(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0083326
(43) 공개일자 2011년07월20일

(51) Int. Cl.
H04W 16/14 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2010-0003497
(22) 출원일자 2010년01월14일
심사청구일자 2010년01월14일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
김재명
인천시 남구 용현3동 인하대학교 무선전송연구실
황재호
인천시 남구 용현동 38-26번지 202호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인무한

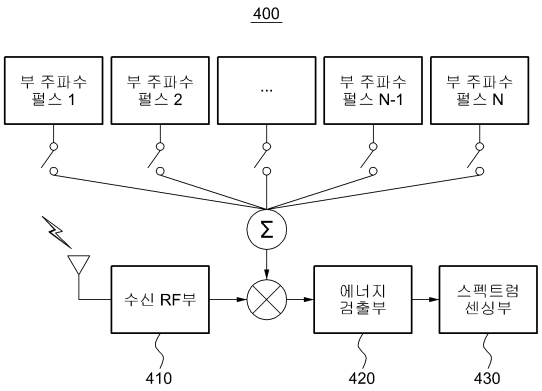
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 채널 정보 검출 및 사용 가능한 주파수를 할당하는 인지 무선 초광대역 시스템

(57) 요 약

채널 정보 검출 및 사용 가능한 주파수를 할당하는 인지 무선 초광대역 시스템을 개시한다. 인지 무선 초광대역 시스템은 프리엠블 신호를 생성하고, 상기 생성된 프리엠블 신호를 선택된 부 주파수 대역으로 송신하는 송신 장치 및 각 부 주파수 대역 별로 나누어 보내진 신호를 수신하고, 에너지 검출을 이용하여 프리엠블 신호의 에너지를 측정한 채널 환경의 파악 및 주파수 대역을 할당하는 수신 장치를 포함하고, 상기 수신 장치는 상기 검출된 에너지를 이용하여 가용 가능한 부 주파수 대역을 센싱한다.

대 표 도 - 도4



(72) 발명자

박종석

경기 고양시 일산구 일산3동 후곡마을 504동 1002호

심재준

부산시 동구 수정3동 872-18번지 4통 2반

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 IITA-2009-C1090-0902-0019

부처명 정보통신연구진흥원

연구관리전문기관

연구사업명 대학 IT연구센터 육성·지원

연구과제명 초광대역(UWB) 무선전송 및 시스템 응용기술

기여율

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2003. 08. 01 ~ 2011. 12. 31

특허청구의 범위

청구항 1

프리엠블 신호를 생성하고, 상기 생성된 프리엠블 신호를 선택된 부 주파수 대역으로 송신하는 송신 장치; 및

각 부 주파수 대역 별로 나누어 보내진 신호를 수신하고, 에너지 검출을 이용하여 프리엠블 신호의 에너지를 측정한 채널 환경의 파악 및 주파수 대역을 할당하는 수신 장치

를 포함하고,

상시 수신 장치는 상기 검출된 에너지를 이용하여 가용 가능한 부 주파수 대역을 센싱하는, 인지 무선 초광대역 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수신 장치는,

초광대역 언더레이 특성을 기초하여 트레이닝 심볼의 에너지 검출 기술을 이용하여 스펙트럼을 센싱하는, 인지 무선 초광대역 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 송신 장치는,

상기 프리엠블 신호를 생성하는 프리엠블 신호 생성부; 및

상기 선택된 부 주파수 대역으로 상기 프리엠블 신호를 송신하는 송신 RF부를 포함하는, 인지 무선 초광대역 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수신 장치는,

각 부 주파수 대역 별로 나누어 보내진 신호를 수신하는 수신 RF부;

상기 수신된 신호에서 에너지를 검출하는 에너지 검출부; 및

상기 검출된 에너지를 이용하여 가용 가능한 부 주파수 대역을 센싱하는 스펙트럼 센싱부를 포함하는, 인지 무선 초광대역 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수신 장치는,

에너지 검출 방식을 이용하여 검출된 신호의 레벨이 기준치를 넘는 경우 메트릭 값을 증가시키고, 상기 검출된 신호의 레벨이 상기 기준치를 넘지 못하는 경우 신호가 간섭에 영향을 받는다고 가정하여 상기 메트릭 값을 증가시키지 않는, 인지 무선 초광대역 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 수신 장치는,

상기 간섭이 존재하는 대역에서 상기 메트릭 값이 '0'으로 낮게 나오며, 상기 간섭이 없는 서브 밴드의 메트릭 값이 더 높게 나오는, 인지 무선 초광대역 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 수신 장치는,

프리엠블 중 펄스 신호가 포함되어 있는 부분의 파워와 신호가 없고 노이즈만 있는 곳의 신호의 비를 계산하고, 상기 계산된 값을 소프트로 사용하여 상기 수신된 신호 중 최고의 에너지와 최저의 에너지 비율을 이용하는, 인지 무선 초광대역 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 수신 장치는,

각 트레이닝 신호의 검파가 기준치를 거치지 않고 측정된 값을 '100'으로 평준화하고, 상기 평중화된 값을 바로 메트릭에 저장하는, 인지 무선 초광대역 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 수신 장치는,

처음 심볼의 경우 간섭이 존재하면 낮은 '20'의 값을 수신하는, 인지 무선 초광대역 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 수신 장치는,

다음 심볼의 경우 간섭원이 존재하지 않으면 높은 값인 '72'의 값을 저장하는, 인지 무선 초광대역 시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 채널 정보 검출 및 사용 가능한 주파수를 할당하는 인지 무선 초광대역 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 채널 검파 방식에서 에너지 검출을 이용하여 프리엠블 신호를 검출하고, 주파수 할당을 위한 경판정 방식과 연판정 방식을 이용하는 인지 무선 초광대역 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 U-City, 홈네트워크와 같이 전파를 이용한 기술이 일상생활과 밀접한 관련을 가지고 있다. 하지만 이와 같이 많은 무선 제품 사용은 한정된 주파수 자원의 고갈현상을 야기 시키고 있다. 뿐만 아니라 홈 네트워크와 같이 근거리에 많은 무선기기를 사용하는 경우 사용 주파수 밴드 고갈뿐만 아니라 상호간에 간섭을 주게 되어 통신의 질을 저하 시키는 문제점이 발생한다. 이와 같은 주파수 부족 문제와 간섭 문제를 해결하기 위해 UWB(Ultra Wide Band)와 CR(Cognitive Radio)과 같이 새로운 주파수 자원을 공유하는 기술이 개발 되고 있다.

