



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월23일
 (11) 등록번호 10-1421571
 (24) 등록일자 2014년07월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04W 16/10 (2009.01) H04W 24/00 (2009.01)
 H04B 7/04 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0112182
 (22) 출원일자 2012년10월10일
 심사청구일자 2012년10월10일
 (65) 공개번호 10-2014-0046136
 (43) 공개일자 2014년04월18일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020110060195 A
 KR1020120039649 A
 전체 청구항 수 : 총 1 항

(73) 특허권자
 금오공과대학교 산학협력단
 경상북도 구미시 대학로 61 (양호동)
 (72) 발명자
 신수용
 경북 구미시 대학로 61, 디지털관 112호 (양호동,
 금오공과대학교)
 (74) 대리인
 김순웅

심사관 : 성인구

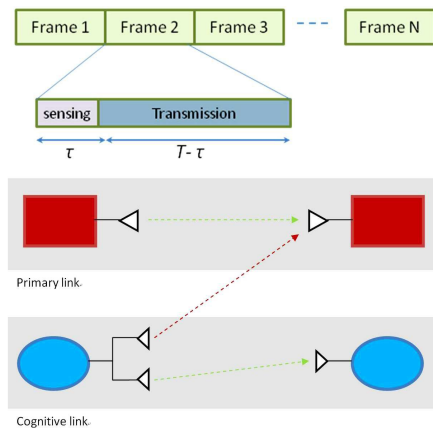
(54) 발명의 명칭 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법

(57) 요약

본 발명은 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법에 관한 것으로, 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법에 있어서, 복수개의 무선 모듈을 통해 무선 인지 네트워크를 구성하고, 상기 복수개의 무선 모듈에 다중입출력(MIMO)을 적용하여 링크의 성능을 향상시키되, 그중 하나의 무선 모듈은 데이터 전송용으로 사용하며, 다른 하나의 무선 모듈은 채널 검출용으로 사용함과 아울러, 채널 검출이 불필요한 시간에서는 데이터 통신용으로 사용하는 것을 특징으로 한다.

이에 따라, 본 발명은 이중 안테나 구조와 함께 적용 가능한 무선주파수 검출 알고리즘을 이용한 CR 노드 간에 높은 처리량과 통신을 제공함으로써, 채널 조건을 계속해서 감시할 필요가 없고, 채널이 검출되지 않는 동안에는 검출 안테나가 작동되지 않으며, 높은 검출 정확도를 유지하면서 높은 처리량을 얻는 수 있는 매우 유용한 발명인 것이다.

대표도 - 도7



특허청구의 범위

청구항 1

이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법에 있어서,

복수개의 무선 모듈을 통해 무선 인지 네트워크를 구성하고, 상기 복수개의 무선 모듈에 다중입출력(MIMO)을 적용하여 링크의 성능을 향상시키되, 그중 하나의 무선 모듈은 데이터 전송용으로 사용하며, 다른 하나의 무선 모듈은 채널 검출용으로 사용함과 아울러, 채널 검출이 불필요한 시간에서는 데이터 통신용으로 사용하는 것을 특징으로 하는 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법.

청구항 2

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 이중 안테나 구조와 함께 적용 가능한 무선주파수 검출 알고리즘을 이용한 CR 노드 간에 높은 처리량과 인지 통신을 제공하는 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근의 정보 통신 서비스는 사용자의 고속화 및 광대역 멀티미디어 서비스 요구에 발맞추어 유무선 통신의 통합과 통신과 방송의 구분이 없어지는 융합기술이 두드러지게 나타나고 있다. 특히 이동 통신, WRAN(Wireless regional area network), 디지털 방송 및 위성 통신을 비롯하여 RFID(Radio frequency identification)/USN(Ubiquitous sensor network), UWB(Ultra wideband) 통신 등 무선을 이용하는 서비스의 급증에 따라서 한정된 전파 자원에 대한 수요가 계속 급증하고 있다.

