



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01)

H04J 11/00 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2007-0048553

(43) 공개일자

2007년05월09일

(21) 출원번호 10-2005-0105759

(22) 출원일자 2005년11월05일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

아시시, 판드하리판드
경기도 용인시 기흥읍 농서리 산 14-1
후이준홍
경기도 용인시 기흥읍 농서리 산 14-1 삼성종합기술원 기숙사
황덕동
경기도 용인시 기흥읍 신갈리 새천년그린빌5단지 518동 302호
김재명
서울특별시 용산구 서빙고동 신동아아파트 3동 1001호
유상조
인천광역시 연수구 동춘동 동아아파트 113동 503호
손성환
인천광역시 남동구 도림동 주공아파트 207동 1403호
정재학
서울특별시 서초구 서초2동 무지개아파트 3동 1207호

(74) 대리인

이진주

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 지능형 무선 인지 기술에서의 효율적인 스펙트럼 감지 방법및 절차

(57) 요약

본 발명은 단말기 초기화 시의 감지 절차와 휴지시간 (Quiet Time) 시의 감지절차로 구성되어 있음을 그 특징으로 한다. 단말기가 초기에 기지국에 접속하려할 때의 감지 절차는 감지하고자하는 전체 대역에 걸쳐 감지를 실시하는데 감지 시간을 단축시키기 위해 우선적으로 현재 채널에 들어오는 신호를 복호하여 무선 인지 기술 신호인지 아닌지를 판별하고, 해당 단말기가 접속할 수 있는 기지국의 신호이면 이를 기지국과 통신을 할 수 있는 주파수로 선택을 하고, 무선 인지 기술의 신호가 아니면 채널을 점유하고 있는 우선 사용자의 신호인지 비어있는 신호인지를 판별하는 과정을 반복하여 전체 주파수 대역을 감지하는 방법을 특징으로 한다.

휴지기간(Quiet Time) 시에는 현재 무선인지 시스템에서 사용하고 있는 채널 군에 우선 사용자의 사용 여부를 판단하게 되고, 이 과정이 끝나면 무선인지 시스템에서 사용하고 있지는 않지만 차후에 사용가능한 후보 주파수 대역에서의 우선 사용자 사용 여부를 판단하는 과정을 그 특징으로 한다.

대표도

도 4

특허청구의 범위

청구항 1.

무선 인지 기지국 내에서 상향링크 신호가 우선 사용자 기지국 내에 위치한 단말의 간섭으로 작용하는 이중 망에서 무선 인지 단말이 자원 사용을 위한 주파수 검출방법에 있어서,

수신되는 하향링크 신호에 의해 사용 가능한 주파수 대역인지를 판단하고;

상기 판단에 의해 사용 가능한 주파수 대역들을 검출하여 관리하고;

상기 검출된 사용 가능한 주파수 대역을 사용하여 상기 무선 인지 기지국과의 통신을 수행하며;

현재 사용하고 있는 주파수 대역을 통해 우선 사용자 단말 또는 우선 사용자 기지국으로부터의 신호가 검출되는 지를 주기적 또는 비주기적으로 감시하고;

상기 우선 사용자 단말 또는 우선 사용자 기지국의 신호가 검출되면 앞서 관리되고 있던 사용 가능한 주파수 대역이 우선 사용자에 의해 사용되고 있는 지를 검사하고;

상기 검사를 통해 우선 사용자가 사용하지 않는 주파수 대역을 검출하여 g보채널로 관리하는 주파수 검출방법.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 사용 가능한 주파수 대역을 검출하기 전에 상기 하향링크 신호의 복호를 통해 무선 인지 기지국인지를 먼저 판별함을 특징으로 하는 주파수 검출방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 비어있는 주파수를 점유하여 사용하는 무선 인지 기술(Cognitive Radio)에서 주파수 사용료를 지불하고 사용하는 우선 사용자의 해당 주파수 사용 보호를 위한 방법으로써, 무선인지 기술 사용자가 비어있는 주파수 대역의 신호를 감지하고 비어있는 주파수를 찾아내는 방법과 비어있는 주파수를 사용할 때 우선 사용자가 해당 주파수 대역을 사용하기 시작하는 것을 감지하는 절차 / 방법에 관한 것이다.

급속히 발전하는 다양한 형태의 무선 통신 기술로 인하여 가능한 주파수 대역이 포화함에 따라 상용화가 제약되고 있고, 특히 낮은 주파수 대역을 사용할 수 있는 여지가 거의 없는 환경에서 이러한 문제를 해결하기 위해 할당 되어 있지만 실제로 사용되지 않고 비어 있는 주파수를 감지해서 주파수를 효율적으로 공유하여 사용할 수 있는 무선 인지 기술이 제안되었다.