[0003] CR 기술은 SDR(Software Define Radio) 기술의 발전된 형태로서 2001년 J.mitola에 의해서 등장한 개념으로써 통신 단말기 및 네트워크가 지능화되어 동적으로 변화하는 사용자의 요구 및 무선 자원 상황을 인지하여 가용 무선자원을 최적으로 활용하고자 하는 기술이다. 이 기술은 외부환경을 인지하고 그에 맞추어 스펙트럼 환경에 적응할 뿐 아니라 그간의 경험을 무선 컴포넌트가 학습하여 최적의 상황을 맞추어 내는 지능적인 통신시스템으로 현재에는 스펙트럼을 할당 받은 우선 사용자에게 간섭을 미치지 않는 조건에서 그 스펙트럼을 공유하여 사용할 수 있는 공유 기술로 많이 논의 되고 있다. 또한 주변 상황 즉 채널 상태, 간섭의 크기, 서비스 시간대 등과 같은 유동적인 외부 환경을 인지하고 변조방식 채널 코딩, 출력 크기 데이터 전송률을 조절하여 QoS와 통신

서비스 질을 최적으로 만들어 주어 사용자에게 만족을 주도록 조절하는 역할을 한다.

[0004] 주파수 자원을 공유하는 또 한 가지 방법은 초광대역의 주파수 대역을 통해 전송하는 UWB기술이다. UWB는 넓은 대역폭에 매우 낮은 저전력을 이용하므로 기존의 협대역 시스템과의 공유가 가능하다. FCC에서는 UWB 신호를 중심주파수의 20% 이상의 점유 대역폭을 가지는 신호 또는 점유 대역폭과 상관없이 500MHz 이상의 넓은 대역폭을 갖는 신호로 규정하고 있으며 3GHz에서 10GHz 사이의 주파수 대역에 대하여 UWB 신호의 송출 전력 한계를 정하여 스펙트럼 마스크로 규정하고 있다.

[0005] 이와 같은 UWB 기술은 넓은 대역을 사용함으로써 높은 전송용량으로 인한 고속 데이터 전송이 가능하다. 하지만 UWB는 넓은 주파수 대역을 점유하는 시스템의 특성상 기존의 협대역 시스템과의 간섭을 피할 수 없다. 낮은 전력의 주파수 방출은 기존의 주파수 자원을 할당 받은 사용자에게는 잡음으로 작용하고 협대역의 강한 신호는 UWB 시스템에 간섭으로 영향을 주어 성능 저하를 야기 시킨다. UWB 펄스는 시간 측면에서 보면 강한 파워를 가지는 짧은 펄스 신호이므로 다른 시스템에 영향을 미치게 된다. 뿐만 아니라 각국에서는 자국의 주파수 사용 환경에 맞추어 각기 다른 주파수 방출 규정이 있어 UWB 제품의 기술 개발 및 수출에 영향을 미칠 수 있는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일실시예는 채널 환경과 각기 다른 주파수 방사 규정에 적응적인 인지 무선 초광대역 시스템을 제공한다.

[0007] 또한 본 발명의 일실시예는 넓은 주파수 대역을 사용하는 UWB 기술과 채널 환경을 인지하여 사용하지 않는 비어있는 주파수 대역을 이용하는 CR 기술이 합해진 기술로 인지 무선 초광대역 시스템을 제공한다.

[0008] 또한 본 발명의 일실시예는 인지 무선 초광대역 시스템에서 나누어진 부 주파수 대역의 검파 기술 및 검파 정보를 이용한 통신 채널의 할당 기술을 제공한다.

[0009] 또한 본 발명의 일실시예는 종래의 일반 검파 알고리즘에 연판정 기술을 적용하여 검파한 채널 정보의 정밀도를 높이며 빠른 할당을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일실시예에 따른 인지 무선 초광대역 시스템은 프리엠블 신호를 생성하고, 상기 생성된 프리엠블 신호를 선택된 부 주파수 대역으로 송신하는 송신 장치 및 각 부 주파수 대역 별로 나누어 보내진 신호를 수신하고, 에너지 검출을 이용하여 프리엠블 신호의 에너지를 측정한 채널 환경의 파악 및 주파수 대역을 할당하는 수신 장치를 포함하고, 상기 수신 장치는 상기 검출된 에너지를 이용하여 가용 가능한 부 주파수 대역을 센싱한다.

[0011] 본 발명의 일실시예에서 상기 수신 장치는 초광대역 언더레이 특성을 기초하여 트레이닝 심볼의 에너지 검출 기술을 이용하여 스펙트럼을 센싱할 수 있다.

[0012] 또한 본 발명의 일실시예에서 상기 송신 장치는 상기 프리엠블 신호를 생성하는 프리엠블 신호 생성부 및 상기 선택된 부 주파수 대역으로 상기 프리엠블 신호를 송신하는 송신 RF부를 포함할 수 있다.

