선으로 표현된 화살표(SUB-71)들은 도 3의 S222, S223, S225, S226, S228, S229가 생략되어 있음을 표시하는 것이다.

도 7은 도 3의 N = 1, N = 2, N ≥ 3의 각 흐름에 있어서 동작하기 때문에 점선으로 표현된 화살표가 사용되었다.

- [0097] 도 7에서 도 1의 무선 기지국(1)은 $N = 1$, $N = 2$, $N \geq 3$ 의 경우에 따라 자신이 검출된 우선 사용자(3)의 간섭 영역에 들어가는지를 확인함으로써 채널 재사용 가능성을 판별한다(S231).
- [0098] 만약 도 7에서 $N = 1$ 일 경우, 도 4c를 참고하여 설명하면, 무선 기지국(BS)은 자신의 위치를 기준으로 무선인 지 사용자(CU)까지의 거리인 d_{BS-CU_A} 와 상기 무선인지 사용자(CU)를 기준으로 그려진 우선 사용자(PU)의 간섭 영역의 반경인 $d_{Interfer}$ 를 계산하고, 판별식 1과 같이 채널 재사용 가능성을 판별한다(S231).
- [0099] {판별식 1}
- [0100] $d_{Interfer} = d_{CU_A-PU} + d_{trans,PU}$ 일 때,
- [0101] 만약 $d_{BS-CU_A} - d_{Interfer} \geq 0$, , 채널 재사용 가능
- [0102] 만약 $d_{BS-CU_A} - d_{Interfer} < 0$, , 채널 재사용 불능
- [0103] 상기 판별식 1은 도 8을 참고하면 쉽게 이해할 수 있다.
- [0104] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 채널 재사용 가능 판별의 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] 도 8에서, 우선 사용자 송신기를 중심으로 표현된 원(SUB-81)은 상기 우선 사용자 송신기가 보호받아야 할 간섭 영역을 의미한다.
- [0106] 도 8에서 보는 바와 같이, $d_{BS-CU_A} - d_{Interfer} \geq 0$ 인 경우, 무선인지 기지국은 원의(SUB-81) 영역에 들어 가지 않으므로 상기 우선 사용자에 의해 사용되는 채널을 재사용 할 수 있으나, $d_{BS-CU_A} - d_{Interfer} < 0$ 인 경우, 무선인지 기지국은 원의(SUB-81) 영역에 들어가므로 상기 채널을 사용하게 되면 상기 우선 사용자의 통신에 치명적인 간섭을 일으킬 수 있다.
- [0107] 도 7에서 만약 채널이 재사용 가능하다면($d_{BS-CU_A} - d_{Interfer} \geq 0$), 다음 단계인 도 2의 무선인지 사용자 선택 단계(S240)로 넘어가고, 그렇지 않으면, 우선 사용자 위치 기반 채널 재사용 기법은 상기 우선 사용자에 의해 사용되는 채널에 대해 종료된다.
- [0108] 만약 도 7에서 $N = 2$ 일 경우, 도 5d를 참고하여 설명하면, 무선인지 기지국(BS)은 도 3에서 설명한 우선 사용자 위치 추정 단계를 통하여 이미 획득한 두 개의 우선 사용자 위치 $PU_O(x_{PU_O}, y_{PU_O})$ 와 $PU'_O(x_{PU'_O}, y_{PU'_O})$ 를 가지고 자신과의 거리를 계산하여 d_{BS-PU_O} 와 $d_{BS-PU'_O}$ 를 산출하고, 산출된 값 중 작은 값을 선택하여 채널 재사용 가능성을 다음과 같이 판별식 2를 이용하여 판별한다.
- [0109] {판별식 2}
- [0110] $d_{Selected} = \min(d_{BS-PU_O}, d_{BS-PU'_O})$ 일 때,
- [0111] 만약 $d_{Selected} \geq d_{trans,PU}$ 이라면, 채널 재사용 가능
- [0112] 만약 $d_{Selected} < d_{trans,PU}$ 이라면, 채널 재사용 불능
- [0113] 다음으로, 만약 도 7에서 $N \geq 3$ 일 경우, 도 6c를 참고하여 설명하면, 무선인지 기지국(BS)은 도 3에서 설명한 우선 사용자 위치 추정 단계를 통하여 이미 획득한 우선 사용자(PU)의 위치 $PU(x_{PU}, y_{PU})$ 를 가지고 자신과의 거리를 계산하여 d_{BS-PU} 를 산출하고, 상기 산출된 값을 가지고 다음 판별식 3과 같이 채널 재사용 가능성을 판

별한다.

[0114] {판별식 3}

[0115] 만약 $d_{BS-PU} \geq d_{trans,PU}$ 이라면, 채널 재사용 가능

[0116] 만약 $d_{BS-PU} < d_{trans,PU}$ 이라면, 채널 재사용 불능

[0117] 도 9는 도 2에 도시된 무선인지 사용자 선택 단계(S240)를 상세히 설명하기 위한 흐름도이다.

[0118] 도 9는, 도 7에서 설명한 채널 재사용 가능 판별 단계가 끝난 후, 어떤 무선인지 사용자가 재사용 가능한 것으로 판별된 채널을 사용할 것인가를 결정한다.