따라서 무선인지 기술의 구조는 일반적인 무선 통신 시스템에 주파수 검출 기능과 이에 대한 운용기술을 추가로 가지고 있는 특성이 있다. 도 1은 이러한 특성에 대한 간략한 구조로 (101)은 고주파 신호를 저대역 신호로 변환하여주는 블록, (103)은 기저대역에서의 수신 신호 처리부분 그리고 (102), (104) 부분이 기존의 무선통신 시스템에 추가된 부분이다. 이 블록의 기술의 특징으로는 비어있는 주파수 검출기능(물리계층), 적응적으로 주파수를 할당하여 사용하는 기술(물리계층과 무선 자원측정 및 매체 접근 제어계층), 우선 사용자가 주파수를 사용할 경우에 이를 비워주고 다른 주파수 대역으로 이동하는 기능(무선자원측정 및 매체 접근 제어 계층)등으로 분류할 수 있다.

이러한 무선인지 기술의 장점 중의 하나는 경제적인 측면에서 무선 주파수 대역을 돈을 내지 않고 사용함으로써 기존의 무선 통신 서비스보다 가격이 저렴해지고 다중채널에 대한 무선 채널 관리와 분배, 간섭 검출 기술로서 향후 차세대 무선통신과 연동하여 서로 상호 보완적으로 사용될 가능성이 높다. 예를 들어 셀룰라 환경에서 발생하는 음영지역이나 셀의 크기를 키워야 하는 시골 지역 등에서 무선인지 기술은 주파수 간섭을 일으키지 않고 효과적으로 고속데이터를 전송할 수 있는 좋은 대안 기술이다. 하지만 기지국의 무선인지 기술 구현을 위한 추가 복잡도, 비어있는 주파수만 사용을 함으로써 야기 되는 서비스의 안정성 등이 고려되어야 할 사항이다.

이 중 빈 주파수를 검출하는 것과 유사한 기능은 Radar등 많은 통신 부분에서 연구가 되어져 왔으며 그에 따라 많은 부분들의 개념이 정립되어 있다. 하지만 종래의 신호 감지 기술들이 주어진 채널에서 빈 주파수 또는 점유하고 있는 신호를 검출하는 것이 주요 목적이라고 한다면 무선 인지 기술에서는 넓은 주파수 대역을 감시하여 그 중 시스템이 사용 가능한 주파수 대역을 찾아내거나 현재 사용하고 있는 주파수에 우선 사용자가 나타나는지를 찾아내는 것이 주 목적이 되기 때문에 종래의 스펙트럼 감지와는 조금 의미가 다르며 상대적으로 고려해야 할 부분이 많은 것이 그 특징이다.

그 특징을 몇 가지로 나누어 살펴보면 앞에서 기술한 바와 같이 하나 또는 두 개의 주파수 대역이 아닌 무선인지 시스템이 사용할 수 있는 모든 주파수 대역을 감지할 수 있는 능력이 지원되어야 한다. 그리고 이 비어있는 주파수 대역을 사용하고 있을 때 우선 사용자의 해당 주파수 점유 시에는 이에 대한 간섭을 주지 않기 위해 사용 중에도 이를 지속적으로 감시하는 기능이 필요하다. 이러한 특징으로 인해 감지를 하고자 하는 주파수 대역이 증가할 경우 다중 채널의 확보는 용이하나 다중채널의 확보를 위한 전체적인 스펙트럼 감지 과정에서 시간상의 소모가 늘어나는 문제점이 발생함으로 효율적인 시스템의 개발이 필요한 실정이다.