[0013] 또한 본 발명의 일실시예에서 상기 수신 장치는 각 부 주파수 대역 별로 나누어 보내진 신호를 수신하는 수신 RF부와, 상기 수신된 신호에서 에너지를 검출하는 에너지 검출부 및 상기 검출된 에너지를 이용하여 가용 가능한 부 주파수 대역을 센싱하는 스펙트럼 센싱부를 포함할 수 있다.

[0014] 또한 본 발명의 일실시예에서 상기 수신 장치는 에너지 검출 방식을 이용하여 검출된 신호의 레벨이 기준치를 넘는 경우 메트릭 값을 증가시키고, 상기 검출된 신호의 레벨이 상기 기준치를 넘지 못하는 경우 신호가 간섭에 영향을 받는다고 가정하여 상기 메트릭 값을 증가시키지 않을 수 있다.

[0015] 또한 본 발명의 일실시예에서 상기 수신 장치는 상기 간섭이 존재하는 대역에서 상기 메트릭 값이 '0'으로 낮게 나오며, 상기 간섭이 없는 서브 밴드의 메트릭 값이 더 높게 나올 수 있다.

[0016] 또한 본 발명의 일실시예에서 상기 수신 장치는 프리엠블 중 펄스 신호가 포함되어 있는 부분의 파워와 신호가 없고 노이즈만 있는 곳의 신호의 비를 계산하고, 상기 계산된 값을 소프트로 사용하여 상기 수신된 신호 중 최

고의 에너지와 최저의 에너지 비율을 이용할 수 있다.

[0017] 또한 본 발명의 일실시예에서 상기 수신 장치는 각 트레이닝 신호의 검파가 기준치를 거치지 않고 측정된 값을 '100'으로 평준화하고, 상기 평중화된 값을 바로 메트릭에 저장할 수 있다.

[0018] 또한 본 발명의 일실시예에서 상기 수신 장치는 처음 심볼의 경우 간섭이 존재하면 낮은 '20'의 값을 수신할 수 있다.

[0019] 또한 본 발명의 일실시예에서 상기 수신 장치는 다음 심볼의 경우 간섭원이 존재하지 않으면 높은 값인 '72'의 값을 저장할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 일실시예에 따르면, 채널 검파 시 복잡한 알고리즘을 이용하는 기존의 검파 방식보다 간단한 방식으로 제안할 수 있다.

[0021] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 채널 할당 방법에서도 연판정 방식을 적용하여 사용 가능한 채널 선택의 정밀도를 높여 공존하는 다른 시스템과의 간섭을 줄일 수 있으며, 광대역을 부 주파수 대역으로 나누어서 사용할 때 코드를 사용함으로써 부 주파수 대역마다 각각의 감지기를 사용하지 않아도 되므로 복잡도를 줄일 수 있다.

[0022] 또한 본 발명의 일실시예에 따르면, 복잡도를 줄인 시스템은 비어 있는 주파수 대역을 찾아서 사용하는 인지 무선 초광대역의 활용도를 더욱 높일 수 있으며, 다른 무선 시스템과의 공존에서도 좀 더 지능적인 서비스를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 인지 무선 초광대역 방식의 부 주파수 분할 방식의 일례를 나타내는 도면이다.

도 2는 에너지 검출을 이용하여 검파된 프리엠블 신호의 일례를 나타내는 도면이다.

도 3은 인지 무선 초광대역 시스템에서 송신 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

도 4는 인지 무선 초광대역 시스템에서 수신 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

도 5는 부 주파수 대역 신호의 배치도를 나타낸다.

도 6은 경판정 방식을 나타내는 도면이다.

도 7은 연판정 방식을 나타내는 도면이다.

도 8은 경판정 방식과 연판정 방식의 간섭원을 찾을 확률을 나타내는 그래프이다.

도 9는 간섭이 있고 점유되지 않은 채널을 선택할 경우 실패 알람이 생기는 확률을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 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.

[0025] 도 1은 인지 무선 초광대역 방식의 부 주파수 분할 방식의 일례를 나타내는 도면이다.

[0026] 도 1을 참조하면, (a)은 기존의 UWB 주파수 분할 방식으로 여러 개의 범주로 분할되어 각각 넓은 주파수 대역을 점유하고 있다. 이렇게 연속적으로 점유된 넓은 주파수 밴드는 1차 사용자들에게 간섭을 줄 뿐만 간섭을 받게 된다. (b)에서와 같이 Cognitive UWB 시스템은 기존의 사용 가능한 UWB 밴드를 여러 개의 부 주파수 대역으로 분할한다.

[0027] 이와 같이 분할된 주파수 중 마스크 규정을 만족하고 타 시스템의 간섭도 없는 부 주파수를 조합하여 사용하면 다른 시스템의 간섭을 피하기 쉬워질 뿐만 아니라 상황에 따라서 더 넓은 주파수 대역을 사용할 수 있어 시스템의 성능을 향상 시킬 수 있다.

[0028] 하지만 이렇게 여러 개의 부 주파수로 나누어 간섭의 유무를 확인하기 위해서는 검출기가 필요하다. 본 발명에서는 이러한 복잡도를 줄이기 위해 에너지 검출 방식을 이용한 스펙트럼 센싱을 이용한다. UWB 신호의 에너지

검출 방식은 기존의 언더레이(underlay) 방식의 UWB 신호를 트레이닝 신호를 통하여 전송하여 수신된 신호의 파워를 분석하여 외부 간섭 신호의 유무 및 주파수 대역의 사용유무를 분석하게 된다.

[0029] 도 2는 에너지 검출을 이용하여 검파된 프리엠블 신호의 일례를 나타내는 도면이다.