[0003] 계속적인 전파 자원에 대한 수요 증가에 비하여 남은 스펙트럼(Spectrum)의 부족과 현재 사용중인 스펙트럼을 비효율적으로 이용하고 있는 상황이다. 따라서 이용되지 않고 있는 주파수 자원을 효율적으로 이용할 수 있는 주파수 공유 기술이 대두되고 있는 실정이다. 여기서, 스펙트럼이란 가용할 수 있는 무선 자원을 말한다.

[0004] 주파수 공유 기술은 무선 서비스의 전 분야에 걸쳐 광범위하게 응용될 수 있다. 이중에서도 스펙트럼 환경을 측정하여 사용하지 않은 주파수를 선정하고 종래의 전파환경과 양립하면서 통신을 하는 CR(Cognitive Radio) 기술이 떠오르고 있다. CR 기술은 공간, 시간적인 통신 환경 영역에서 현재의 스펙트럼 이용 현황을 감지한 후 지능적으로 판단하여 적절한 주파수, 변조 방식, 출력 등을 선택하는 기술이다.

[0005] 특히 CR 기술에서는 주 사용자의 주파수 사용 현황을 감지하고, 비어 있는 스펙트럼 홀(Hole)을 찾는 스펙트럼 검출 기술이 중요하다. 스펙트럼 검출 기술로는 정합 필터를 기반으로 감지하는 방법, 에너지 검출을 기반으로 감지하는 방법 및 스펙트럼 상관을 기반으로 감지하는 방법이 있다.

[0006] 정합 필터를 기반으로 감지하는 방법은 정합 필터의 특성상 SNR(Signal to noise ratio)을 최대화 할 수 있는 장점이 있지만, 송신 신호에 대한 정보를 미리 알아야 하기 때문에 다양한 환경에서의 신호를 검출하는데 어려움이 있다.

[0007] 스펙트럼 상관을 기반으로 감지하는 방법은 변조된 송신 신호가 주기성을 나타내는 성질을 이용하여 변조된 신호의 에너지로부터 잡음 에너지를 구별할 수 있다. 그리하여 잡음에 대해 강인한 성능을 보이지만 계산 과정이 복잡하고 보다 더 긴 관찰 시간이 요구되는 단점이 있다.

[0008] 에너지 검출을 기반으로 감지하는 방법은 해당 주파수 상에서의 신호의 세기를 감지하여 신호의 존재 유무를 판단하는 방식이다. 이 방식은 정합 필터를 기반으로 감지하는 방법보다 한 단계 낮은 방식이지만, 신호의 특정한

형태가 없을 경우에 에너지 검출 방법에 의해서 검출할 수 있다.