또한 도 2에서 묘사하고 있는 경우와 같이 우선 사용자의 영역과 무선인지 시스템의 영역이 인접하여 있는 경우 무선인지 시스템 기지국(102)에서는 우선 사용자 신호를 감지할 수 없다. 이런 상황 하에서 만약 무선인지 시스템 기지국(102)이 우선 사용자(103)가 사용하고 있는 채널을 점유한다면 무선인지 시스템 기지국에서 단말기로 가는 하향 링크 신호는 우선 사용자에게 간섭을 미치지 않아 사용이 가능하지만 상향링크 신호는 우선 사용자에게 간섭을 미칠 가능성이 있다. 이러한 상황을 방지하기위해 충분히 신뢰성 있는 감지 결과를 얻게 하기 위해서 기지국 뿐 아니라 커버리지 내에서 분포하고 있는 전체 단말기에서도 기지국과 같은 감지를 하는 분산 감지 방법을 통하여 전체 커버리지 내에서 우선 사용자의 존재 유무를 판단하는 방법이 필요함으로 본 발명의 기술은 기지국 및 단말기에서도 필요한 기술이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 다수의 주파수 대역을 검색하여 알려지지 않은 기지국과 통신하고자하는 주파수 대역을 찾고, 비어있는 주파수 대역을 찾아 정보를 기억하고, 또한 기지국과 통신을 할 경우에 우선 사용자가 해당 주파수 대역을 사용하기 시작하는지에 대한 검출을 하는 기술을 제공하고 여분의 비어있는 주파수 대역을 재검사하여 우선 사용자의 존재 유무를 검출하는 것이다.

전술한 바를 달성하기 위해 본 발명은, 수신되는 하향링크 신호에 의해 사용 가능한 주파수 대역인지를 판단하고, 상기 판단에 의해 사용 가능한 주파수 대역들을 검출하여 관리하고, 상기 검출된 사용 가능한 주파수 대역을 사용하여 상기 무선인지 기지국과의 통신을 수행하며, 현재 사용하고 있는 주파수 대역을 통해 우선 사용자 단말 또는 우선 사용자 기지국으로부터의 신호가 검출되는 지를 주기적 또는 비주기적으로 감시하고, 상기 우선 사용자 단말 또는 우선 사용자 기지국의

신호가 검출되면 앞서 관리되고 있던 사용 가능한 주파수 대역이 우선 사용자에게 의해 사용되고 있는 지를 검사하고, 상기 검사를 통해 우선 사용자가 사용하지 않는 주파수 대역을 검출하여 후보채널로 관리하는 자원 사용을 위한 주파수 검출방법을 제안한다.

발명의 구성

상기 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 무선 인지 통신 시스템에서의 주파수 검출 방법 / 검출 절차는, 단말기가 초기에 기지국에 접속을 위해서 자신이 접속할 수 있는 기지국을 여러 개의 주파수 채널들 중에서 찾고 여기서 가용한 채널들을 찾아내어 단말기의 초기화를 위한 감지 절차와 기지국과 단말기가 통신 중에 사용하고 있는 채널 (Current Use Channel Set)에서 우선 사용자가 해당 채널을 사용하는지의 여부를 판단하고 우선 사용자가 나타났을 경우에 이동할 수 있는 우선 가용 채널 (Candidate Channel Set)에도 우선 사용자가 사용하는지의 여부를 판단하는 휴지시간 (Quiet Time) 시의 채널 감지 절차로 구성됨을 특징으로 한다.

상기 단말기 초기화를 위한 감지 절차는 현재의 기지국에서 내려오는 신호를 접속 가능한 신호인지를 알아보는 절차와 접속 가능하지 않더라도 후에 사용 가능한 채널인지를 알아보기 위한 절차로 구성됨을 특징으로 하며, 휴지 시간 (Quiet Time)의 채널 감지 절차는 현재 사용하고 있는 채널들을 감지하는 절차와 후보채널을 감지하는 절차로 구성됨을 특징으로 한다.

본 발명의 실시 예에 따른 구체적인 동작을 설명하기에 앞서 본 발명에서 사용될 용어들을 정의한다.

여기서 s 는 감지의 상태(초기화, 현재 사용 채널 감지, 후보채널 감지 등)를 나타내는 인덱스를 나타내며, i 는 선택한 채널의 표(TK, TJ)에서의 인덱스를 나타낸다. j 는 단말기 초기화를 위한 감지 상태를, J 는 무선 인지 시스템에서 가용한 전체 채널의 수를 나타낸다. k 는 현재 무선인지 시스템에서 사용하고 있는 채널의 감지 상태를, K 는 현재 무선인지 시스템에서 사용하고 있는 채널의 수를 나타내며, l 은 후보 채널의 감지 상태를 L 은 후보 채널의 수를 나타낸다. N 은 FFT 윈도우의 크기를 나타내고 T 는 이 FFT를 취할 때 각각 평균을 구하기 위한 FFT윈도우의 수를 나타낸다. 그리고 TJ, TK, TL은 각각 전체 채널 군의 표, 현재 사용하고 있는 채널 군의 표, 후보 채널 군의 표를 나타낸다.