[0030] 도 2를 참조하면, (a)의 경우 UWB의 점유 대역이 강한 신호의 협대역 신호에 간섭을 받지 않을 경우 (b)와 같이 프리엠블 신호의 차이가 크게 나게 된다. 반면 (c)의 경우와 같이 UWB 주파수 대역에 강한 협대역 신호가 수신될 경우 협대역 강한 신호로 인하여 (d)와 같이 프리엠블 신호와 노이즈 신호의 차이가 적게 나게 된다.

[0031] 이와 같이 본 발명은 언더레이(underlay) 방식이 가능한 UWB 신호를 이용하여 에너지 검출 방식을 이용하는 간단한 구조의 스펙트럼 센싱 알고리즘을 사용할 수 있다.

[0032] 도 3은 인지 무선 초광대역 시스템에서 송신 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

[0033] 도 3을 참조하면, 인지 무선 초광대역 시스템에서 송신 장치(300)는 프리엠블 신호 생성부(310) 및 송신 RF부(320)를 포함한다. 송신 장치(300)는 프리엠블 신호 생성부(310)에서 생성된 신호를 선택된 부 주파수 대역을 송신 RF부(320)를 통해 전송하게 된다.

[0034] 도 4는 인지 무선 초광대역 시스템에서 수신 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

[0035] 도 4를 참조하면, 인지 무선 초광대역 시스템에서 수신 장치(400)는 수신 RF부(410), 에너지 검출부(420) 및 스펙트럼 센싱부(430)를 포함한다. 수신 장치(400)는 송신 장치(30)로부터 각 부 주파수 대역 별로 나누어 보내진 신호를 수신하고, 에너지 검출부(420)를 통해 프리엠블 신호의 에너지를 검출하고, 스펙트럼 센싱부(430)을 통해 채널 환경의 파악 및 주파수 대역의 할당을 한다. 이렇게 각 서브밴드 별로 파악된 정보로 간섭의 여부 즉 협대역 사용자가 그 채널을 사용하고 있는지를 알아낼 수 있다.

[0036] 송신 장치(300)는 각 부 주파수 별로 서로 다른 부 주파수대역의 펄스를 합쳐서 보내면, 수신 장치(400)는 이러한 정보를 이용하여 각 서브밴드의 간섭 정보를 알아낼 수 있다.

[0037] 이와 같이, 본 발명에 따른 인지 무선 초광대역 시스템은 서로 다른 부 주파수 대역의 펄스를 사용하였으므로 잘못된 데이터의 위치에 따라 어떤 부 주파수 대역의 채널 환경이 좋은지 알아낼 수 있으며 이에 좋은 부 주파수 밴드만을 선택하여 통신에 사용할 수 있다.

[0038] 도 5는 부 주파수 대역 신호의 배치도를 나타낸다.

[0039] 도 5를 참조하면, (a) 의 경우 각 서브밴드 별로 나누어 트레이닝 신호를 보낸 후 수신 단 측에서 각 서브밴드 별로 분해하여 각각의 검출기를 사용하여 채널 환경을 파악한다. 이렇게 각 서브밴드 별로 파악된 정보로 간섭의 여부 즉 협대역 사용자가 그 채널을 사용하고 있는지를 알아낼 수 있다.

[0040] 이러한 시스템 구조는 간단하지만 많은 수의 부 주파수 대역의 신호를 검파하는데 많은 시간이 소요되는 단점이 있으며 보내어 지는 신호 또한 광대역 신호가 아니게 된다

[0041] 본 발명에서는 (b)와 같은 코드를 제안하였다. (b)의 경우 검파의 효율성을 높이기 위해 각 서브밴드 별로 그룹을 지어 겹치는 방식을 적용한다. 송신 장치(300)에서 각 서브밴드 별로 서로 다른 코드로 적용시킨 후 합쳐서 보내면, 수신 장치(400)에서는 이러한 코드의 정보를 이용하여 각 서브밴드의 간섭 정보를 알아낼 수 있다.

[0042] 이와 같이, 본 발명은 서로 다른 코드를 사용하였으므로 잘못된 데이터의 위치에 따라 어떤 서브밴드의 채널환경이 좋은지 알아낼 수 있으며, 이에 좋은 서브밴드만을 선택하여 통신에 사용할 수 있다.

[0043] 또한 본 발명은 코드를 사용함으로써 각 서브밴드 별로 검출기를 사용하지 않고 하나의 검출기만으로도 채널의 상태를 알아낼 수 있다.

[0044] 다음과 같이 전송된 트레이닝 신호는 각자 채널을 통과하여 수신 장치(400)에서 채널의 상태를 추정하게 되는데 이에는 두 가지 방식을 제안한다. 이는 경판정(hard decision) 방식과 연판정(Soft decision) 이다.

[0045] 경판정 방식은 수신된 신호의 레벨을 기준치(threshold)를 설정하여 주파수 대역의 상태를 판별하는 것으로 간단하게 협대역 신호의 및 채널의 상태를 추정 할 수 있다. 이에 대한 방식은 다음 수식과 같다.

[0046] [수학식 1]

$$Metric_{hard} = \begin{cases} 1, & r(t) > threshold_{hard} \\ 0, & r(t) < threshold_{hard} \end{cases}$$

[0047]

[0048] 여기서 사용된 기준치(threshold)는 하기 수학식 2와 같다. 수신된 신호 중 max 신호와 최저 신호의 중간 값을 가지는 방식으로 기준치(threshold)를 구할 수 있다.

[0049] [수학식 2]

$$Threshold_{hard} = mean(\max(r(t)), \min(r(t)))$$

[0050]

[0051] 즉 본 발명은 프리엠블의 신호가 강한 경우 외부 간섭에 적게 영향을 받게 되어 비어있을 확률이 높은 채널이고 파워의 비가 낮은 경우 신호가 외부 간섭원에 영향을 받아 약해졌을 확률이 높은 채널임을 추정할 수 있을 것이다. 하지만 에너지 검출을 이용하는 경우 채널 상태와 협대역 신호의 유무를 정확히 추정하기 어렵다. 이를 해결 하기 위하여 본 발명은 도 1의 (b)와 같이 중첩되는 부 주파수 대역의 그룹을 통하여 (a)의 방식과 동일 시간의 경우 같은 주파수 대역을 3번 검파하는 장점이 있다.