- [0009] 그러나, 주어진 어떤 시간과 장소의 시점에서도 대부분의 스펙트럼은 사용되고 있지 않기 때문에, CR 네트워크는 종래의 문제점에 대한 현실적인 해결책으로 보인다.
- [0010] CR 네트워크는 사용되지 않는 스펙트럼의 양을 줄임으로써, 동적인 제2의 스펙트럼을 제공한다. 제1의 사용자에게 허가된 밴드들은 제 1 사용자의 통신망 품질에 영향을 주지 않는 범위내에서 제1의 사용자가 아닌 다른 사용자들에게도 공유될 수 있다.
- [0011] CR은 사용되지 않는 스펙트럼을 알아내기 위해, 무선 주파수 스펙트럼을 검출한다. 스펙트럼 검출 기술은 CR의 필수 요소이고, 넓은 범위로 그것들의 성능을 결정한다. CR시스템에서 스펙트럼을 검출하고(검출 안테나), 통신하고(송수신 안테나), 스펙트럼을 재검출(검출 안테나)하는 능력이 필요하다.
- [0012] 이중 무선주파수 검출 구조(Dual-radio sensing architecture)에서는 하나의 무선 안테나가 스펙트럼 감시(모니터링)를 전담하여 수행하고 다른 하나의 무선 안테나가 데이터 전송 및 송신을 수행한다. 이러한 이중 안테나 구조는 스펙트럼 감시(모니터링)와 데이터 송수신을 동시에 수행할 수 있는 장점이 있어 높은 스펙트럼 효율성을 가지고, 더욱 정확한 검출 기능을 수행한다.
- [0013] 그러나 제1 사용자의 채널 사용 여부를 계속해서 감시할 필요가 없는 경우에도 스펙트럼 감시를 수행하는데 안테나가 지속적으로 사용되어 자원이 낭비되는 경우가 발생하는 문제점이 있다. 가령 주기적인 스펙트럼 감시만으로도 충분히 제1 사용자의 스펙트럼 사용 여부를 확인할 수 있는 경우가 그러한 예라 할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 이상과 같은 종래의 문제점을 개선하기 위하여 창출된 것으로서, CR(Cognitive Radio) 네트워크를 구성하는 노드를 이중 무선 모듈로 구성하여 그중 하나의 무선 모듈은 데이터 전송용으로 사용하고, 다른 하나의 무선 모듈은 채널 검출로 사용하되, 채널 검출이 불필요한 시간에서는 검출용 안테나를 데이터 통신용으로 사용할 수 있도록 된 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법은, 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법에 있어서, 복수개의 무선 모듈을 통해 무선 인지 네트워크를 구성하고, 상기 복수개의 무선 모듈에 다중입출력(MIMO)을 적용하여 링크의 성능을 향상시키되, 그중 하나의 무선 모듈은 데이터 전송용으로 사용하며, 다른 하나의 무선 모듈은 채널 검출용으로 사용함과 아울러, 채널 검출이 불필요한 시간에서는 데이터 통신용으로 사용하는 것을 특징으로 한다.