상기 단말기 초기화를 위한 감지 절차와 휴지 시간 (Quiet Time) 시의 감지 절차를 달성하기 위하여 우선적으로 채널 선택부(30)에 대해서 설명한다. 채널 감지를 위한 상태 인덱스 s 의 초기화 단계는 단말기 초기화 단계인지 휴지 시간 (Quiet Time) 시의 감지인지를 결정하는 인덱스 j 또는 k 를 선택하여 본 발명을 사용하기 전에 사용자에게 의해서 설정된다. 이에 따라 채널 선택 단계 역시 단말기 초기화 단계인지 휴지 시간 (Quiet Time) 시의 감지인지에 따라서 각각 다른 테이블인 TJ와 TK 중 하나를 선택한다.

채널 감지의 상태 인덱스를 이용하여 채널 인덱스를 초기화(301)하고 각 상태에 맞도록 채널을 선택하고(302) 선택된 채널을 튜닝해 (303) 선택된 채널의 수신 데이터 $r_p(t)$ 를 FFT연산을 통하여 주파수 영역 신호로 변화시킨다 (304).

채널 선택 과정이 끝난 후에는 상태 인덱스 s 에 따라서 단말기 초기화를 위한 감지절차인지 휴지 시간 (Quiet Time)을 위한 감지절차인지를 선택한다(305). 이 과정 중에 FFT 부분은 다른 부분과 공통된 부분이기 때문에 지속적으로 사용이 되며 FFT 후에는 상태 인덱스에 따라 각각의 상태로 천이한다.

이하, 단말기 초기화를 위한 절차인 경우 채널 선택부(30)의 상태 인덱스 s 는 j 의 인덱스가 되고 채널의 번호를 나타내는 인덱스 p 는 표 TJ에 있는 채널을 선택하게 된다 (302).

단말기 초기화 절차에서는 채널 선택부에서 선택하고 수신한 주파수 영역의 신호로 바뀐 신호를 복호(401)하며, 복호된 신호에 의해 무선인지 시스템이 사용하는 기지국인지를 판별한다 (402). 이때 무선 인지 기지국의 특정 신호를 이용하여 검출할 수 있다.

만약 무선 인지 시스템이 사용하는 기지국의 채널이면, 신호가 단말기가 접속하여 통신하려는 기지국인지를 판별한다 (403), 감지된 채널을 다른 무선 인지 시스템이 사용하고 있으면(404), 다른 기지국이라 검출하고, 감지하고 있는 단말기가 사용할 수 있는 기지국의 채널(405)이면 현재 감지하고 있는 채널의 정보를 단말기에서 설정을 해준다.

만약 무선 인지 시스템이 사용하고 있는 채널이 아니라면 채널의 번호를 바꾸어서 다른 채널이 비어 있는 채널인지를 해당 대역의 에너지의 양을 계산함으로써 비어있는 채널인지 아닌지를 판단한다. 이 경우 들어온 신호의 검출 확률을 향상시키기 위하여 시간상의 통계적인 에너지값의 합을 구한다 (501)-(506).

통계학적으로 보다 많은 시간적인 합의 값을 구할수록 계산된 결과값의 분포가 줄어들게 됨으로써 보다 안정적으로 입력된 신호의 에너지량을 계산할 수 있다. 이는 하기 <수학식 1>을 통하여 임계값과 비교를 하게 된다 (503).

$$V_p = V_p + \sum_{q=0}^{N-1} |Z_{p,i}(f_q)|^2$$

이때 임계값은 우선 사용자 신호 중 신호를 판별(복호)할 수 없다고 알려진 값을 선택하도록 한다.

만약 임계값보다 높은 신호가 들어온다면 그 채널은 우선 사용자가 점유하고 있는 채널로 판단하고, 역시 그에 따라서 비어있는 채널 사용에 대한 정보를 갱신하게 된다 (505). 반대로 임계값보다 낮은 신호가 들어온다면 그 채널은 비어있는 채널로 판단하고, 이에 대한 채널 정보를 갱신하게 된다(504).

이렇게 하나의 채널에 대한 감지가 종료된 후에는 전체 채널을 다 감지하였는지를 판단한다 (306). 전체 채널을 감지하지 않았으면 i의 인덱스를 1단계 증가시키고 (307) 위에 설명한 절차를 반복하도록 한다.