[0052] 도 6은 경판정 방식을 나타내는 도면이다.

[0053] 도 6을 참조하면, 경판정 방식의 예로서 (b)와 같이 중첩된 서브밴드 그룹핑하는 방식을 사용하며 협대역 신호가 각각 1번과 6번 부 주파수 대역에 존재하는 경우(610)이다. 수신 장치(400)에서는 에너지 검출 방식을 이용하여 신호의 레벨이 기준치(threshold)를 넘을 경우 메트릭 값을 증가시키게 되고 신호가 기준치(threshold)를 넘지 않는 경우 신호가 간섭에 영향을 받았다고 가정하여 메트릭 값을 증가시키지 않게 된다(620). 그리하여 최종적으로 각 메트릭 값을 합산하면 부 주파수 대역의 채널 정보를 추정할 수 있다(630). 간섭이 존재하는 1번과 6번 대역에서는 메트릭 값이 '0'으로 낮게 나왔으며 간섭이 없는 서브밴드의 메트릭 값이 높게 된다. 즉 최종적으로 메트릭 값이 가장 큰 서브밴드들만을 선택하여 사용할 수 있다. 위의 예에서는 2, 4, 5, 7번째 서브 밴드의 메트릭 값이 2이므로 간섭이 적은 부 주파수 대역임을 알 수 있다.

[0054] 앞에서 설명한 코드 방식은 신호의 신호 세기를 측정하여 간섭의 유무를 나타내는 방식이다. 하지만 이 방식은 값의 강약과 상관 없이 간섭이 있는 신호와 없는 신호로 on off와 같이 이분법적으로 구분되어 계산 되었다. 이처럼 이와 같은 경판정보다 연판정 방법을 이용하여 간섭 신호를 검출하는 방식을 설명한다. 연판정 구별법 역시 (b) 코드를 이용하여 트레이닝 신호를 전송하게 된다. 이를 수신 장치(400)에서는 프레임블 중 펄스 신호가 포함되어 있는 부분의 파워와 신호가 없는 즉 노이즈만 있는 곳의 신호의 비를 계산하여 그 값을 소프트로 사용하게 된다. 이에 대한 수식은 다음과 같다. 수신된 신호 중 최고의 에너지와 최저의 에너지 비율을 이용하는 방식이다. 여기서 함수 Normalization()는 비율을 0~100으로 평준화시키는 함수이다.

[0055] [수학식 3]

$$Matric_{soft} = Normalization\left(\frac{\max(r(t))}{\min(r(t))}\right)$$

[0056]

[0057] 도 7은 연판정 방식을 나타내는 도면이다.

[0058] 도 7을 참조하면, 연판정 방식의 예로서 경판정 방식과 같은 코드와 같은 위치에 협대역 신호의 간섭이 존재한다(710). 각 트레이닝 신호의 검파는 기준치(threshold)를 거치지 않고 측정된 값을 100으로 평준화 하여 그 값을 바로 메트릭에 저장을 하게 된다(720). 처음 심볼의 경우 간섭원이 존재하게 됨으로 낮은 20의 값이 수신되었으며 다음 심볼의 경우 간섭원이 없어 높은 값인 72의 값이 저장 되게 된다(720).

[0059] 이와 같이 신호의 레벨을 100단계로 분류하여 메트릭을 저장하면 최종 결과는 경판정 방식보다 더욱 정확한 값을 가지며 세분화된 결과 값을 가지게 될 뿐만 아니라 노이즈의 영향으로 인한 채널 왜곡 현상 또한 센싱이 가능하여 좀더 정확한 스펙트럼 센싱이 가능해진다(730).

[0060] 도 9의 경우는 메트릭 값이 '37', '41' 값을 가지는 1번, 6번 서브-밴드(sub-band)가 나쁜 부 주파수 대역이며,

'174' 와 '170'의 값을 가지는 3 번, 4번 부 주파수 대역이 좋은 상태를 가지는 것을 추정할 수 있다.

[0061] 본 발명은 경판정 방식과 연판정 방식의 성능을 에너지 검출의 실패 알람(false alarm)의 환경에서 성능을 비교한다. 주파수 대역은 3개의 UWB 대역 (1500MHz)를 사용하며 각 대역은 5개의 부 주파수 대역(100MHz)으로 분할하여 총 15개의 부 주파수 대역에서 시뮬레이션을 하였다.

[0062] 도 8은 경판정 방식과 연판정 방식의 간섭원을 찾을 확률을 나타내는 그래프이다.

[0063] 도 8을 참조하면, 에너지 검출의 서브 채널 센싱에 실패 알람(false alarm)이 증가할 경우 전체적인 채널 센싱의 실패 알람(false alarm을) 나타낸 그래프이다.

[0064] 이와 같이, 각 서브 채널의 실패 알람(false alarm)이 증가함에 따라 경판정의 경우보다 연판정의 방식이 실패 알람(false alarm)에 더욱 강인하게 채널을 센싱하는 것을 볼 수 있다.

[0065] 도 9는 간섭이 있고 점유되지 않은 채널을 선택할 경우 실패 알람이 생기는 확률을 나타내는 그래프이다.

[0066] 도 9를 참조하면, 간섭이 있을 경우 점유되지 않는 채널을 선택할 경우는 실패 알람(false alarm)이 생기는 확률을 보여주는 결과 그래프로 좋은 채널을 선택할 시에도 에너지 검출의 경보 알람(false alarm)에 더욱 강인한 특성을 보임을 알 수 있다.

