(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0089027
(43) 공개일자 2009년08월21일

(51) Int. Cl.
H04B 17/00 (2006.01) *H04L 1/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0014342
(22) 출원일자 2008년02월18일
심사청구일자 2008년02월18일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
김재명
인천 남구 용현동 235 인하대학교 하이테크 432호 무선전송연구실
정관파
인천 남구 용현3동 인하대학교 하이테크 432호 무선전송연구실
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

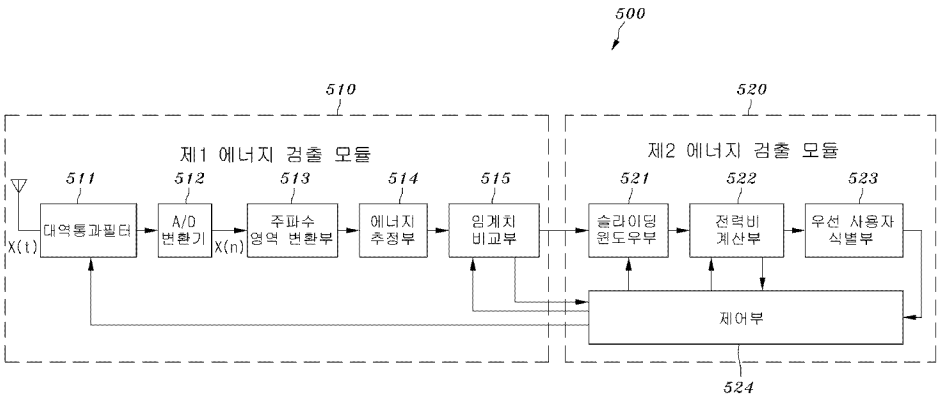
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지검출기 및 검출방법

(57) 요 약

본 발명은 스펙트럼 검출 과정에서 강화된 에너지 검출기를 이용함으로써 기존 방식의 성능을 개선하는 기법으로 IEEE 802.22 시스템 환경에서 우선사용자(Primary User)인 디지털TV(DTV)와 무선 마이크 신호(WMP) 그리고 잡음(noise)의 전력에 대한 특성을 측정하고 그 값을 비교하여 구분해 내는 특징을 지닌다. 본 발명은 우선사용자들의 신호의 종류에 따라 상이한 최대 전력과 평균 전력의 비 (Maximum-to-Mean Power Ratio, MMPR)를 가진다는 점을 이용하여 우선사용자들의 신호 종류까지 구분하는 특징을 지닌다. 기존의 에너지 검출기의 방법으로 신호의 에너지를 측정하여 신호의 존재 유무를 판단하고 만약 신호가 존재한다면 강화된 에너지 검출기 알고리즘으로 제어가 넘어가게 된다. 주파수 도메인 상에서 특정 크기의 슬라이딩 윈도우를 통해 최대 전력과 평균 전력을 측정할 수 있으며 측정값을 이용해서 최대 전력과 평균 전력의 비(Maximum-to-Mean Power Ratio, MMPR)를 구할 수 있다. 이 값을 이용한 임계값 비교를 통해서 각 신호들과 잡음을 구분하는 것이 강화된 에너지 검출기의 기본 알고리즘이다.

대 표 도



(72) 발명자

김영민

인천 남구 용현3동 인하대학교 하이테크 432호 무선전송연구실

손성환

인천 남구 용현3동 인하대학교 하이테크 432호 무선정송연구실

특허청구의 범위

청구항 1

수신신호의 에너지를 제 1 임계값과 비교하여 신호의 존재 유무를 식별하는 제 1 에너지 검출 모듈; 및

상기 수신신호의 에너지가 제 1 임계값보다 큰 경우 제 1 윈도우 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우 마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하여 최대 전력 대 평균 전력의 비를 이용하여 우선사용자 신호의 종류를 식별하는 제 2 에너지 검출 모듈을 포함하는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 제 1 에너지 검출 모듈은

관심있는 스펙트럼을 추출하기 위한 대역통과필터;

상기 대역통과필터의 출력을 디지털 신호로 변환하기 위한 A/D 변환부;

상기 A/D 변환부의 출력을 주파수 영역 신호로 변환하는 주파수 영역 변환부;

상기 주파수 영역 변환부 출력을 제곱하고 평균화하여 수신신호의 에너지를 추정하는 에너지 추정부; 및

상기 수신신호의 에너지를 제 1 임계값과 비교하는 임계치 비교부를 포함하는 것을 특징으로 하는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 주파수 영역 변환부는 FFT(Fast Fourier Tramsform)를 이용하여 주파수 영역 신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 제 2 에너지 검출 모듈은

제 1 윈도우 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우 마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하고 저장하는 슬라이딩 윈도우부;

상기 제 1 윈도우 크기를 가진 각 윈도우의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 계산하는 전력비 계산부; 및

상기 최대 전력 대 평균 전력의 비를 제 2 임계값과 비교하여 우선사용자 신호의 유형을 식별하는 우선사용자 식별부를 포함하는 것을 특징으로 하는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제 2 에너지 검출 모듈은 상기 제 1 임계값, 제 2 임계값, 제 1 윈도우 크기 중 적어도 하나 이상을 결정하는 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 우선사용자 식별부는 우선사용자 신호가 무선마이크 신호인지 디지털 TV 신호인지 식별하는 것을 특징으로 하는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기.

청구항 7

수신신호의 에너지를 제 1 임계값과 비교하여 신호의 존재 유무를 식별하는 제 1 단계; 및

상기 수신신호의 에너지가 제 1 임계값보다 큰 경우 제 1 윈도우 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우 마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하여 최대 전력 대 평균 전력의 비를 이용하여 우선사용자 신호의 종류를 식별하는 제 2 단계를 포함하는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서, 상기 제 1 단계는

관심있는 스펙트럼을 추출하기 위하여 주파수 대역을 필터링하는 제 1 과정;

상기 제 1 과정에서 필터링된 신호를 나이퀴스트율에 의해 표본화하는 제 2 과정;

상기 제 2 과정에서 표본화된 시간 영역의 신호를 주파수 영역의 신호로 변환하는 제 3 과정;

상기 주파수 영역 신호의 표본화된 주파수를 제곱하고 평균화하여 수신신호의 에너지를 계산하는 제 4 과정; 및

상기 수신신호의 에너지를 제 1 임계값과 비교하여 신호의 존재 유무를 식별하는 제 5 과정을 포함하여 이루어지는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제 3 과정은 FFT(Fast Fourier Tramsform)를 이용하여 주파수 영역 신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출방법.

청구항 10

청구항 7 또는 청구항 8에 있어서,

상기 제 2 단계는 제 1 윈도우 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우 마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하고 저장하는 제 1 과정;

상기 제 1 윈도우 크기를 가진 각 윈도우의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 계산하는 제 2 과정;

상기 최대 전력 대 평균 전력의 비를 제 2 임계값과 비교하여 우선사용자 신호의 유형을 식별하는 제 3 과정을 포함하여 이루어지는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 제 2 단계의 제 3 과정은 우선사용자 신호가 무선마이크 신호인지 디지털 TV 신호인지 식별하는 것을 특징으로 하는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 스펙트럼 검출방법 중 신호의 에너지를 검출하여 신호를 감지하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기존의 에너지 검출기의 신호의 존재유무를 검출하는 기능에 신호의 종류를 구분하는 기능을 추가하여 스펙트럼 검출의 신뢰성을 높일 수 있는 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기 및 검출방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 먼저 이 기술에서 사용되는 주요 용어와 그 의미를 정의하면 다음과 같다.

<3> 무선 인지 기술(CR : Cognitive Radio) : 주파수 대역이 할당되어 있지만 실제로 사용하지 않고 비어있는 주파

수 대역을 감지해 이를 효율적으로 공유하여 사용할 수 있는 기술.