본 발명은 일반적으로 채널이 비어있는지 아닌지를 판별하기 위한 절차를 먼저 하는 것이 아니라 먼저 신호를 복호하고 이를 통하여 자신이 원하는 기지국의 신호를 먼저 검출함으로써, 해당 채널 에너지 신호 검출 시 통계적인 안정성을 위하여 시간 지연이 필요한데 이를 줄일 수 있는 장점이 있다.

휴지 시간 (Quiet Time) 시의 감지는 현재 통신이 이루어지고 있는 가운데 지금 사용하고 있는 채널에 우선 사용자가 나타났는지를 알기 위한 것이 우선 목적이다. 휴지 시간 (Quiet Time)은 보다 신뢰성 있는 감지의 결과를 알 수 있도록 하기 위하여 주어진 휴지 시간 (Quiet Time) 동안 모든 무선 인지 시스템은 전송을 멈추고 우선 사용자가 사용되고 있는지를 감지한다. 만일 기지국에서 전송하여오는 신호를 상쇄시키는 절차가 있다면 휴지 시간이 불필요하며 이 경우에도 본 발명을 적용할 수 있다.

이러한 우선 목적 이외에도 우선 사용자가 해당 채널을 사용할 경우에 끊임없고 신뢰성 있는 전송을 위하여 여분의 비어있는 주파수, 즉 미리 정해놓은 후보 채널들에 대해서도 우선 사용자의 채널 사용이 이루어지고 있는지 판단을 수행하는 가 지고 있는 것을 특징으로 한다.

위에서 기술한 단말기 초기화를 위한 감지인 경우 단말기에서의 감지를 주된 기능으로 하고 있는 것을 특징으로 하는 것에 반하여 휴지 시간 (Quiet Time) 시의 감지는 기지국과 단말기 양쪽에서 감지를 하는 것을 특징으로 한다.

이하, 휴지 시간 (Quiet Time) 시의 감지 절차인 경우 채널 선택부(30)의 상태 인덱스 s는 k의 인덱스가 되고 채널의 번호를 나타내는 인덱스 p는 현재 사용하고 있는 채널 군 TK에 있는 채널을 선택하게 된다(302).

채널 선택부(30)에서 선택하고 수신한 주파수 영역의 신호를 신뢰성 있는 결과를 얻기 위하여 (601)-(603) 과정을 거쳐 하기 <수학식 2>처럼 Zero mean calculation 과정을 거치게 된다. 이 방법은 앞서 설명한 에너지 검출 방법이 아니고 신호의 형태에 의해서 신호 존재 유무를 판별하는 방법을 사용한다.

일반적으로 채널의 사용 시에 위키토키 같은 장비는 작은 대역폭을 사용하기 때문에 넓은 대역폭을 이용하여 에너지 검출을 하면 이러한 신호는 검출이 어렵다. 그래서 이 방법을 위해서 $Z_{p,i}(f_q)$ 는 채널의 FFT된 데이터를 나타내며 $V_p(f_q)$ 는 FFT된 데이터의 누적 평균값이 된다.

$$V_p(f_p) = V_p(f_q) + Z_{p,i}(f_q)$$

Zero mean calculation 과정은 일정기간의 신호의 평균을 취함으로써 통계적인 안정성을 얻을 수가 있고, 이를 통하여 잡음의 영향을 줄이는 효과를 줄일 수 있다.

이렇게 일정기간 평균을 통해 잡음의 영향이 준 신호는 현재의 대역에서 나타날 수 있는 우선 사용자가 현재 채널을 사용하고 있는지 사용하고 있다면 사용하고 있는 우선 사용자의 종류는 무엇인지를 판단해 낸다. 이 외에 다른 신호들의 형태를 미리 알고 있는 경우에는 각각의 신호 형태를 다양한 신호 처리 기법을 이용하여 검출할 수 있으며 이를 통하여 현재 검출하고 있는 채널의 우선 사용자의 사용 여부를 검출하고 이를 갱신할 수 있다 (604).

이렇게 판단된 신호는 현재 감지하고 있는 채널이 현재 사용하고 있는 채널일 경우와 여분의 채널을 검출하는 경우를 판단하여(701), 현재 사용하고 있는 채널인 경우에는 이 채널이 점유되어 있는지(703) 비어있는지에 대한 상태 정보를 갱신한다 (704).

이렇게 정보를 갱신한 뒤 현재 사용하는 채널에 대한 감지를 완료 했는지를 판단하고(705) 현재 사용하는 채널에 대한 감지가 완료 되지 않았다면 인덱스를 갱신하고 (707) 계속 현재 사용하는 채널의 감지를 계속하도록 한다.