- [0016] 삭제

발명의 효과

- [0017] 상기와 같이 이루어진 본 발명은 이중 안테나 구조와 함께 적용 가능한 무선주파수 검출 알고리즘을 이용한 CR 노드 간에 높은 처리량과 통신을 제공함으로써, 채널 조건을 계속해서 감시할 필요가 없고, 채널이 검출되지 않는 동안에는 검출 안테나가 작동되지 않으며, 높은 검출 정확도를 유지하면서 높은 처리량을 얻는 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명에 따른 스펙트럼 점유도를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 스펙트럼 홀을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 검출 방법을 수행하기 위해 사용할 수 있는 상태를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 제2 사용자를 위해 제안된 시스템의 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 검출 방법의 단계를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 다른 무선 시스템과 기본로드에 대한 스펙트럼 활용도를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 주기적인 스펙트럼 검출을 위한 CR의 프레임 구조를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 스펙트럼 점유도를 나타낸 도면, 도 2는 본 발명에 따른 스펙트럼 홀을 나타낸 도면, 도 3은 본 발명에 따른 검출 방법을 수행하기 위해 사용할 수 있는 상태를 나타낸 도면, 도 4는 본 발명에 따른 제2 사용자를 위해 제안된 시스템의 구조를 나타낸 도면, 도 5는 본 발명에 따른 검출 방법의 단계를 나타낸 도면, 도 6은 본 발명에 따른 다른 무선 시스템과 기본로드에 대한 스펙트럼 활용도를 나타낸 도면, 도 7은 본 발명에 따른 주기적인 스펙트럼 검출을 위한 CR의 프레임 구조를 나타낸 도면이다.
- [0021] 도 1 내지 도 7을 참조하면 본 발명에 따른 이중 안테나를 이용한 적응적 스펙트럼 검출 방법은 CR에서 무선 노드는 환경과 특히 스펙트럼 홀(spectrum hole)들을 검출하고, 허가 받은 사용자들에 대한 간섭을 일으키지 않고, 기회적인 방식으로 통신하기 위해 송신 및 수신 체인을 변경시킬 수 있다.
- [0022] 도 7에 도시된 바와 같이 CR 장치가 제1의 사용자의 무선 스펙트럼의 검출하는 시스템을 나타냅니다. 만약 제1의 사용자 무선시스템에 대해 허가 받은 N채널들이 있으면, 이 채널들은 제1의 사용자 무선시스템에 의해 잠시 사용되지 않을 때, CR 시스템에 의해 사용된다.
- [0023] 채널이 제1의 사용자 무선시스템에 의해 점유되지 않았을 때, CR이 채널을 이용하는 것이 허용된다.
- [0024] 도 6에 도시된 바와 같이, 스펙트럼 CR 시스템은 가능 채널 번호(12)를 다른 로드예 대해 1에서 20으로 변화되는 M의 숫자에 대한 스펙트럼 활용도를 제공한다.
- [0025] 스펙트럼 CR시스템의 수가, 이용 가능한 채널의 수보다 훨씬 많아질 때에는, 이용은 항상 하나보다 더 적게 된다.
- [0026] CR의 검출기능은 종래의 무선 검출과는 다르다.
- [0027] CS 장치의 감지 기능은 제1의 사용자에게 의해 사용되지 스펙트럼 공백(white space)을 식별 및 다른 제2의 사용자 장치의 전송을 감지할 수 있어야 한다.
- [0028] 검출을 수행하여 스펙트럼 공백(white space)을 인식한 후, 스펙트럼 관리와 CR의 핸드오프 기능은 다양한 서비스 품질(QoS) 요구 사항을 충족시키기 위해 채널 특성을 변화 시간에 따라 제2의 사용자가 여러 밴드들 사이에 최고의 주파수 밴드를 고를 수 있도록 한다.
- [0029] 예를 들어, 제1의 사용자가 그의 주파수 밴드를 다시 이용하면, 그 허가 받은 밴드를 이용하던 제2의 사용자는 노이즈, 간섭정도, 경로손실, 채널 에러율, 대기시간 등에 따라 정해지는 채널 용량에 따라, 바로 다른 이용 가능한 주파수로 전송을 명령할 수 있다.
- [0030] 스펙트럼 검출은 2개의 다른 구조를 통해 수행될 수 있다.
- [0031] 단일 무선구조와 이중 무선구조. 단일 무선구조는 환경안에서 스펙트럼을 검출하기 위해 특정한 시간 슬롯이 할당된다. 반면에 이중 무선구조에서는 한 무선 체인이 데이터 전송과 송신에 사용되고, 다른 무선 체인은 스펙트럼 감지에 사용된다.
- [0032] 여기서, 단일 무선 구조의 주된 장점은 간단함과 낮은 가격이다.
- [0033] 단점은 검출을 위한 시간의 비율을 예약해야 하므로, 데이터 패킷을 보내거나 받는데 쓰이는 시간이 줄어든다.
- [0034] 종래의 무선 장치는 그것이 전송중일 때에는 매체를 검출하지 못하고, 또한 검출중에는 전송을 하지 못한다. 그

러므로, 종래의 장치에서는 검출시간이 늘어남에 따라 효율성과 처리량이 줄어든다.

[0035] 이중 무선 구조는 검출의 높은 정확도가 장점이고, 이것은 더 높은 스펙트럼 효율성을 부여한다. 이 구조에는 두 개의 무선 체인이 있는데, 하나는 전적으로 검출만을 하고, 다른 하나는 데이터 전송만 한다.

[0036] 이것은 하나의 무선 주파수만을 이용한 검출과 데이터 송신에 의해 비효율성을 제거한다. 반면에, 추가적인 복잡함과 전력 제약을 강요하고, 장치의 비용이 증가 한다.

[0037] 그러나, 검출 정확성이 높다는 것이 곧, 스펙트럼 검출이 연속해서 이루어진다는 것을 의미하지는 않는다. 주기적으로 스펙트럼 검출을 실행하고, 또한 스펙트럼 검출을 하지 않는 동안에는 검출 안테나를 통한 데이터 전송을 함으로써, 시스템의 총 처리량을 상승시킬 수 있다.