[0119] 도 9에서 점선으로 표현된 화살표들(SUB-91)은 도3의 S222, S223, S225, S226, S228, S229 및 도 7의 S231 단계가 생략되어 있음을 표시하는 것이다.

[0120] 도 9는 도 3 및 도 7의 $N = 1$, $N = 2$, $N \geq 3$ 의 각 흐름에 있어서 동작하기 때문에 점선으로 표현된 화살표가 사용되었다.

[0121] 도 9에서 무선인지 기지국은 각 N의 경우에 따라서 우선 사용자에게 의해 사용되는 채널을 사용할 무선인지 사용자를 상이한 방법으로 선택한다.

[0122] 만약 도 9에서 $N = 1$ 일 경우, 도 4c를 참조하여 설명하면, 무선인지 기지국(BS)은 우선 사용자(PU)를 검출하지 않은 나머지 무선인지 사용자(CU_i)를 대상으로 유효거리(effective distance, ED)를 계산한 후, 다음을 만족하는 무선인지 사용자(CU_{Selected})를 선택한다. 여기에서, 유효거리란, 도 4c에서 보는 바와 같이 상기 무선인지 사용자(CU_i)가 상기 우선 사용자(PU)에게 간섭을 일으키지 않는 범위 내에서 최대 전송할 수 있는 전송 거리를 의미한다.

수학식 6

[0123] ① $d_{CU_A-CU_i} = \sqrt{(x_i - x_A)^2 + (y_i - y_A)^2}$,

[0124] ② $ED_i = d_{CU_A-CU_i} - (d_{CU_A-PU} + d_{trans,PU})$ 일 때,

[0125] ③ $CU_{Selected} = \arg(\max_i(ED_i))$

[0126] 여기에서 i는 우선 사용자(PU)를 검출하지 않은 무선인지 사용자(CU_i)를 의미한다.

[0127] 수학식 6에서 ①은 상기 우선 사용자(PU)를 검출한 무선인지 사용자와 상기 우선 사용자(PU)를 검출하지 않은 무선인지 사용자(CU_i) 사이의 거리를 의미하고, ②는 도4-③에서 보는 바와 같이 유효거리(ED)를 의미한다. 그리고 ③은 상기 계산된 유효거리 중 가장 큰 값을 가지는 무선 사용자를 선택함을 의미한다. 유효거리가 가장 크다는 것은 송신할 신호의 최대전송거리가 크다는 것을 의미하며, 이것은 또한 송신할 수 있는 최대전송전력이 가장 크다는 것을 의미한다.

[0128] 만약 도 9에서 $N = 2$ 일 경우, 도 5d를 참고하여 설명하면, 무선인지 기지국(BS)은 두 우선 사용자의 위치 값을 기준으로 도 9의 $N = 1$ 인 경우와 같이 유효거리(ED)를 계산하고, 다음의 수학식 7을 만족하는 무선인지 사용자(CU_{Selected})를 선택한다.

수학식 7

[0129] ① $ED_i = \min(d_{PU_o - CU_i}, d_{PU'_o - CU_i}) - d_{trans, PU}$ 일 때,

[0130] ② $CU_{Selected} = \arg(\max_i(ED_i))$

[0131] 여기서 i 는 우선 사용자(PU)를 검출하지 않은 무선인지 사용자(CU_i)를 의미한다.

[0132] 수학적식 7의 ①은 도 5d에서 보는 바와 같이 유효거리를 계산하는 것을 의미하며, ②는 상기 계산된 유효거리 중 가장 큰 값을 가지는 무선 사용자를 선택함을 의미한다.

[0133] 만약 도 9에서 $N \geq 3$ 일 경우, 도 6c를 참고하여 설명하면, 무선인지 기지국(BS)은 우선 사용자의 위치 값 ($PU(x_{PU}, y_{PU})$)을 기준으로 유효거리(ED)를 계산하고, 다음 수학적식 8을 만족하는 무선인지 사용자(CU_i)를 선택한다.

수학적식 8

[0134] ① $d_{PU - CU_i} = \sqrt{(x_i - x_{PU})^2 + (y_i - y_{PU})^2}$,

[0135] ② $ED_i = d_{PU - CU_i} - d_{trans, PU}$ 일 때,

[0136] ③ $CU_{Selected} = \arg(\max_i(ED_i))$

[0137] 여기서 i 는 우선 사용자(PU)를 검출하지 않은 무선인지 사용자(CU_i)를 의미한다.

[0138] 수학적식 8의 ①은 상기 우선 사용자(PU)와 상기 우선 사용자(PU)를 검출하지 않은 무선인지 사용자(CU_i) 사이의 거리를 의미하고, ②는 도 6c에서 보는 바와 같이 유효거리(ED)를 의미한다. 그리고 ③은 상기 계산된 유효거리 중 가장 큰 값을 가지는 무선 사용자를 선택함을 의미한다.

[0139] 이하에서는 도 9에서 설명한 무선인지 사용자 선택 단계가 끝난 후, 어떻게 선택된 무선인지 사용자($CU_{Selected}$)의 전송전력을 계산하는지를 설명한다.