<4> 기지국(BS : Base Station) : 무선 인지 기술을 기반으로 무선 인터페이스를 통하여 단말과 송수신을 수행하고 자신의 통신영역 안에 통신 제어를 관할하는 장치.

<5> 우선사용자(Primary User) : 요금을 지불하고 허가된 주파수 대역을 사용하는 사용자.

<6> CR 시스템 : 무선 인지 기술을 사용하는 통신 시스템.

<7> WRAN CPE(Customer Promise Equipmet) : WRAN(Wireless Regional Area Network) 환경에서의 CR시스템 사용자

<8> 하향링크(Downlink) : 기지국으로부터 단말로의 방향.

<9> 상향링크(Uplink) : 단말로부터 기지국으로의 방향.

<10> 다양하게 발전하고 있는 무선 통신 시스템 간에는 기술적으로 동일한 주파수 대역을 사용하기에 어려움이 있어, 각 무선 통신 시스템은 서로 다른 주파수 대역을 할당받아 사용하고 있다. 음성통신 및 데이터 통신에 적합한 거의 대부분의 주파수 대역은 할당되어 있는 상태로서, 새로이 개발되고 있는 무선 통신 시스템에 할당할 주파수 대역이 부족한 실정이다.

<11> 그러나 주파수 대역이 무선 통신 시스템에 할당되어 있지만 지역적, 시간적으로 사용되고 있지 않는 주파수 대역이 존재하게 된다. 이러한 주파수 대역을 효율적으로 이용할 수 있는 방법으로 무선 인지(Cognitive Radio, CR) 기술이 있다.

<12> 무선 인지는 원래의 우선사용자(primary user)에게 간섭을 주지 않고 비어있는 주파수 대역을 인지하여 사용하는 기술이다.

<13> 무선 인지 기술을 기반으로 미국, 캐나다, 브라질 등과 같이 광활한 지역에서 무선인터넷 접속이 가능하게 하기 위하여 VHF / UHF 대역의 TV 대역 중 사용되지 않는 채널을 활용하여 서비스를 제공할 수 있는 표준을 제정한 것이 IEEE 802.22 WRAN 시스템이다.

<14> 도 1은 IEEE 802.22 WRAN 시스템의 개요가 도시된 도이다.

<15> 도 1을 참조하면, WRAN시스템은 우선사용자(Primary User)와 WRAN 기지국(110), WRAN CPE(120, Customer Promise Equipment)를 포함한다. 도 1에서의 우선사용자는 TV수신기(130)와 무선마이크(140)라고 할 수 있다. WRAN 시스템의 서비스 커버리지는 33Km ~ 100Km 이고, 스펙트럼 효율은 0.5~3bps/Hz를 목표로 하고 있으며 하향링크 1.5Mbps, 상향링크 384kbps 이상을 목표로 하고 있다.

<16> 이러한 무선인지 기술은 기존의 통신시스템에 외부환경을 인지하는 스펙트럼 센싱 기술과 인지한 외부환경 정보로부터 효율적인 주파수와 통신 파라미터 정보를 변경을 시켜 주는 자원할당의 기능을 담당하는 부분의 추가로서 구성할 수 있다. 이 중 스펙트럼 센싱 기술은 외부의 우선사용자(Primary User)의 존재 유무를 비롯한 환경을 인지하는 무선인지 기술의 핵심 기능 중 하나로 크게 나누어 2가지의 기능으로 분류될 수 있다. 그 중 하나는 특정 대역의 사용 유무를 파악하는 것이며 다른 하나는 사용되고 있는 대역의 신호의 특징 및 종류를 파악하는 기능을 하는 것이다. 첫 번째 목적은 우리가 사용 가능한 대역을 확보하기 위해서 필요하며 2번째 기능은 효율적으로 주파수 운용을 하기 위한 기능으로 볼 수 있다. 이러한 스펙트럼 센싱 방식은 크게 3가지의 방법으로 구분할 수 있다.

<17> 그 중 성능이 좋은 방식 중의 하나가 사용자 신호에 같은 신호를 정합하여 사용자 신호를 검출하는 방식이 있다. 신호의 정합을 위해 정합 필터를 사용한다.

<18> 도 2는 정합 필터를 이용한 방식의 구성이 도시된 블록도(200)이다.

<19> 도 2를 참조하면, 임의의 수신 신호는 A/D 변환부(210)를 거쳐 정합 필터(220)를 통과한다. 정합 필터를 통해 심벌시간이 복원(230) 되고 반송파의 위상이 복원(240)된 후 채널 등화기(250)를 거치면 임계값 비교(260)를 통해 신호를 검출할 수 있다. 신호 대 잡음 비(SNR)를 최대화 할 수 있고 비교적 정확한 방식이지만 모든 신호에 대한 정보를 미리 알고 있어야 하고 정보가 정확하지 않다면 성능이 크게 열화 될 수 있기 때문에 다양한 환경에서의 신호를 검출할 수 없는 단점이 있다.

<20> 다른 스펙트럼 센싱 방식으로 신호들이 가지는 주기적인 성질을 이용하여 신호의 형태를 검출하는 Cyclostationary 검출 방식이 있다. 변조된 신호는 그 평균과 자기상관함수(autocorrelation)등이 통계적으로

주기성을 갖게 되므로 Cyclostationary 한 특성을 이용해서 신호를 검출 한다.

<21> 도 3은 Cyclostationary 검출 방식의 구성이 도시된 블록도(300)이다.

<22> 도 3을 참조하면, 임의의 수신 신호는 A/D 변환부(310)를 거쳐 FFT(320)를 통해 주파수 영역으로 이동한다. 그리고 이것은 자기 상관부(330)를 거쳐 평균화 단계(340)를 통해 신호를 검출할 수 있다. 이 검출은 수신된 신호를 자기상관(autocorrelation)하여 신호를 검출하는 방식으로 간섭신호에 대하여 우수한 검출 성능을 가진다. 이러한 방법은 작은 신호 대 잡음 비로도 신호의 존재 유무를 파악할 수 있으며 현재 대역에 존재하는 신호의 특징 등을 알아낼 수 있는 장점이 있다. 하지만 그에 따른 시스템 요구사항도 적지 않아서 구조가 복잡하고 비용이 많이 드는 특징을 지닌다;

<23> 마지막으로 신호의 에너지의 크기에 따라 신호의 존재 유무를 감지하는 에너지 검출 방식이 있다. 에너지 검출 방식은 기본적으로 우선사용자(Primary User)에 대한 정보가 없이도 그 검출이 가능하다.

<24> 도 4는 에너지 검출 방식의 구성이 도시된 블록도(400)이다.

<25> 도 4를 참조하면, 임의의 수신신호가 A/D변환부(410)를 거친 후 FFT(430)를 통해 수신신호가 주파수 영역으로 옮겨지고 평균화(440)된 후, 주파수 영역으로 옮겨진 값과 잡음에 따른 임계값의 비교(420)를 통해 비교적 쉽게 구현이 가능하다.

<26> 가장 간단한 방식 중의 하나로 쉽게 스펙트럼의 존재 유무를 파악할 수 있다는 장점이 있으나 위에서 상술하였던 신호의 종류 등을 파악하기가 어려운 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<27> 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 에너지 검출기를 사용하여 IEEE 802.22 WRAN 시스템에서 우선사용자로 지정되어 있는 VSB 신호와 WMP신호의 구분과 검출 성능향상을 도모하고, 에너지 검출 방식의 최대 단점인 우선사용자와 잡음의 구별이 불가능한 특징을 구간별로 계산된 최대 전력 대 평균 전력 비(MMPR)를 이용해 개선한 IEEE 802.22 시스템 환경에서 VSB와 WMP 신호를 구분해 내는 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

<28> 또한, 강화된 에너지 검출기의 알고리즘을 실행하여 신호의 종류를 구분할 수 있는 새로운 임계값의 비교를 통해 검출된 신호의 종류까지 분별할 수 있는 신뢰성 높은 IEEE 802.22 시스템 환경에서 VSB와 WMP 신호를 구분해 내는 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

<29> 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기는 수신신호의 에너지를 제 1 임계값과 비교하여 신호의 존재 유무를 식별하는 제 1 에너지 검출 모듈 및 상기 수신신호의 에너지가 제 1 임계값보다 큰 경우 제 1 윈도우 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하여 최대 전력 대 평균 전력의 비를 이용하여 우선사용자 신호의 종류를 식별하는 제 2 에너지 검출 모듈을 포함한다.

