



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월26일
 (11) 등록번호 10-1444835
 (24) 등록일자 2014년09월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04L 27/26 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2010-7000715
- (22) 출원일자(국제) 2007년12월06일
 심사청구일자 2012년12월04일
- (85) 번역문제출일자 2010년01월12일
- (65) 공개번호 10-2010-0038370
- (43) 공개일자 2010년04월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2007/024987
- (87) 국제공개번호 WO 2009/011688
 국제공개일자 2009년01월22일
- (30) 우선권주장
 60/959,372 2007년07월13일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 WO2007056076 A1*
 WO2006043136 A1
 KR1020070064436 A
 Hou-Shin Chen et al. Signature Based Spectrum Sensing Algorithms for IEEE 802.22 WRAN. Communications, 2007. ICC '07. IEEE International Conference on, 2007년*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 틸슨 라이선싱
 프랑스 92130 이씨레플리노 루 잔다르크 1-5
- (72) 발명자
 첸 호우-신
 미국, 뉴저지주 08817, 에디슨, 아파트먼트 3에이, 요크 드라이브 42
 가오 웬
 미국, 뉴저지주 08550, 웨스트 원저, 위워크 로드 73
- (74) 대리인
 문경진, 김학수

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 윤태섭

(54) 발명의 명칭 파일럿 톤들을 이용하여 OFDM 신호들에 관한 스펙트럼 감지

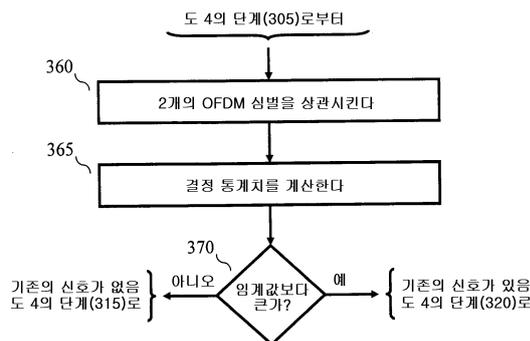
(57) 요약

본 발명의 장치는, 선택된 채널로부터의 수신된 OFDM 심벌들일 수 있는 신호를 제공하기 위한 하향 변환기(downconverter)로서, 각각의 OFDM 심벌이 적어도 일부가 파일럿 서브캐리어들인 N개의 서브캐리어를 포함하는, 하향 변환기와,

(a) 적어도 하나의 상관된 값을 제공하기 위해 수신된 OFDM 심벌들을 상관시키고, (b) 적어도 하나의 상관된 값의 함수로서 계량 값을 발생시키며, (b) 점유 신호가 존재하는지를 검출하기 위해 상기 계량 값을 임계값과 비교하는 프로세서를

포함한다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

무선 종점(endpoint)에서 사용하기 위한 방법으로서,

다수의 채널 중 하나를 선택하는 단계,

각각의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌이 적어도 일부가 파일럿 서브캐리어(pilot subcarrier)들인 N개의 서브캐리어들을 포함하는 수신된 OFDM 심벌들을 제공하기 위해, 선택된 채널 상에서 수신된 신호를 하향변환(downconverting)하는 단계,

적어도 하나의 상관된 값을 제공하기 위해 수신된 OFDM 심벌들을 상관시키는 단계,

상기 적어도 하나의 상관된 값의 함수로서 계량(metric) 값을 발생시키는 단계, 및

점유(incumbent) 신호가 존재하는지를 검출하기 위해, 상기 계량 값을 임계값과 비교하는 단계와,

어떠한 점유 신호도 존재하지 않는다면, 선택된 채널이 사용을 위해 이용 가능하다는 것을 가리키기 위해 이용 가능한 채널 목록을 표시하는 단계를

포함하고,

상기 계량 값은 파라미터(T)로 표현되고, T는

$$T = \max_d \left| \sum_{v=1}^{v-\beta} \frac{Q^d[v]Q^d[v+\beta]^*}{\alpha_v} \right|$$

이고,

여기서,

$$Q^d[v] = \sum_{l=m+v} R_y^d[l, m]$$

$$R_y^d[l, m] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} y_l^d[n] (y_m^d[n])^*$$

$$y_l^d[n] = r[Ld + Ml + n]$$

α_v 는 결합 비이고,

V는 OFDM 심벌 상관의 최대 심벌 인덱스 차이이고,

β 는 고정된 정수이고,

r[n]은 수신된 신호의 샘플들을 나타내고,

d=0, 1, 2, ..., D-1,

D=N/L,

L은 각 OFDM 심벌의 CP(cyclic prefix)의 길이이고,

M=N+L인

무선 종점에서 사용하기 위한 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 상관 단계는 수신된 OFDM 심벌들을 가간섭성으로(coherently) 결합시키는, 무선 종점에서 사용하기 위한

방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 상관 단계는 2개의 수신된 OFDM 심벌을 상관시키는, 무선 종점에서 사용하기 위한 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 상관 단계는 동일한 인덱스(index) 차이를 가지는 2개의 수신된 OFDM 심벌을 상관시키는, 무선 종점에서 사용하기 위한 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 점유 신호는 디지털 비디오 방송(DVB: Digital Video Broadcasting) 신호인, 무선 종점에서 사용하기 위한 방법.