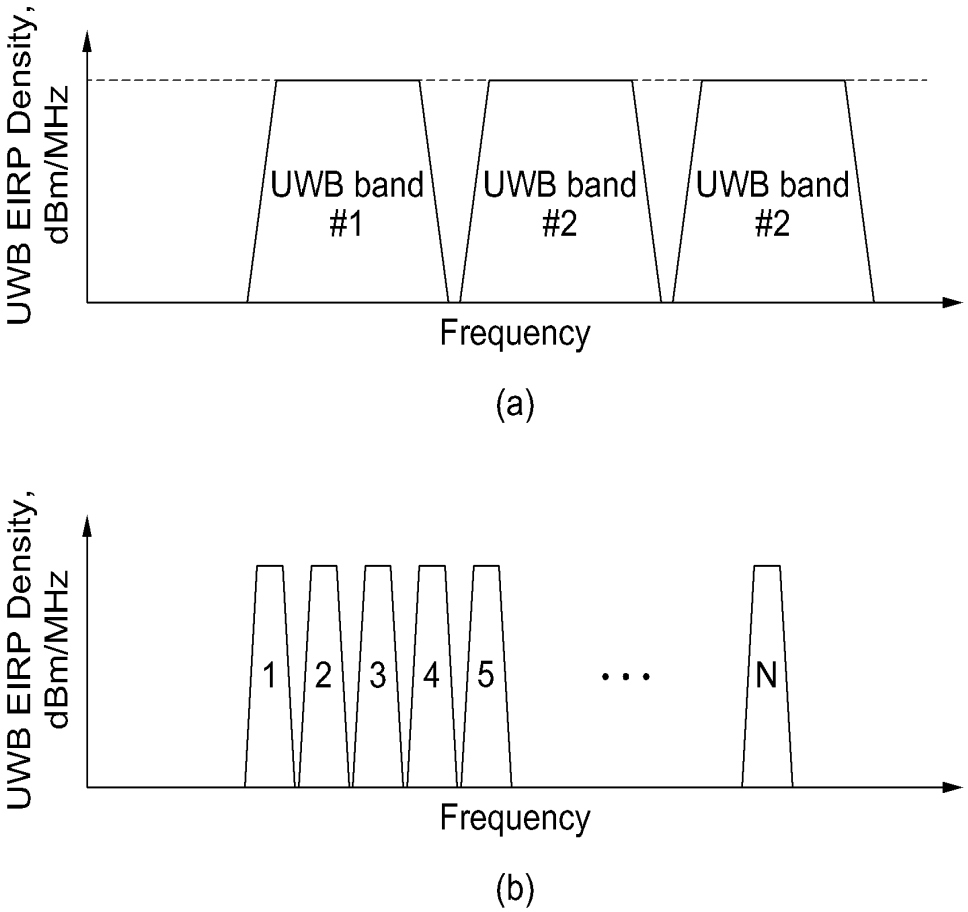
[0067] 이와 같이, 본 발명은 검파를 한 센싱 데이터를 소프트로 이용하는 경우는 검파 시에 생기는 오류의 문제점에 덜 민감하며, 더욱 좋은 채널을 사용할 수 있는 장점이 있는 것을 알 수 있다.

[0068] 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.

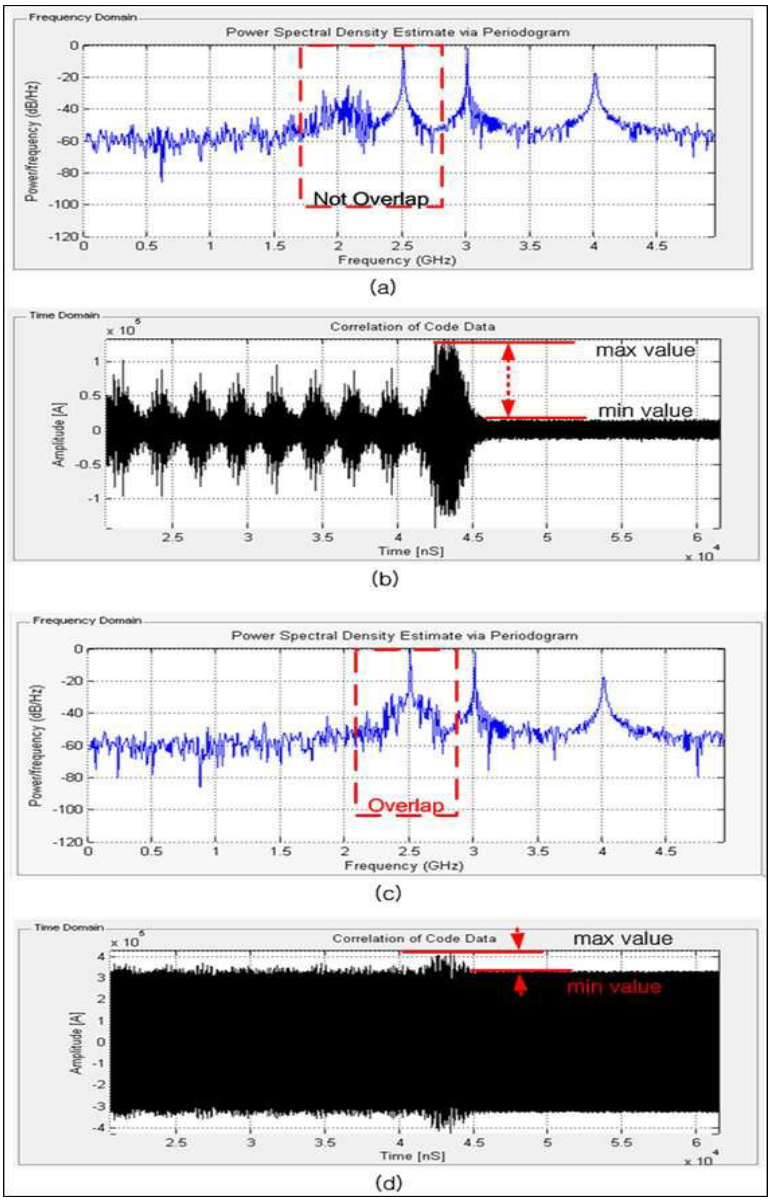
[0069] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