<30> 여기서, 상기 제 1 에너지 검출 모듈은 관심있는 스펙트럼을 추출하기 위한 대역통과필터, 상기 대역통과필터의 출력을 디지털 신호로 변환하기 위한 A/D 변환부, 상기 A/D 변환부의 출력을 주파수 영역 신호로 변환하는 주파수 영역 변환부, 상기 주파수 영역 변환부 출력을 제곱하고 평균화하여 수신신호의 에너지를 추정하는 에너지 추정부 및 상기 수신신호의 에너지를 제 1 임계값과 비교하는 임계치 비교부를 포함한다.

<31> 또한, 상기 주파수 영역 변환부는 FFT(Fast Fourier Tramsform)를 이용하여 주파수 영역 신호로 변환한다.

<32> 그리고, 상기 제 2 에너지 검출 모듈은 제 1 윈도우 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우 마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하고 저장하는 슬라이딩 윈도우부, 상기 제 1 윈도우 크기를 가진 각 윈도우의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 계산하는 전력비 계산부, 상기 최대 전력 대 평균 전력의 비를 제 2 임계값과 비교하여 우선사용자 신호의 유형을 식별하는 우선사용자 식별부를 포함한다.

<33> 여기서, 상기 제 2 에너지 검출 모듈은 상기 제 1 임계값, 제 2 임계값, 제 1 윈도우 크기 중 적어도 하나 이상을 결정하는 제어부를 더 포함한다.

<34> 또한, 상기 우선사용자 식별부는 우선사용자 신호가 무선마이크 신호인지 디지털 TV 신호인지 식별한다.

<35> 또한, 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출 방법은 수신신호의 에너지를 제 1 임계값과 비교하여 신호의 존재 유무를 식별하는 제 1 단계 및 상기 수신신호의 에너지가 제 1 임계값보다 큰 경우 제 1 윈도우 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우 마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하여 최대 전력 대 평균 전력의 비를 이용하여 우선사용자 신호의 종류를 식별하는 제 2 단계를 포함한다.

<36> 상기 제 1 단계는 관심있는 스펙트럼을 추출하기 위하여 주파수 대역을 필터링하는 제 1 과정, 상기 제 1 과정에서 필터링된 신호를 나이퀴스트율에 의해 표본화하는 제 2 과정, 상기 제 2 과정에서 표본화된 시간 영역의 신호를 주파수 영역의 신호로 변환하는 제 3 과정, 상기 주파수 영역 신호의 표본화된 주파수를 제곱하고 평균화하여 수신신호의 에너지를 계산하는 제 4 과정 및 상기 수신신호의 에너지를 제 1 임계값과 비교하여 신호의 존재 유무를 식별하는 제 5 과정을 포함하여 이루어진다.

<37> 상기 제 3 과정은 FFT(Fast Fourier Tramsform)를 이용하여 주파수 영역 신호로 변환한다.

<38> 상기 제 2 단계는 제 1 윈도우 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우 마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하고 저장하는 제 1 과정, 상기 제 1 윈도우 크기를 가진 각 윈도우의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 계산하는 제 2 과정 및 상기 최대 전력 대 평균 전력의 비를 제 2 임계값과 비교하여 우선사용자 신호의 유형을 식별하는 제 3 과정을 포함하여 이루어진다.

<39> 상기 제 2 단계의 제 3 과정은 우선사용자 신호가 무선마이크 신호인지 디지털 TV 신호인지 식별한다.

효 과

<40> 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따른 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기 및 검출방법은 IEEE 802.22 WRAN 시스템에서 제시된 에너지 검출기의 우선사용자들과 잡음의 구별이 불가능한 단점을 슬라이딩 윈도우를 통해 최대 전력과 평균 전력 계산 하여 임계값을 비교하는 비교적 간단한 방법에 의해 해결하고 성능을 향상시키며 스펙트럼 검출의 신뢰성을 높일 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<41> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 내용 및 실시예를 설명하면 다음과 같다.

<42> 본 발명에 있어 새로 정의된 용어는 다음과 같다.

<43> 슬라이딩 윈도우 (Sliding Window) : 주파수 도메인 대역을 특정 크기의 윈도우를 이용해서 전체 대역을 살펴보는 방법으로 수신신호에 합쳐진 각 신호의 에너지를 효율적으로 측정할 수 있다.

<44> 최대 전력 대 평균 전력 비 (MMPR, Maximum-to-mean Power Ratio) : 윈도우 내에서 측정되는 최대 전력과 평균 전력의 비율, 스펙트럼 검출 신뢰성을 높이기 위해 본 발명에서 도입한 방법으로 각 우선사용자와 잡음은 서로 다른 MMPR 값을 가진다.

<45> 파일럿 (Pilot) : DTV 신호의 다경로 상황에서 동기 신호를 잘 복원하기 위해 파일럿이라는 추가신호를 보내는데 전체 전송되는 전력보다 높은 전력값을 가진다.

<46> AWGN(Additive White Gaussian Noise) : 가산 백색 가우스 잡음. 확률변수로 가우시안 형태를 가지고, 원래의 신호에 더해진다는 의미이다. 자유 공간으로 전파되는 신호는 공간에 항상 존재하는 어떤 잡음을 고려해야 하는데 그 경우에 일반적으로 사용되는 개념이다

<47> 페이딩(fading) : 무선 회선에서 대기 굴절률이 변화하면서 수신점에서 다중파의 간섭 및 집속, 발산 또는 장애물에 의해 회선 등이 변화하여 수신 전계 강도가 시간적으로 변동하는 현상. 채널 공간에 존재하는 잡음으로 사용될 수 있다.

<48> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 내용을 상세히 설명한다.

<49> 도 5는 본 발명에 따른 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기의 구성이 도시된 블록도이다.

<50> 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출기는 크게 기존의 에너지 검출기 모듈인 제 1 에너지 검출

모듈(510)과 강화된 에너지 검출기 모듈인 제 2 에너지 검출 모듈(520)로 구성되는 특징을 지닌다.

<51> 먼저 제 1 에너지 검출 모듈(510)의 구성을 설명한다.

<52> 무선인지 수신기에 도착한 신호는 대역통과필터(511)와 A/D 변환부(512)를 거친다.

<53> 대역통과필터(511)는 관심있는 스펙트럼을 뽑아내기 위한 목적으로 제어부(524)에서 필터의 크기를 제어할 수 있는 조절 가능한 필터이다.

<54> 대역통과필터(511)를 통과한 신호는 A/D 변환부(512)에서 나이퀴스트율에 의해 표본화된다. 이렇게 나온 신호는 시간 영역의 신호를 주파수 영역으로 바꾸기 위하여 주파수 영역 변환부(513)에서 FFT(Fast Fourier Tramsform)를 수행하여 N개의 표본화된 주파수를 얻을 수 있으며 이 과정은 [수학식 1]과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$Y(k)=\sum_{n=0}^{N-1} r_n e^{-j2\pi nk}$$

<55>

<56> 여기서, Y(k)는 수신 신호의 주파수 표본들이며 이 값을 에너지 추정부(514)에서 제곱화하고 평균화하면 신호의 에너지를 추정할 수 있다. 이렇게 얻어진 수신신호의 에너지가 임계치 비교부(515)에서 제 1 임계값과 비교되어 신호의 존재 유무가 밝혀질 수 있다. 미리 정의된 제 1 임계값이 T이고 추정된 에너지값이 E라고 하면 신호의 존재는 [수학식 2]와 같이 결정된다.