[0140] 무선인지 기지국은 선택된 무선인지 사용자의 유효거리(ED), 검출된 우선 사용자의 최대전송거리 및 요구 SINR과 전송전력 등의 정보를 가지고 있으므로, 다음 수학적식 9과 같이 상기 선택된 무선인지 사용자의 전송전력을 계산한다.

수학적식 9

[0141] d : 송신기와 수신기 사이의 거리

[0142] d_0 : 기준거리(여기에서는 1m로 가정함)

[0143] P_t : 송신 전력

[0144] P_r : 수신 전력

[0145] n : 경로 손실 지수(path loss exponent) 일 때,

$$Path\ Loss = PL(d) = PL(d_0) \left(\frac{d}{d_0} \right)^n = f(d)$$

[0146]

[0147] 여기서, 수학적식 9는 무선 통신 분야에 널리 쓰이는 경로 손실 모델을 단순화시킨 것이다. 전송신호의 전송전력은 전송거리와 n 에 따라 급속도로 감쇠를 겪게 되는데, 수학적식 9의 $f(d)$ 는 그 손실의 정도를 나타낸다.

수학식 10

[0148] Q_{PU} : 상기 검출된 우선 사용자의 전송 전력

[0149] Q_N : 노이즈(noise)

[0150] Q_{CU} : 상기 선택된 무선인지 사용자의 전송 전력

[0151] r_p : 상기 검출된 우선 사용자의 최대 전송 거리

[0152] $ED_{Selected}$: 상기 검출된 우선 사용자와 상기 선택된 무선인지 사용자 사이의 거리

[0153] r_{min} : 상기 검출된 우선 사용자의 요구 SINR 일 때,

$$Q_{CR} = Q_{PU} - f(r_p) - Q_N + f(ED_{Selected}) - \gamma_{min}$$

[0154]

[0155] 여기서, 수학식 10은 수학식 9를 이용하여 상기 선택된 무선인지 사용자의 전송전력(Q_{CU})을 계산하며, 식의 유도
는 다음과 같다.

[0156]

$Q_{PU} - f(r_p) - Q_N + \{Q_{CR} - f(ED_{Selected})\} < \gamma_{min}$ 은 전송신호 대 간섭신호의 비를 데시벨 단위로 표현한
것이며, 여기에서 상기 우선 사용자의 전송전력 Q_{CU} 은 전송 후 최대전송거리(r_p)에서 경로 손실 $f(r_p)$ 와 노이즈

Q_N 로 인해 감쇠를 겪게 되고, 다시 상기 선택된 무선인지 사용자에 의해 $\{Q_{CR} - f(ED_{Selected})\}$ 만큼 간섭을 받
게 된다.

[0157]

이 경우, 상기 간섭에 대한 영향은 상기 우선 사용자의 요구 SINR 인 r_{min} 보다 작아야만 한다. 따라서, r_{min} 보
다 작은 값을 가지는 최대의 Q_{CU} 값을 찾기 위하여 상기 수학식 10을 이용하는 것이다.

[0158]

이미 상기 무선인지 기지국은 선택된 무선인지 사용자의 유효거리 값($ED_{Selected}$)을 수학식 6, 수학식 7, 수학식 8
을 통해 알고 있으므로, 수학식 10을 이용하여 상기 선택된 무선인지 사용자가 전송할 수 있는 최대의 Q_{CU} 값을
계산 할 수 있다.

[0159]

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 우선 사용자 위치 기반 채널 재사용 기법의 동작 순서도이다.

[0160]

도 10을 참고하면, 무선인지 기지국(1)은 무선인지 사용자 그룹(2)에게 동기화와 채널 할당 및, 우선 사용자 그
룹(3)의 채널 사용을 검출하기 위한 센싱 주기 등의 정보가 담긴 제어 메시지를 전송한다(M1).

[0161]

무선인지 사용자 그룹(2)은 제어 메시지를 이용하여 동기화 수행 및 자신에게 할당된 채널을 확인한다(M2). 그
리고 상기 할당된 채널을 이용하여 상기 무선인지 기지국(1)과 데이터 메시지를 이용하여 데이터를 송수한다
(M3).

[0162]

우선 사용자 그룹(3)은 자신이 원하는 시기에 언제든지 채널을 통해 다른 우선 사용자와 데이터 송수신을 수행한
다(M4).

[0163]

무선인지 사용자 그룹(2)은 상기 무선인지 기지국(1)과의 데이터 송수신 과정 중에 상기 제어 메시지를 통해 전
달받은 센싱 주기에 따라 우선 사용자 그룹(3)의 채널 사용을 센싱하고(M5), 상기 센싱을 통해 획득한 우선 사
용자 그룹(3)에 대한 채널 사용 검출정보를 상기 무선인지 기지국(1)에게 전송한다(M6).

[0164]

검출정보를 전송받은 상기 무선인지 기지국(1)은 검출정보를 기반으로 검출된 우선 사용자의 위치를 추정하고
(M7), 추정된 우선 사용자의 위치 정보를 이용하여 상기 검출된 우선 사용자에게 의해 사용되는 채널이 재사용 가
능한지를 판별한다(M8).