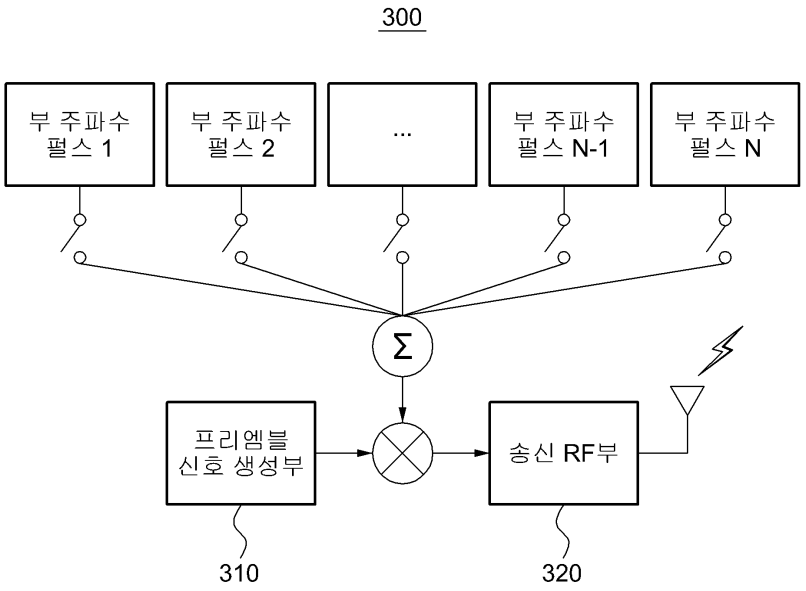
도면1


UWB EIRP Density, dBm/MHz
UWB band #1
UWB band #2
UWB band #2
Frequency
(a)
UWB EIRP Density, dBm/MHz
1
2
3
4
5
• • •
N
Frequency
(b)

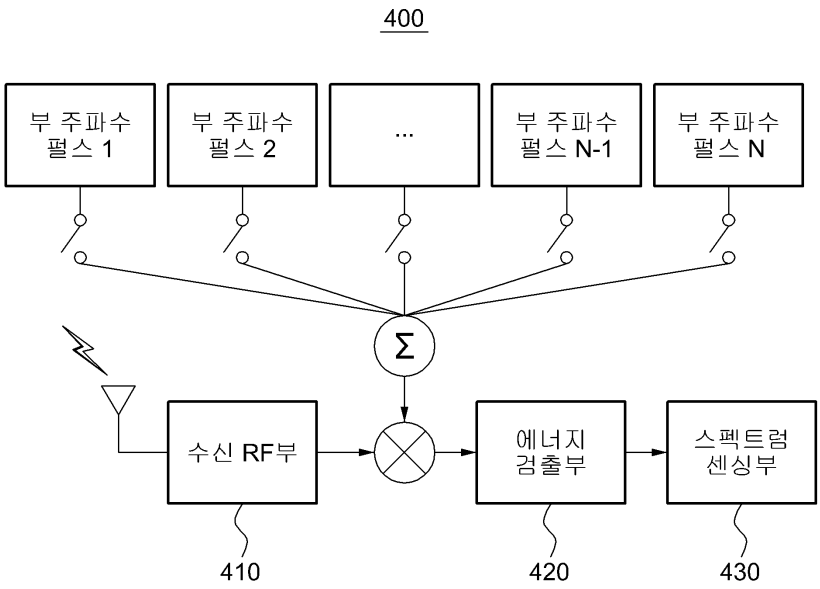
도면2


Frequency Domain
Power Spectral Density Estimate via Periodogram
Power/frequency (dB/Hz)
Frequency (GHz)
Not Overlap
(a)
Time Domain
Correlation of Code Data
Amplitude [A]
Time [nS]
max value
min value
(b)
Frequency Domain
Power Spectral Density Estimate via Periodogram
Power/frequency (dB/Hz)
Frequency (GHz)
Overlap
(c)
Time Domain
Correlation of Code Data
Amplitude [A]
Time [nS]
max value
min value
(d)

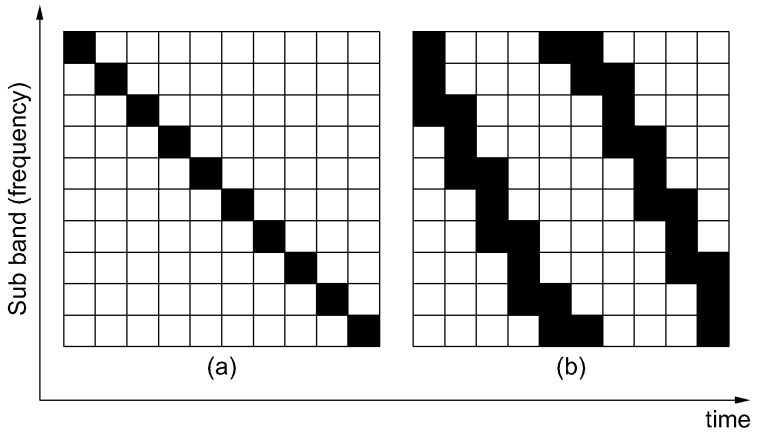
도면3


300
부 주파수 펄스 1
부 주파수 펄스 2
...
부 주파수 펄스 N-1
부 주파수 펄스 N
Σ
프리엠블 신호 생성부
송신 RF부
310
320