만약 현재 채널에 대한 감지가 완료되었다면 여분의 채널 감지를 위한 채널 군과 상태 인덱스를 후보 채널 군을 위한 상태 인덱스와 채널 군으로 바꾸고 감지를 계속하도록 한다. 이때의 채널의 상태 인덱스는 1, 채널군은 TL이 된다.

채널 인덱스를 1로 바꾼 후 위에 기술한 현재 채널에 대한 감지 절차와 동일한 절차를 수행하게 (601)-(604)되며 만약 후보 채널군의 감지 역시 완료가 되었다면 감지 절차를 완료하도록 한다 (801)~(805).

발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 무선 인지 시스템에서의 감지 절차로 단말기 초기화 절차 시와 휴지 시간 (Quiet Time) 시의 두 가지 경우로 나누어 각각의 감지가 진행되는 것을 특징으로 하고, 채널의 사용 유무를 감지하기 위해 에너지 검출 방식을 사용하는 경우에 미리 복호를 통하여 단말기가 접속하려는 기지국의 신호를 감지함으로써 해당 채널에 대한 에너지 검출 시 안정적인 결과 값을 얻기 위한 시간 축의 평균을 구하는 절차가 간략화 되어서 감지 시간을 단축할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 무선 인지 기술에 대한 간략한 기능을 나타낸 도

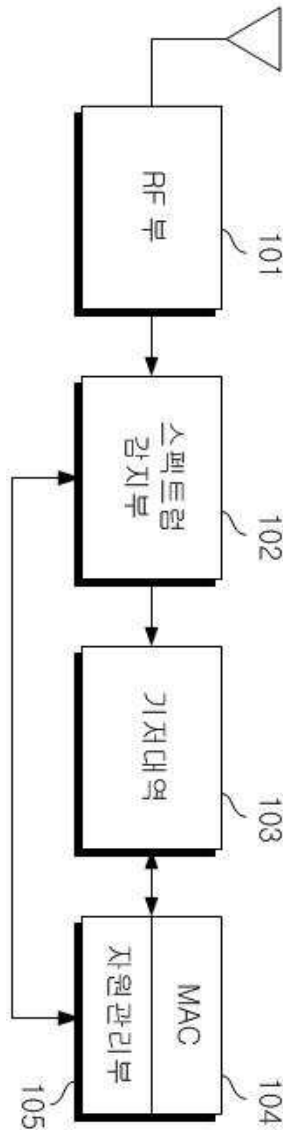
도 2는 무선 인지 기술 사용 시 나타날 수 있는 문제점을 묘사한 도

도 3은 본 발명에 따른 스펙트럼 감지 방법 및 절차를 나타낸 구성도

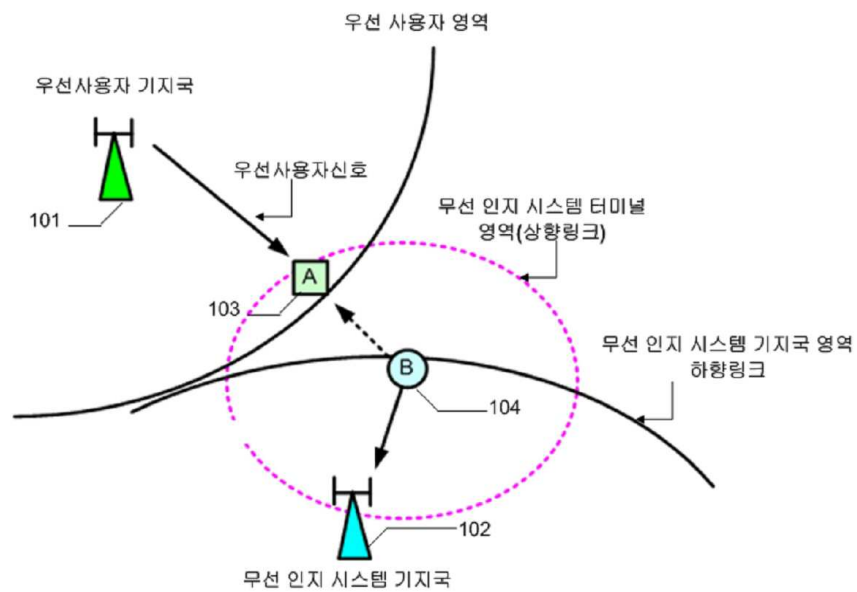
도 4는 본 발명에 따른 스펙트럼 감지 방법 및 절차를 나타낸 흐름도

도면

도면1



도면2



도면3