[0165]

만약 상기 판별결과가 재사용 가능일 경우, 무선인지 기지국(1)은 검출된 우선 사용자의 채널을 사용하였을 때
상기 검출된 우선 사용자에게 가장 적은 간섭을 일으킬 것으로 예상되는 무선인지 사용자를 선택한다(M9).

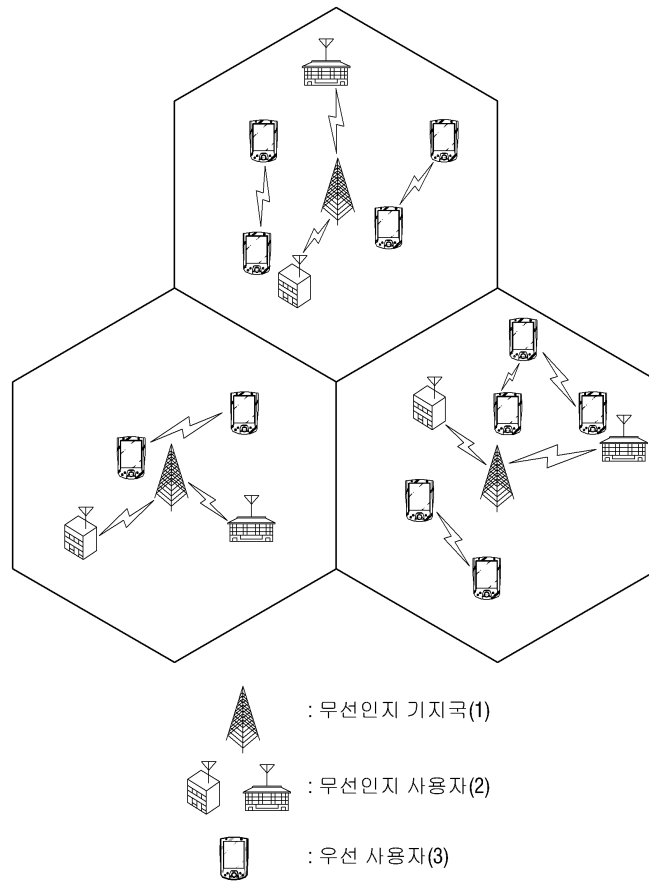
- [0166] 이어서, 선택된 무선인지 사용자의 위치 정보를 기반으로 전송전력을 계산하고(M10), 채널 정보와 상기 계산된 전송전력 값을 제어 메시지에 담아 선택된 무선인지 사용자에게 전송한다(M11).
- [0167] 전송된 제어 메시지를 수신한 선택된 무선인지 사용자는 제어 메시지에 담긴 채널정보에 따라 채널을 전환하고, 전송전력정보에 따라 최적의 변조/코딩 방법을 선택한다(M12).
- [0168] 그리고, 무선인지 기지국(1)과 상기 전환된 채널을 통해 데이터 메시지를 송수신한다(M13).
- [0169] 이와 같이 본 발명에 따른 우선 사용자 위치 기반 채널 재사용 기법을 통해 우선 사용자에 의해 사용되고 있는 채널을 무선인지 시스템의 무선인지 사용자가 사용함으로써, 다수의 우선 사용자의 출현으로 인해 급격하게 감소하는 무선 자원 상황으로 인해 발생할 수 있는 무선인지 사용자의 데이터 전송 불능 및 극심한 QoS 저하를 극복하는 할 수 있다.
- [0170] 또한, 상기 검출된 우선 사용자의 위치를 추정하는 방법에 대한 접근법, 상기 추정된 우선 사용자의 위치를 이용하여 어떻게 채널을 재사용할 수 있는지에 대한 접근법, 그리고 상기 우선 사용자와 무선인지 사용자 사이의 거리를 기반으로 어떻게 전송전력을 제어할 수 있는지에 대한 접근법 등을 제공함으로써 우선 사용자의 위치를 이용한 채널 재사용 기법 연구에 기여할 수 있다.
- [0171] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 이해되어서는 안 될 것이다.