수학식 2

<57> E > T : 신호 존재함

<58> E < T : 신호가 존재하지 않음

<59> 미리 정의된 제 1 임계값 T는 제어부(524)에 의해 적절하게 바뀌어 질 수 있다. 추정 에너지 E가 제 1 임계값 T보다 작으면 신호의 부재 정보가 제어부(524)로 알려 지게 되고 우선사용자가 존재하지 않음이 선언된다. 그러나 만약 추정 에너지 값이 제 1 임계값 보다 크게 되면 우선사용자의 세부 유형을 구분하기 위해 강화된 제 2 에너지 검출 모듈(520)의 알고리즘이 시작된다.

<60> 제 2 에너지 검출 모듈(520)은 슬라이딩 윈도우부(521), 전력비 계산부(522), 우선사용자 식별부(523), 제어부(524)를 포함한다.

<61> 슬라이딩 윈도우부(521)는 제 1 윈도우 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우 마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하고 저장한다.

<62> 즉, 특정한 윈도우의 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하고 저장한다.

<63> 그 과정을 일반화하면 [수학식 3]과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$P(\tau)=\sum_{i=0}^{K-1}|Y(\tau,i)|^2$$

<64>

<65> 여기서 τ는 주파수 값들의 지연이며 K는 윈도우의 크기이다.

<66> 다음으로, 전력비 계산부(522)는 상기 제 1 윈도우 크기를 가진 각 윈도우의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 계산한다. 윈도우를 이동시켜 가며 윈도우별 평균 전력을 구하고 그 중 최대 전력값을 구해서 상기 평균 전력과의 비를 계산한다.

<67> 또한, 우선사용자 식별부(523)는 상기 최대 전력 대 평균 전력의 비를 제 2 임계값과 비교하여 우선사용자 신호의 유형을 식별한다.

<68> 그리고, 제어부(524)는 상기 제 2 에너지 검출 모듈은 상기 제 1 임계값, 제 2 임계값, 제 1 윈도우 크기 중 적어도 하나 이상을 결정하고 조절한다.

<69> 도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따른 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출방법이 도시된 순서도이다.

<70> 구체적으로 도 6a는 수신신호의 에너지를 추정하여 우선사용자의 유무를 판별하는 과정이 도시된 순서도이며, 도 6b는 최대 전력 대 평균 전력의 비를 사용하여 우선사용자 신호의 종류를 식별하는 방법이 도시된 순서도이다.

<71> 즉, 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출 방법은 크게 2단계로 이루어진다.

<72> 먼저, 제 1 단계는 수신신호의 에너지를 제 1 임계값과 비교하여 신호의 존재 유무를 식별하는 단계이다. 이 과정은 기존의 종래의 방법을 사용할 수 있다.

<73> 제 1 단계의 일 실시예를 들면 다음과 같다.

<74> 먼저 주파수 대역을 필터링하여 관심있는 주파수 영역을 선택하고(S10), A/D변환(S20)을 거친후, 시간 영역의 신호를 주파수 영역의 신호로 변환한다(S30).

<75> 이 경우 FFT를 사용하여 주파수 영역의 신호로 변환할 수 있다.

<76> 다음으로 수신신호의 에너지를 계산하고(S40), 수신신호의 에너지가 소정의 제 1 임계값(T)과 비교하여(S50) 상기 제 1 임계값(T)보다 큰 경우에는 우선사용자가 존재한다고 판별하며(S60), 만약 그렇지 않은 경우에는 우선사용자가 부존재(S70)한다고 판별한다.

<77> 상기와 같은 제 1 단계가 종료되면, 우선사용자 신호가 어떤 유형인지 식별하는 제 2 단계로 진행한다.

<78> 도 6b를 참조하면, 첫 번째 과정은 슬라이딩 윈도우 단계(S110)이며 슬라이딩 윈도우는 특정한 윈도우의 크기로 전체 주파수 도메인을 지나가면서 각 윈도우마다 제곱화된 주파수 값들을 이용하여 전력을 측정하고 저장하는 역할을 한다.

<79> 도 7은 ATSC 디지털TV(DTV) 신호의 전력 스펙트럼 밀도(PSD)의 예가 도시된 그래프이며, 도 8은 무선 마이크 신호(WMP)의 전력 스펙트럼 밀도(PSD)의 예가 도시된 그래프이다.

<80> 본 발명에서 각 우선사용자들과 잡음의 종류를 구분하는 기준으로 최대 전력 대 평균 전력 비(MMPR)를 사용한다. 우선사용자 신호의 예로 사용한 디지털TV(DTV)와 무선마이크(WMP)의 전력 스펙트럼 밀도(PSD) 그래프가 도 7과 도 8에 각각 도시되어 있다. 도 7에 있는 DTV신호의 전력스펙트럼밀도 그래프에서 가장 큰 전력 레벨을 가지고 뾰족하게 나와있는 선이 파일럿(pilot)인데 이 파일럿(pilot)은 도 8의 무선마이크 신호의 최대 전력(Peak Power)보다 항상 높다.

<81> 또한 도 7,8에 도시된 바와 같이 대역폭 6MHz를 기준으로 평균 전력을 구해보면 넓은 대역에 분포된 DTV신호의 평균이 협 대역인 무선마이크 신호의 평균보다 더 높게 나온다. 이렇게 구한 두 값으로 최대 전력 대 평균 전력의 비를 측정해보면 신호의 종류에 따라 특정한 값을 지니게 된다. 상기 예에서는 도 7,8의 그래프를 보았을 때, 좁은 대역에 분포하는 무선마이크의 평균 전력 값이 최대 전력 값에 비해 상당히 낮기 때문에 무선마이크의 MMPR값이 DTV의 값보다 더 크다는 사실을 알 수 있다. 잡음의 MMPR값은 당연히 상기 두 신호의 값보다 작을 것이다.

<82> 이런 식으로 주파수 도메인 상의 최대 전력과 평균 전력의 비율(MMPR)을 측정하여 저장해두고 우선사용자 신호의 종류를 구분하는 기준으로 사용하는 것이 본 발명의 가장 큰 핵심이 된다.

<83> 다시 도 6b를 참조하면, 최대 전력 대 평균 전력 비 (MMPR) 값을 구하기 위해 우선 각 슬라이딩 윈도우의 전력 값을 비교해서 최대 전력치를 얻는다(S120). 또한 이 단계에서 동시에 전력의 평균값도 계산(S130)하면 두 개의 값을 가지고 간단한 계산을 통해 최대 전력 대 평균 전력 비(MMPR)를 구할 수 있다(S140). 이 과정들은 윈도우의 크기 내에서 값을 계산하기 때문에 윈도우의 크기에 따라 다른 결과를 나타낼 수 있다. 따라서 상황에 따른 적절한 윈도우의 크기 설정이 필요하다.

<84> 최대 전력 대 평균 전력 비(MMPR)를 이용해서 신호의 종류를 판단하는 단계(S160,S180)로 넘어간다. 이 단계는 제어부(524)를 통해 미리 저장된 임계치 비교부(515) 또는 우선 사용자 식별부(523)에 의해 수행된다.

<85> 본 발명에서는 상기 최대 전력 대 평균 전력 비를 제 2 임계값과 비교하여 우선사용자를 식별하는데, 상기 제 2 임계값은 구별하고자하는 우선사용자의 수에 따라 하나 이상의 임계값으로 구성된다.

<86> 도 6b를 참조하면 T1(S160)은 무선마이크의 임계값이고, T2(S180)는 DTV의 임계값이며 무선마이크의 MMPR이 더 크기 때문에 무선마이크의 임계값을 먼저 비교해 보고 임계값보다 크다면 신호의 종류는 무선마이크로 선언된다(S150).