[0038] 이 방법은 검출 작업이 실행되지 않을 때, 우리의 구조는 다중입출력(MIMO) CR 무선 장치가 된다.

[0039] 도 5는 이중 무선 구조를 이용하여 스펙트럼을 검출하는 동시에, 패킷을 전송할 수 있게 할 때 쓰이는 알고리즘을 나타낸다.

[0040] 스펙트럼 검출은 조정가능한 내부 타이머를 이용하여 주기적으로 수행된다. 스펙트럼 검출이 끝난 후에, 두 안테나들은 패킷을 전송하는데에 쓰인다.

[0041] 총 처리량의 증가는 다음과 같이 설명된다.

[0042] 주기적인 스펙트럼 검출을 위한 CR의 프레임 구조가 도 7에 나타나 있다.

[0043] 각각의 프레임은 하나의 검출 슬롯과, 데이터 전송 슬롯으로 이루어져 있다.

[0044] 검출 지속시간과 데이터 전송 지속시간은 각각 τ 과 T로 나타내진다.

[0045] 만약 제1의 사용자의 존재가 감지되면 CR 사용자는 전송할 수 없다.

[0046] 그러나 제1의 사용자의 부재를 잘못 감지한 경우에 오경보(False alarm)의 가능성도 있다.

[0047] C_0 는 제1 사용자의 부재시 그것이 작동할 때의 CR 사용자의 처리량이고, 그리고 C_1 은 제1의 사용자의 존재시 그것이 작동할 때의 CR 사용자의 처리량이다.

[0048] 두번째 링크의 SNR은 $SNR_s = P_s / N_0$ 이다.

[0049] P_s 는 CR 사용자의 수신전력을 말하고, N_0 은 노이즈 전력을 말한다.

[0050] P_p 는 CR사용자의 수신기에 의해 측정된 제1의 사용자의 간섭전력을 나타낸다. 그리고 제1의 사용자의 신호와 제2의 사용자의 신호는 가우시안 화이트라고 가정하고, 각각 서로 독립적이다.

[0051] 그럼 다음 식을 갖게 되고,

수학식 1

[0052] $C_0 = \log_2(1 + SNR_s)$ and $C_1 = \log_2(1 + P_s / P_p + N_0) = \log_2(1 + SNR_s / 1 + SNR_p)$,

[0053] $SNR_p = P_p / N_0$ 이며, $C_0 > C_1$ 이다.

[0054] $P(H)$ 는 제1의 사용자가 활동중일 가능성을 나타내고, $P(H)$ 은 제1의 사용자가 활동하지 않을 가능성을 나타낸다.

따라서 $P(H_0) + P(H_1) = 1$ 이다.

[0055] CR 사용자가 제1의 사용자의 주파수 밴드에서 수행할 수 있는 시나리오는 두가지가 있다.

[0056] 제1의 사용자는 부재중이고, CR 사용자에 의한 오경고는 없다.

- [0057] 제2의 링크의 달성 가능한 처리량은 $(T-\tau/T)C_0$ 이다.
- [0058] 이 시나리오가 일어날 가능성은 $(1-P_f(\tau))P(H_0)$ 이고, P_f 는 오경고의 가능성이다.
- [0059] 제1의 사용자는 활동 중이지만, 잘못된 탐지 때문에 제2의 사용자에게 의해 제1사용자의 활동이 발견되지 않았다.
- [0060] 제2의 링크의 달성 가능한 처리량은 $(T-\tau/T)C_1$ 이다.
- [0061] 이 시나리오가 일어날 가능성은 $(1-P_d(\tau))P(H_0)$ 이고, P_d 는 탐지의 가능성이다.
- [0062] 아래 식들은 CR의 처리량 $R(\tau)$ 제1의 사용자의 존재시 또는 부존재시, CR 사용자가 수행할 때의 총 처리량을 말한다.