도면의 간단한 설명

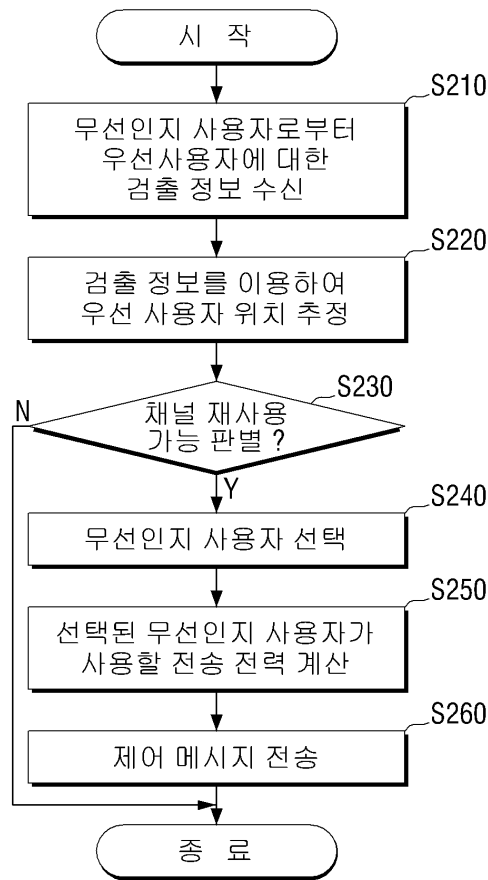
- | | |
|--------|--|
| [0172] | 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀룰러 형태의 무선인지 시스템의 개략적인 구성을 나타내는 도면이다. |
| [0173] | 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 채널 재사용 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. |
| [0174] | 도 3은 도 2에 도시된 우선 사용자 추정 단계(S220)를 상세히 설명하기 위한 흐름도이다. |
| [0175] | 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 일 실시 예에 따른 N = 1 인 경우의 우선 사용자 위치 추정 방법을 설명하기 위한 도면들이다. |
| [0176] | 도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 일 실시 예에 따른 N = 2 인 경우의 우선 사용자 위치 추정 방법을 설명하기 위한 도면들이다. |
| [0177] | 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 일 실시 예에 따른 N ≥ 3 인 경우의 우선 사용자 위치 추정 방법을 설명하기 위한 도면들이다. |
| [0178] | 도 7은 도 2에 도시된 채널 재사용 가능 판별 단계(S230)를 상세히 설명하기 위한 흐름도이다. |
| [0179] | 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 채널 재사용 가능 판별의 예를 설명하기 위한 도면이다. |
| [0180] | 도 9는 도 2에 도시된 무선인지 사용자 선택 단계(S240)를 상세히 설명하기 위한 흐름도이다. |
| [0181] | 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 우선 사용자 위치 기반 채널 재사용 방법의 동작 순서도이다. |
| [0182] | * 도면 주요 부분에 대한 부호의 설명 * |
| [0183] | 1 : 무선인지 기지국 2: 무선인지 사용자 |
| [0184] | 3 : 우선 사용자 |