<87> 그보다 작다면 DTV의 임계값을 비교하는 단계로 넘어가며 DTV신호로 결정(S170)하거나 DTV의 임계값 보다도 작다면 잡음으로 판명되어 우선사용자가 없음을 선언(S190)하게 된다.

<88> 도 9는 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 사용했을 경우 무선마이크 신호를 검출하는 실시예가 도시된 도이다.

<89> 도 9를 참조하면, 윈도우 크기 10KHz, 검출 평균 시간 0.015 ms, 무선마이크 신호의 임계값 T1=5 일 때 AWGN(Additive White Gaussian Noise)과 페이딩(fading) 채널환경 하 에서 무선마이크 신호를 검출하는 강화된 에너지 검출기의 검출 확률이 나타나 있다. 도 7의 아래 표에 표시된 Pd 와 Pf는 각각 올바른 검출 확률과 오검출 확률(false alarm)을 나타내며 오검출 확률은 무선 마이크 신호가 아닌 DTV신호를 검출한 경우를 나타내기 위해 도시하였다. 도 9에는 AWGN 채널 환경 하에서 기존의 에너지 검출기의 올바른 검출 확률도 도시되어 있는데 같은 AWGN 채널 환경의 강화된 에너지 검출기 그래프에서 90% 검출 확률(Pd = 0.9)의 경우와 비교해보면, 강화된 에너지 검출기가 신호 대 잡음비율(SNR)이 2dB 정도 개선된 성능으로 신호를 검출 할 수 있음을 그래프를 통해 알 수 있다.

<90> 도 10은 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 사용했을 경우 DTV 신호를 검출하는 실시예가 도시된 도이다.

<91> 도 10을 참조하면, 윈도우 크기 10KHz, 검출 평균 시간 0.015 ms, 무선 마이크 신호의 임계값 T1=5, DTV 신호의 임계값 T2=2.8 일 때 AWGN(Additive White Gaussian Noise)과 페이딩(fading) 채널환경 하 에서 DTV 신호를 검출하는 강화된 에너지 검출기의 검출 확률이 나타나 있다. 도 10에 도시되어 있듯이 DTV 신호 검출의 경우 신호 대 잡음 비(SNR)가 -20dB 부터 -9dB까지 일 때 무선마이크를 검출하는 명백한 오검출 확률을 나타낸다. 또한 AWGN 환경에서 기존의 에너지 검출기와 비교했을 때 90% 검출 확률(Pd = 0.9)의 경우 값을 비교해 보면 강화된 에너지 검출기가 10dB정도 낮은 성능을 나타냄을 볼 수 있다. 이것은 신호가 약해질수록 무선마이크의 최대 전력 대 평균 전력 비(MMPR)의 값도 낮아 지게 되어 DTV 신호의 검출 범위에서 무선마이크가 검출되기 때문으로 추정된다. 또 검출 성능의 하락은 두개의 신호를 검출 하기 위해 임계치 비교를 두 번 해야 하는 비용으로 인한 성능 감쇠로 여겨 질 수 있다. 이 문제를 해결하는 방안으로 윈도우 크기 조절, 검출의 평균 시간 변경을 제안 할 수 있다.

<92> 도 11은 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 사용할 경우 윈도우 크기에 따른 무선 마이크 검출의 성능이 비교된 그래프이다.

<93> 도 11을 참조하면, AWGN 채널 환경에서 검출 평균시간 0.015ms, 무선마이크 임계치 T1=5 일 때 윈도우 크기가 2KHz부터 50KHz까지 변화 됨에 따른 검출 성능을 그래프로 도시하고 있다. 윈도우 크기가 작을 때 가장 좋은 성능을 지니며 90% 검출 확률(Pd = 0.9)의 경우 가장 작은 2KHz일 때가 50KHz일 때 보다 10dB 정도의 성능이 향상됨을 관찰 할 수 있다. 제안된 검출기를 사용할 때 적절한 윈도우 크기를 선택이 필요하다.

<94> 도 12는 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 사용할 경우 검출 평균 시간에 따른 무선마이크 검출의 성능이 비교된 그래프이다.

<95> 도 12를 참조하면, AWGN 채널 환경에서 윈도우 크기가 10KHz, 무선마이크 임계치 T1=5 일 때 평균 검출 시간이 0.015ms 부터 0.15ms 까지 변화 됨에 따른 검출 성능을 그래프로 도시하고 있다. 평균 시간이 클수록 좋은 성능을 나타냄을 쉽게 알 수 있으며, 90% 검출 확률(Pd = 0.9)의 경우 평균시간이 가장 큰 0.15ms일 때가 0.015ms일 때 보다 10dB 정도의 성능이 향상됨을 관찰 할 수 있다. 따라서 검출 평균 시간 클수록 스펙트럼 센싱의 성능을 향상시키지만 전체 처리 시간이 길어지는 트레이드 오프(trade-off)를 만들기 때문에 적절한 선택이 필요하다.

<96> 본 발명은 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 하드웨어 구현에 있어, 상술한 기능을 수행하기 위해 디자인된 ASIC(application specific integrated circuit), DSP(digital signal processing), PLD(programmable logic device), FPGA(field programmable gate array), 프로세서, 제어기, 마

이크로 프로세서, 다른 전자 유닛 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어 구현에 있어, 상술한 기능을 수행하는 모듈로 구현될 수 있다. 소프트웨어는 메모리 유닛에 저장될 수 있고, 프로세서에 의해 실행된다. 메모리 유닛이나 프로세서는 당업자에게 잘 알려진 다양한 수단을 채용할 수 있다.

<97> 이상과 같이 본 발명에 의한 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 예시된 도면을 참조로 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명은 한정되지 않고, 기술사상이 보호되는 범위 이내에서 응용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

<98> 도 1은 IEEE 802.22의 서비스 개요가 도시된 도이다.

<99> 도 2는 스펙트럼 검출 방식 중 정합필터를 이용한 방법을 도시된 블록도이다.

<100> 도 3은 스펙트럼 검출 방식 중 Cyclostationary 검출 방법을 도시된 블록도이다.

<101> 도 4는 스펙트럼 검출 방식 중 에너지 검출을 이용한 방법을 도시된 블록도 이다.

<102> 도 5는 본 발명에 따른 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출기의 구성이 도시된 블록도이다.

<103> 도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따른 우선사용자 신호의 유형을 구분해 내는 강화된 에너지 검출방법이 도시된 순서도이다.

<104> 도 7은 ATSC 디지털TV(DTV) 신호의 전력 스펙트럼 밀도(PSD)의 예가 도시된 그래프이다.

<105> 도 8은 무선 마이크 신호(WMP)의 전력 스펙트럼 밀도(PSD)의 예가 도시된 그래프이다.

<106> 도 9는 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 이용하여 무선마이크(WMP)신호를 검출했을 때 성능이 도시된 그래프이다.

<107> 도 10은 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 이용하여 DTV 신호를 검출했을 때 성능이 도시된 그래프이다.

<108> 도 11은 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 사용할 경우 윈도우 크기에 따른 무선마이크(WMP) 검출의 성능이 비교된 그래프이다.

<109> 도 12는 본 발명에 따른 강화된 에너지 검출기 및 검출방법을 사용할 경우 검출 평균 시간에 따른 무선마이크(WMP) 검출의 성능이 비교된 그래프이다.