수학식 2

[0063]
$$R_0(\tau)=(T-\tau/T)C_0(1-P_f(\tau))P(H_0)$$

수학식 3

[0064]
$$R_1(\tau)=(T-\tau/T)C_1(1-P_d(\tau))P(H_1)$$

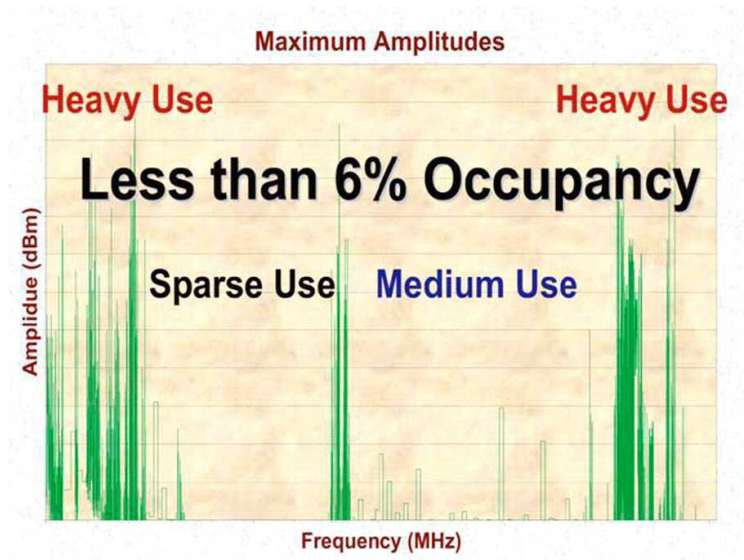
수학식 4

[0065]
$$R(\tau)=R_0(\tau)+R_1(\tau)$$

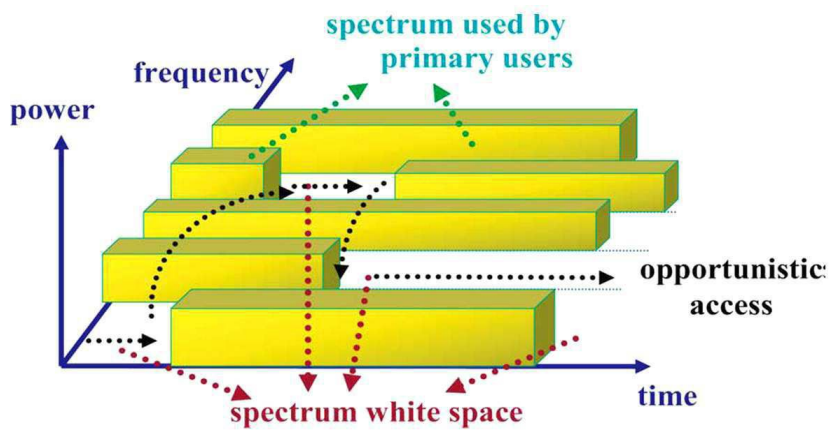
- [0066] 단일 안테나 시스템에서 총 처리량은 전송지속시간, 오경고와 발견의 가능성, 그리고 제1의 사용자의 활동에 의해 결정된다.
- [0067] 하나의 안테나는 검출에 목적을 두고 있고, 다른 하나의 안테나는 전송에 목적을 두고 있는, 이중 안테나 시스템에서는 스펙트럼을 검출하는 시간이 더 길기 때문에 스펙트럼의 검출이 더 정확해진다.
- [0068] 그러므로 오경고율이 P_f 낮아지고, 발견의 확률이 P_d 높아지며, 전송시간은 T 길어진다. 결과적으로, 이중 안테나 구조는 더 높은 정확도를 가지고, 더 많은 양을 처리할 수 있다. 이중 안테나 구조에서 검출시간을 제한함으로써, 검출의 정확성은 줄어들어, 단일 안테나 구조의 정확성과 같아 질수 있다.
- [0069] 이와 같이, 본 발명은 이중 안테나 구조와 함께 적용 가능한 무선주파수 검출 알고리즘을 이용한 CR 노드 간에 높은 처리량과 통신을 제공함으로써, 채널 조건을 계속해서 감시할 필요가 없고, 채널이 검출되지 않는 동안에는 검출 안테나가 작동되지 않으며, 높은 검출 정확도를 유지하면서 높은 처리량을 얻을 수 있게 된다. 즉, 채널 검출용으로 사용되는 안테나를 데이터 전송에 활용함으로써 무선 CR에서 높은 처리량을 얻을 수 있게 된다.
- [0070] 이상, 전술한 본 발명의 바람직한 실시예는, 예시의 목적을 위해 개시된 것으로, 당업자라면, 이하 첨부된 특허 청구범위에 개시된 본 발명의 기술적 사상과 그 기술적 범위 내에서, 또 다른 다양한 실시예들을 개량, 변경, 대체 또는 부가 등이 가능할 것이다.