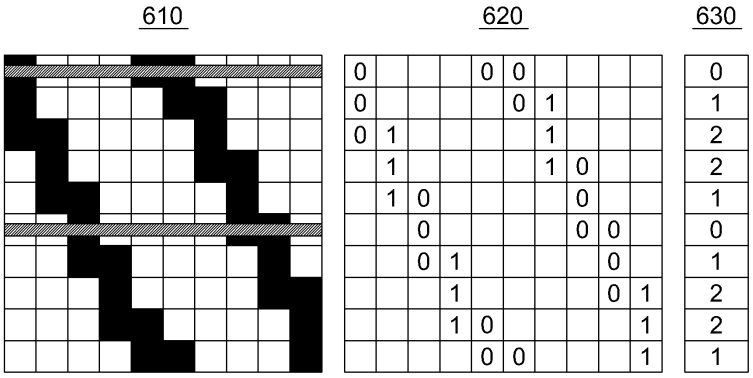
도면4


400
부 주파수 펄스 1
부 주파수 펄스 2
...
부 주파수 펄스 N-1
부 주파수 펄스 N
Σ
수신 RF부
에너지 검출부
스펙트럼 센싱부
410
420
430

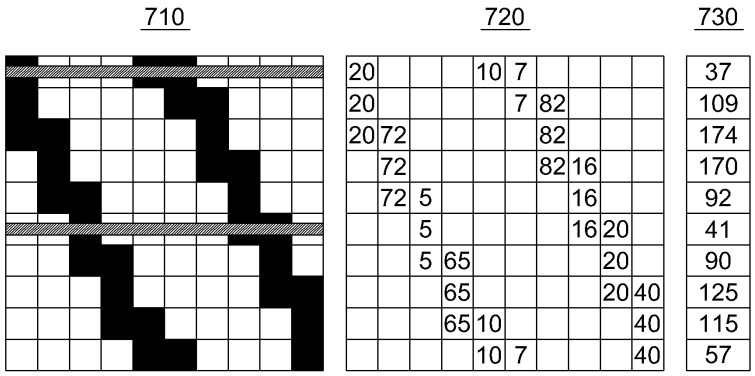
도면5


Sub band (frequency)
(a)
(b)
time

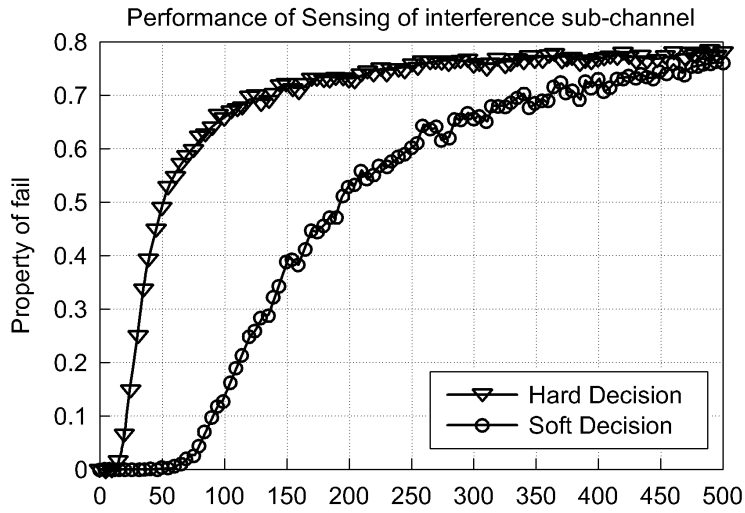
도면6


610
620
630
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 2 0 1 1 1 0 2 0 1 0 0 2 0 0 0 1 0 0 1 2 0 1 1 2 0 0 1 1

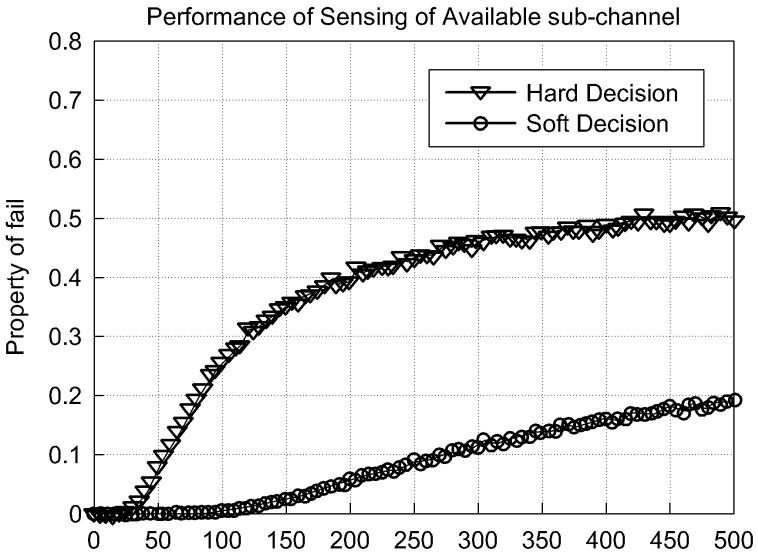
도면7


710
720
730
20 10 7 37 20 7 82 109 20 72 82 174 72 82 16 170 72 5 16 92 5 16 20 41 5 65 20 90 65 20 40 125 65 10 40 115 10 7 40 57

도면8


Performance of Sensing of interference sub-channel
Property of fail
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
Hard Decision
Soft Decision

도면9


Performance of Sensing of Available sub-channel
Property of fail
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
Hard Decision
Soft Decision