<110> <도면의 주요 부분에 관한 부호의 설명>

<111> 510: 제 1 에너지 검출 모듈 511: 대역통과필터

<112> 512: A/D 변환기 513: 주파수 영역 변환부

<113> 514: 에너지 추정부 515: 임계치 비교부

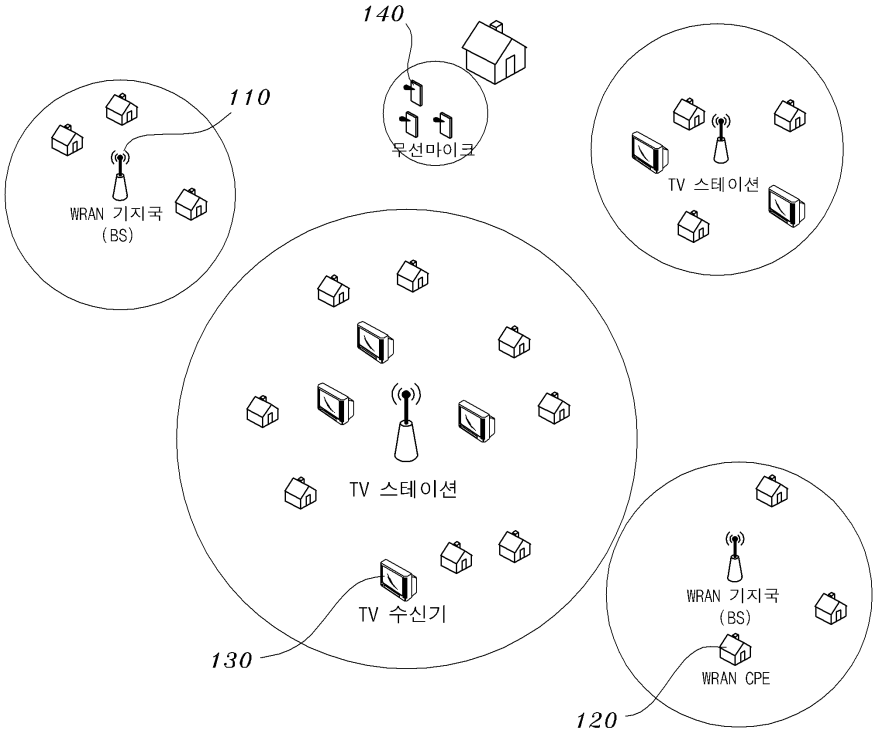
<114> 520: 제 2 에너지 검출 모듈 521: 슬라이딩 윈도우부

<115> 522: 전력비 계산부 523: 우선 사용자 식별부

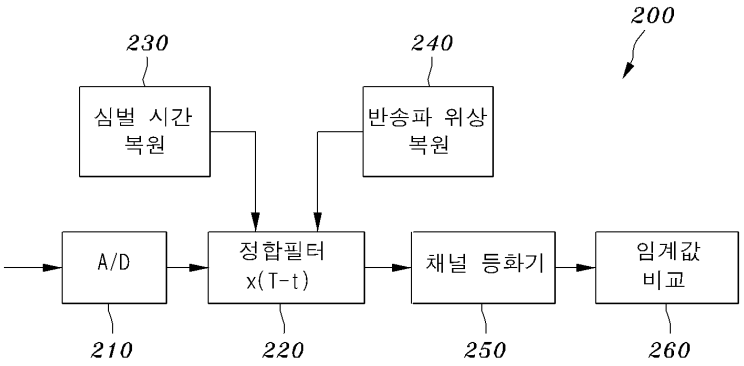
<116> 524: 제어부

도면

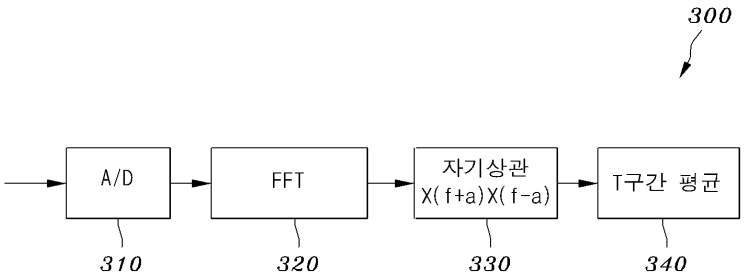
도면1


140
110
무선마이크
WRAN 기지국
(BS)
TV 스테이션
TV 스테이션
TV 수신기
130
WRAN 기지국
(BS)
WRAN CPE
120