도면

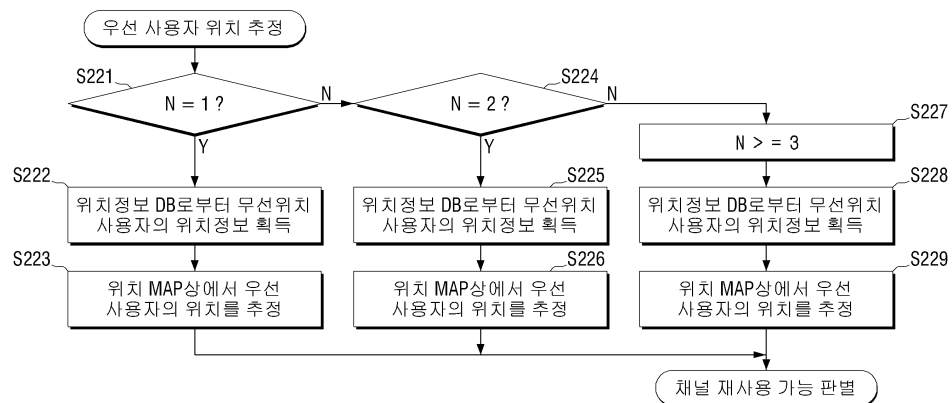
도면1



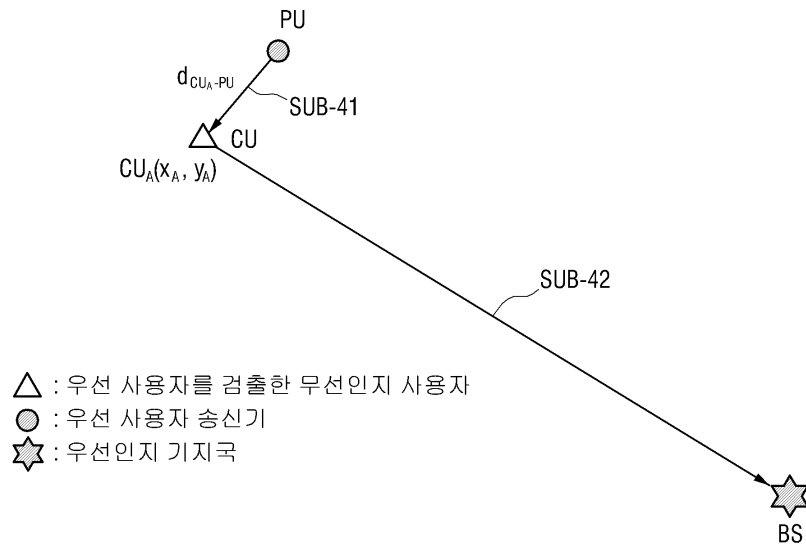
도면2



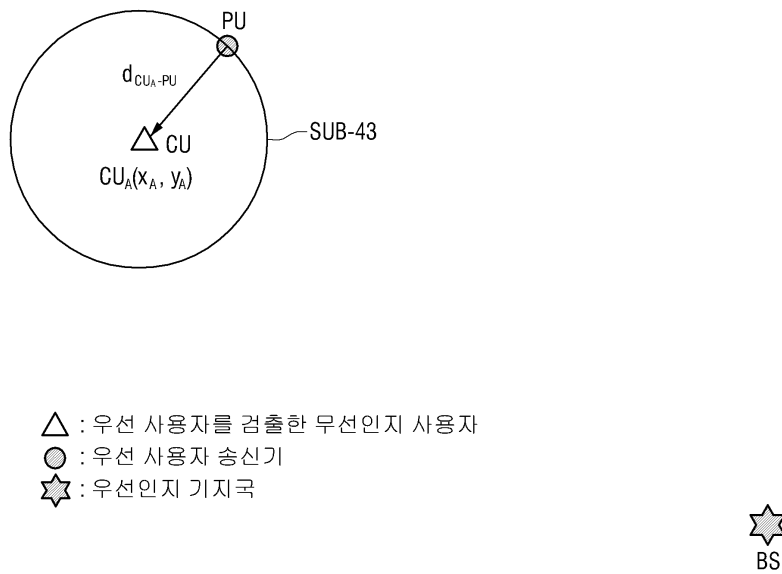
도면3



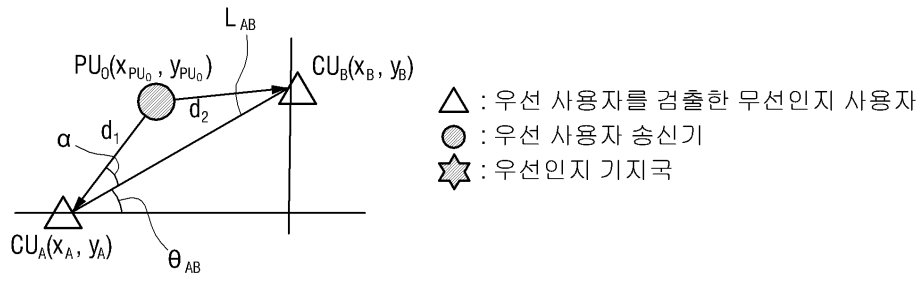
도면4a



도면4b

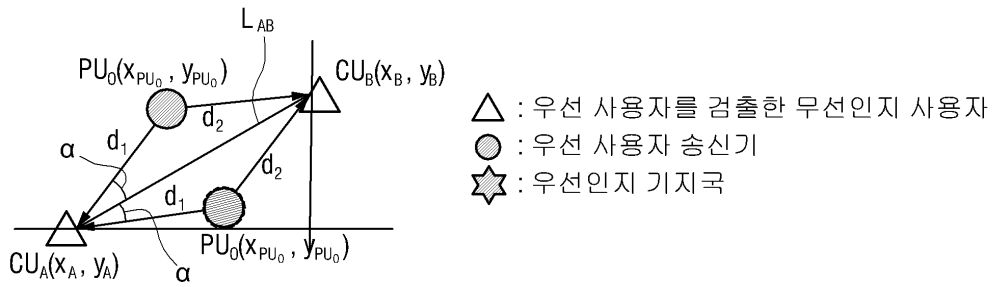