도면

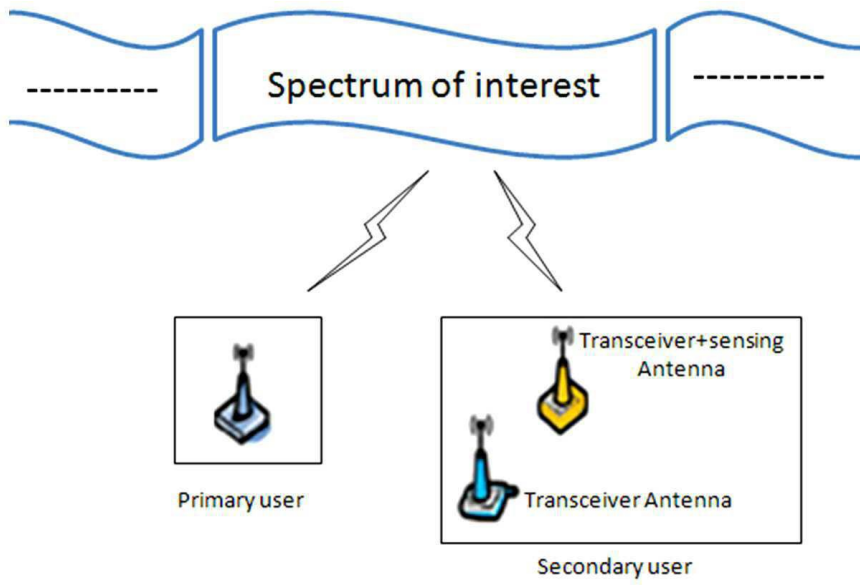
도면1



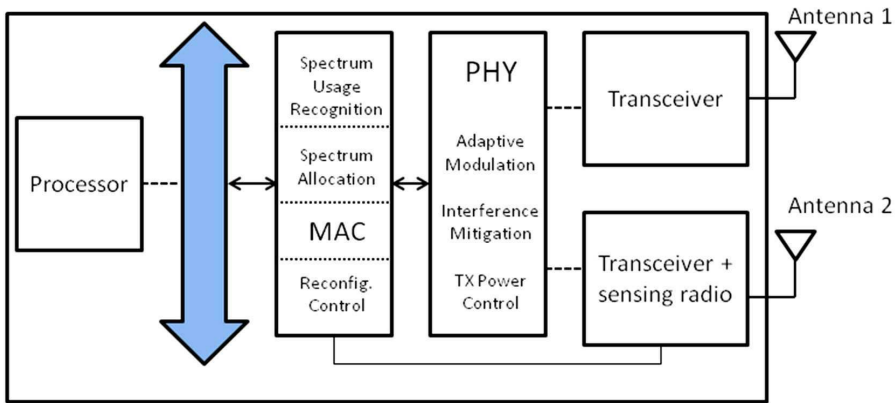
도면2



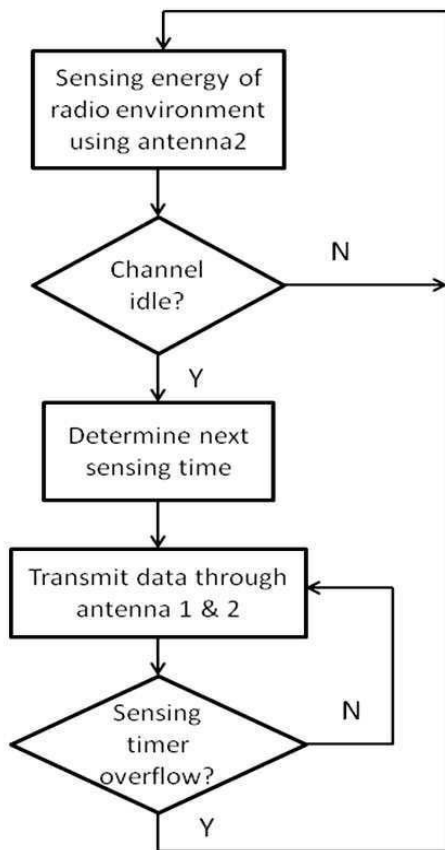
도면3