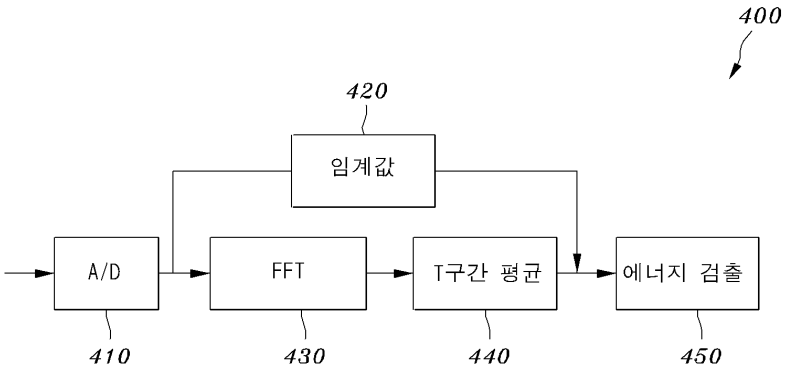
도면2


200
230
240
심벌 시간
복원
반송파 위상
복원
A/D
정합필터
x(T-t)
채널 등화기
임계값
비교
210
220
250
260

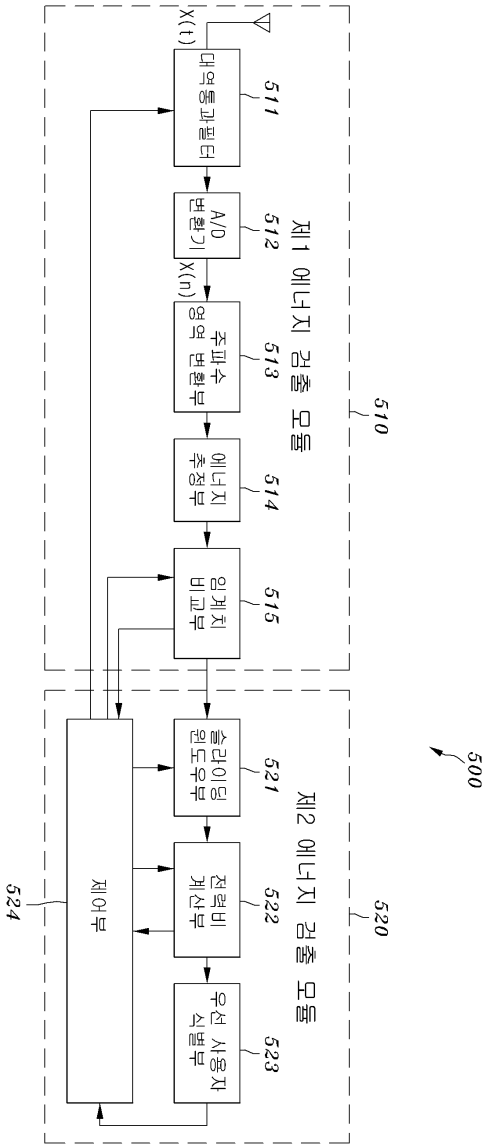
도면3


300
A/D
FFT
자기상관
X(f+a)X(f-a)
T구간 평균
310
320
330
340

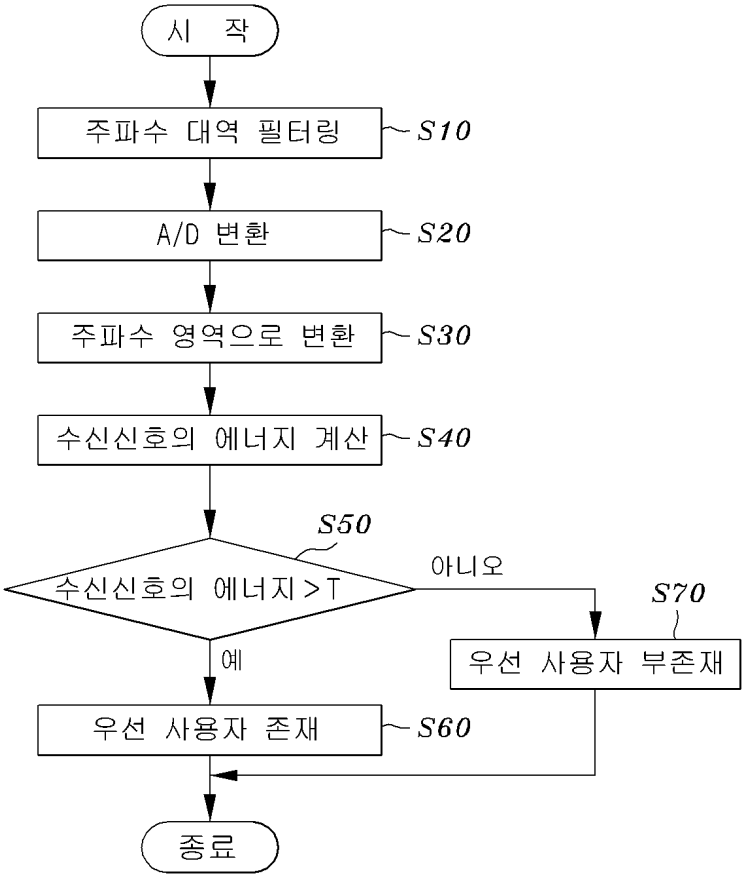
도면4


400
420
임계값
A/D
FFT
T구간 평균
에너지 검출
410
430
440
450

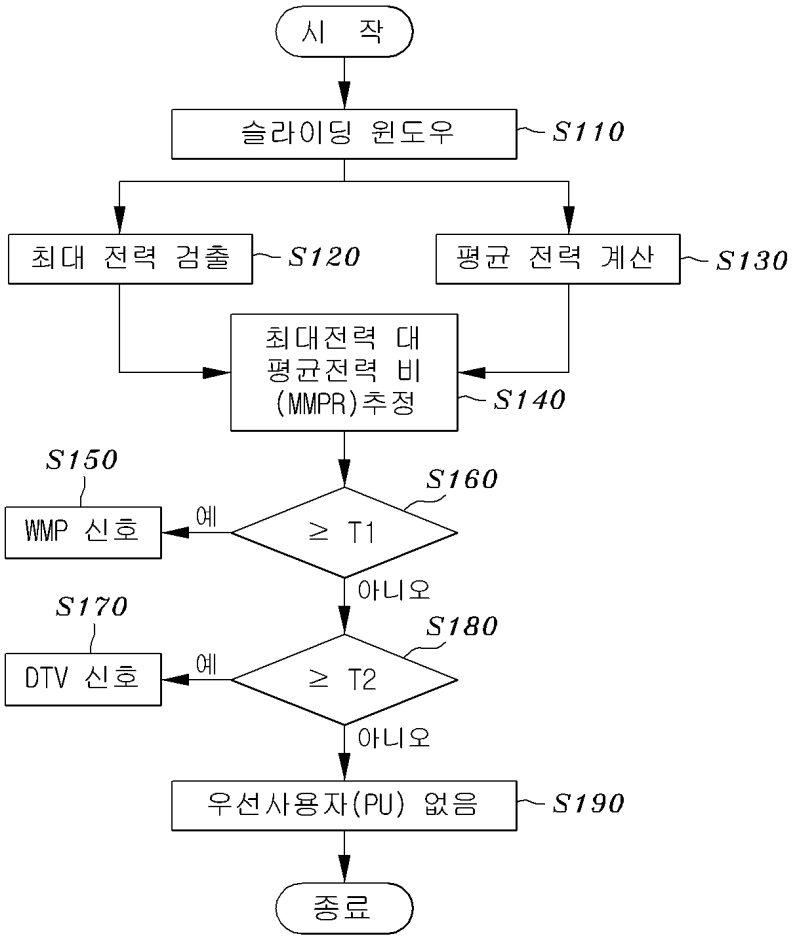
도면5


500
제1 에너지 검출 모듈
510
대역통과필터
511
A/D 변환기
512
주파수 영역 변환부
513
에너지 추정부
514
임계치 비교부
515
X(t)
X(n)
제2 에너지 검출 모듈
520
슬라이딩 윈도우부
521
전력비 계산부
522
우선 사용자 식별부
523
제어부
524

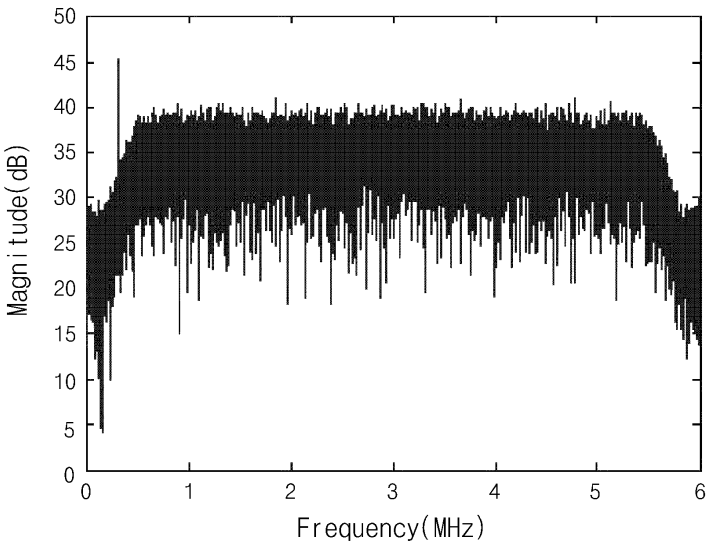
도면6a


시 작
주파수 대역 필터링
S10
A/D 변환
S20
주파수 영역으로 변환
S30
수신신호의 에너지 계산
S40
S50
수신신호의 에너지 > T
아니오
S70
우선 사용자 부존재
예
우선 사용자 존재
S60
종료

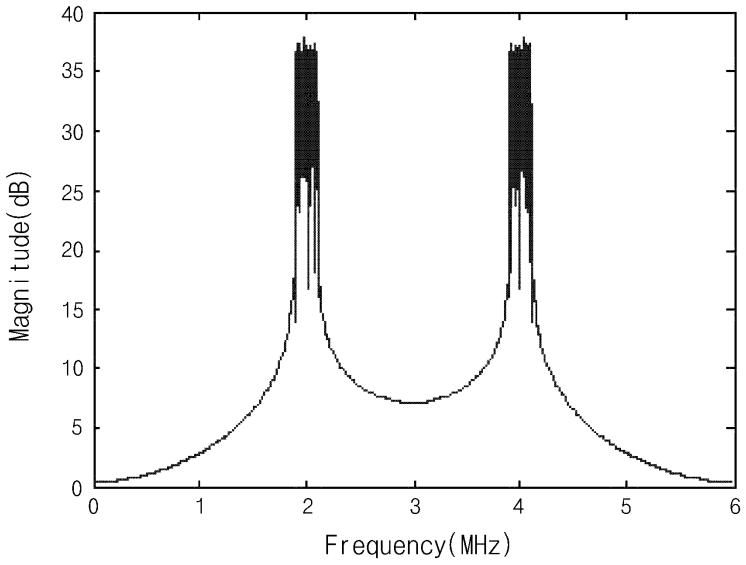
도면6b


시 작
슬라이딩 윈도우
S110
최대 전력 검출
S120
평균 전력 계산
S130
최대전력 대
평균전력 비
(MMPR)추정
S140
S150
WMP 신호
예
S160
≥ T1
아니오
S170
DTV 신호
예
S180
≥ T2
아니오
우선사용자(PU) 없음
S190
종료