도면5b

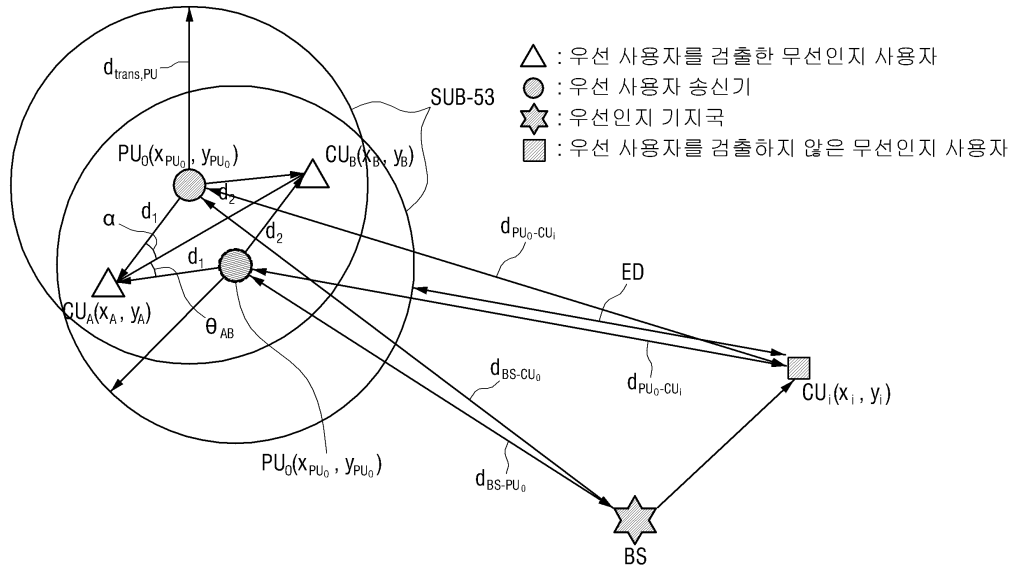


BS

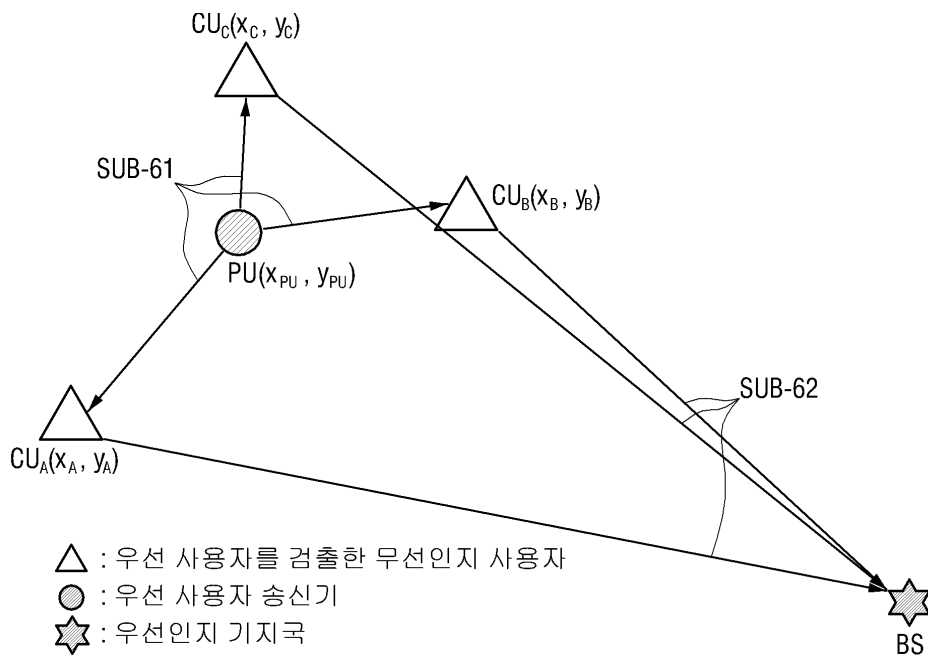
도면5c



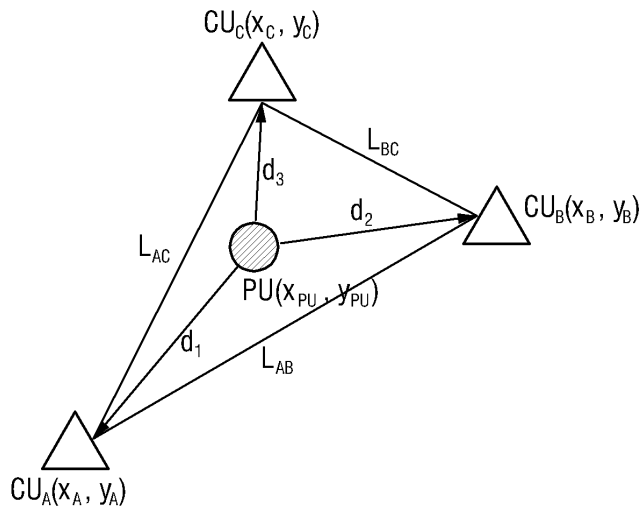
도면5d



도면6a



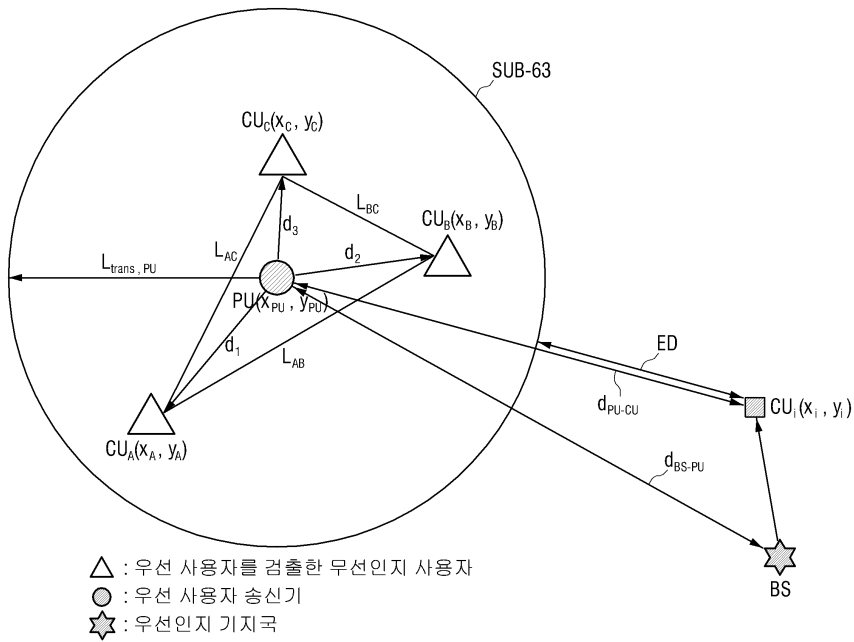
도면6b



- △ : 우선 사용자를 검출한 무선인지 사용자