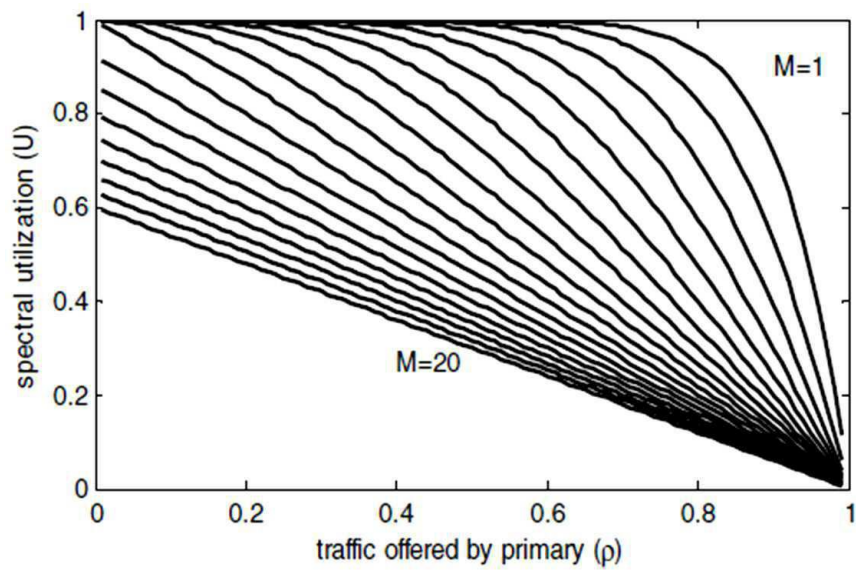
도면4



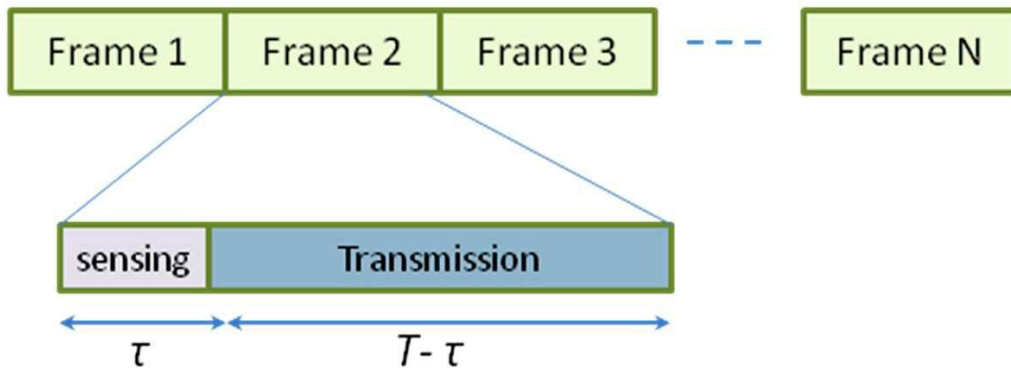
도면5



도면6



도면7



Primary link.



Cognitive link.