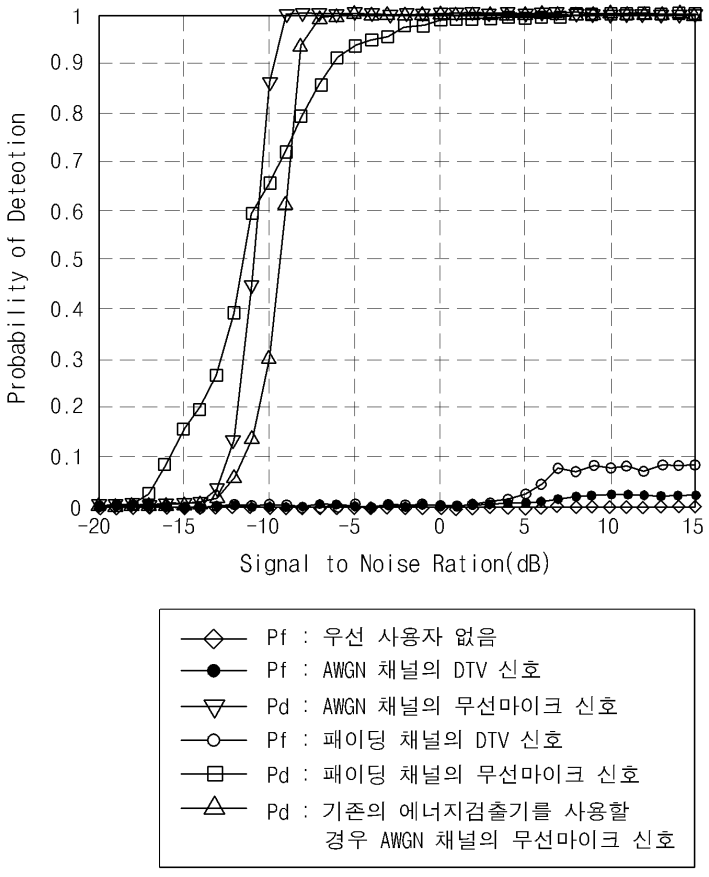
도면7


Magnitude(dB)
Frequency(MHz)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0
1
2
3
4
5
6

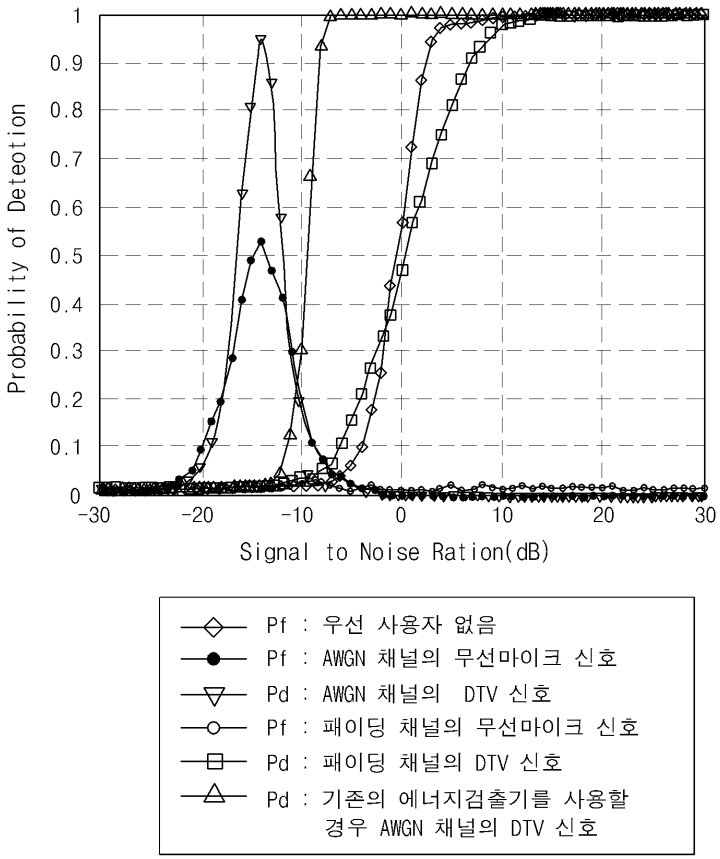
도면8


Magnitude(dB)
Frequency(MHz)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0
1
2
3
4
5
6

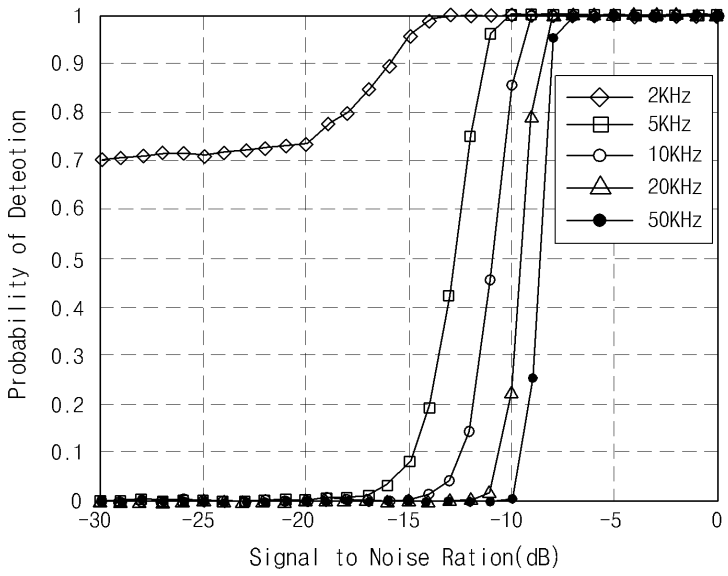
도면9


Probability of Deteotion
Signal to Noise Ration(dB)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
-20
-15
-10
-5
0
5
10
15
Pf : 우선 사용자 없음
Pf : AWGN 채널의 DTV 신호
Pd : AWGN 채널의 무선마이크 신호
Pf : 패이딩 채널의 DTV 신호
Pd : 패이딩 채널의 무선마이크 신호
Pd : 기존의 에너지검출기를 사용할
경우 AWGN 채널의 무선마이크 신호

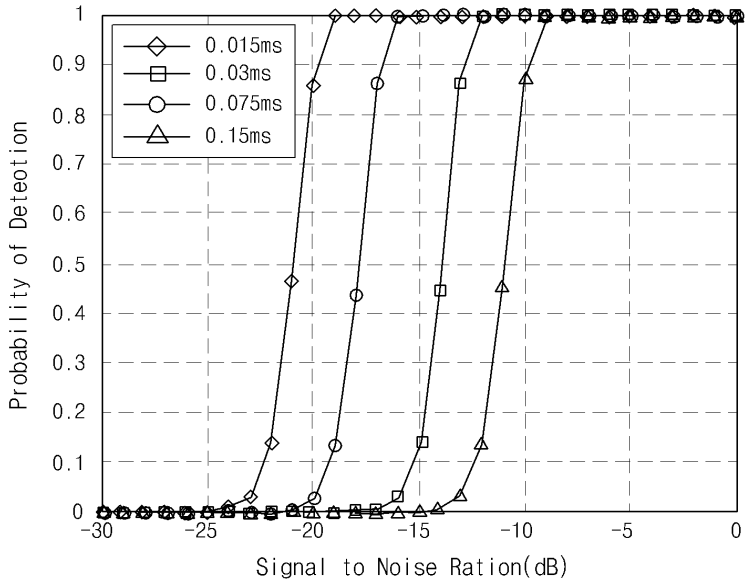
도면10


Probability of Deteotion
Signal to Noise Ration(dB)
Pf : 우선 사용자 없음
Pf : AWGN 채널의 무선마이크 신호
Pd : AWGN 채널의 DTV 신호
Pf : 패이딩 채널의 무선마이크 신호
Pd : 패이딩 채널의 DTV 신호
Pd : 기존의 에너지검출기를 사용할 경우 AWGN 채널의 DTV 신호

도면11


Probability of Deteotion
Signal to Noise Ration(dB)
2KHz
5KHz
10KHz
20KHz
50KHz

도면12


0.015ms
0.03ms
0.075ms
0.15ms
Probability of Deteotion
Signal to Noise Ration(dB)
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-30
-25
-20
-15
-10
-5
0