- : 우선 사용자 송신기
- ☆ : 우선인지 기지국

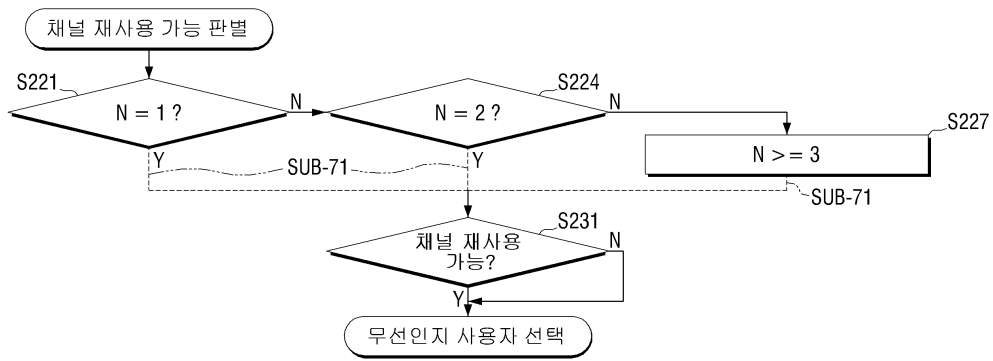


도면6c

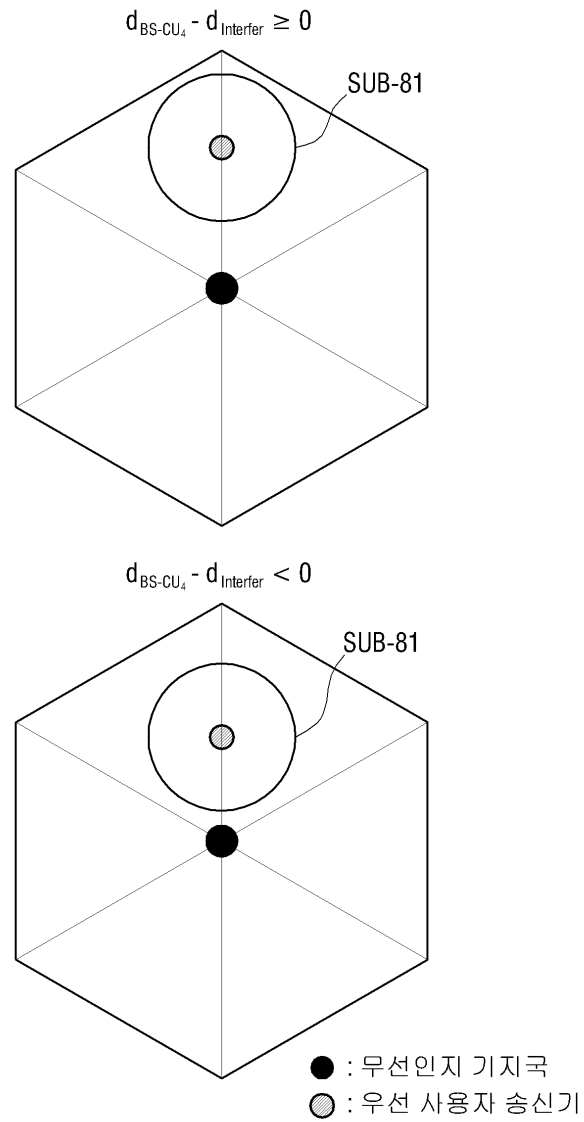


- △ : 우선 사용자를 검출한 무선인지 사용자
- : 우선 사용자 송신기
- ☆ : 우선인지 기지국

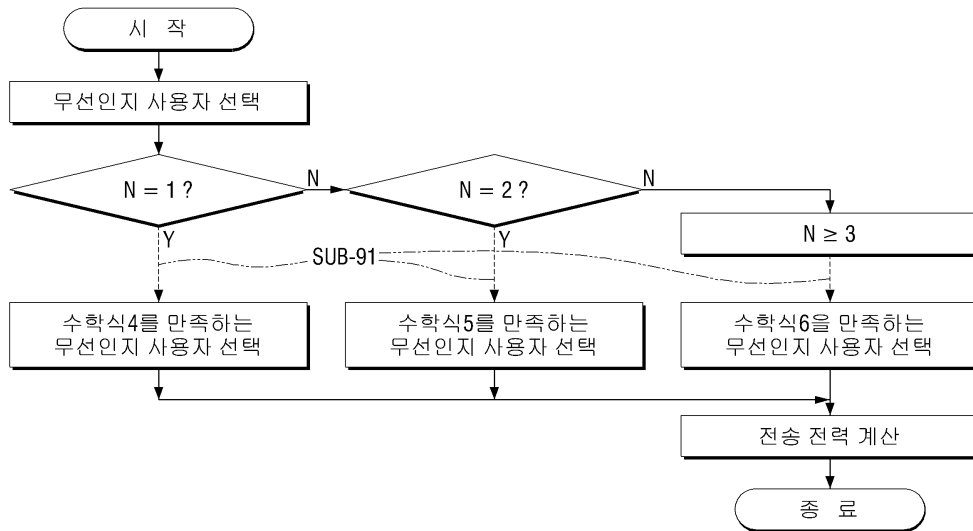
도면7



도면8



도면9



도면10