청구항 6

장치로서,

선택된 채널로부터의 수신된 OFDM 심벌들일 수 있는 신호를 제공하기 위한 하향 변환기(downconverter)로서, 각각의 OFDM 심벌은 적어도 일부가 파일럿 서브캐리어들인 N개의 서브캐리어들을 포함하는, 하향 변환기와,

(a) 적어도 하나의 상관된 값을 제공하기 위해 수신된 OFDM 심벌들을 상관시키고, (b) 적어도 하나의 상관된 값의 함수로서 계량 값을 발생시키며, (b) 점유 신호가 존재하는지를 검출하기 위해 상기 계량 값을 임계값과 비교하는 프로세서와,

어떠한 점유 신호도 존재하지 않는다면, 선택된 채널이 사용하기 위해 이용 가능하다는 것을 가리키기 위해 이용 가능한 채널 목록을 저장하는 메모리를

포함하고,

상기 계량 값은 파라미터(T)로 표현되고, T는

$$T = \max_d \left| \sum_{v=1}^{V-\beta} \frac{Q^d[v]Q^d[v+\beta]^*}{\alpha_v} \right|$$

이고,

여기서,

$$Q^d[v] = \sum_{l=m+v} R_y^d[l, m]$$

$$R_y^d[l, m] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} y_l^d[n] (y_m^d[n])^*$$

$$y_l^d[n] = r[Ld + Ml + n]$$

α_v 는 결합 비이고,

V는 OFDM 심벌 상관의 최대 심벌 인덱스 차이이고,

β 는 고정된 정수이고,

r[n]은 수신된 신호의 샘플들을 나타내고,

d=0, 1, 2, ..., D-1,

$D=N/L$,

L은 각 OFDM 심벌의 CP(cyclic prefix)의 길이이고,

$M=N+L$ 인 장치.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 프로세서는 수신된 OFDM 심벌들을 가간섭성으로 결합시키는, 장치.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 프로세서는 2개의 수신된 OFDM 심벌을 상관시키는, 장치.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 프로세서는 동일한 인덱스 차이를 가지는 2개의 수신된 OFDM 심벌을 상관시키는, 장치.

청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 점유 신호는 DVB 신호인, 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 통신 시스템들에 관한 것으로, 더 구체적으로는 지상파(terrestrial) 방송, 셀룰러(cellular), Wi-Fi(Wireless-Fidelity), 위성 등과 같은 무선 시스템들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에, 무선 스펙트럼의 성김(sparsity) 문제에 대한 실용적인 해결책을 제공하기 위해, 협상적(negotiated) 또는 기회주의적(opportunistic) 스펙트럼 공유를 구현하는 인식 무선(CR: Cognitive Radio)(예컨대, 2000년 5월 스웨덴의 Royal Institute of Technology에서의 J.Mitola III에 의한 제목이 "Cognitive Radio: An Integrated Agent Architecture for Software Defined Radio"인 박사 학위 논문을 참조하라)이 제안되었다. CR을 적절히 동작시키기 위해서는, 스펙트럼 감지, 즉 허가된 신호들을 그것들의 할당된 스펙트럼 대역들에서 검출하는 능력을 수행하는 것이 중요하다. 그 결과, 스펙트럼 감지는 CR의 핵심 기술들 중 하나가 된다. 스펙트럼 감지를 수행하는 가장 도전적인 부분은 매우 낮은 신호대 잡음비(SNR:signal-to-noise) 상태에서 신호들을 감지하는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 이 점에서, WRAN(Wireless Regional Area Network) 시스템이 IEEE 802.22 표준 그룹에서 연구되고 있다. WRAN 시스템은 주요 목표로 도시 및 도시 외곽 영역에 서비스를 제공하는 광대역 액세스 기술들의 성능 레벨과 유사한 성능 레벨들로 지방 및 원격 영역들과 낮은 인구 밀도의 서비스가 충분하지 못한 시장들을 다루기 위해, TV 스펙트럼에서 미사용 텔레비전(TV) 방송 채널들을 비간섭(non-interfering)을 기초로 하여, 사용하도록 의도된다. 또한, WRAN 시스템은 스펙트럼이 이용 가능한 인구 밀도가 높은 영역에 서비스를 제공하기 위해 크기 조정도 할 수 있다. WRAN 시스템의 한 가지 목적이 TV 방송들과 간섭하지 않는 것이므로, 중요한 절차는 WRAN(WRAN 영역)이 제공되는 영역에 존재하는 허가 받은 TV 신호들을 확고하게 그리고 정확하게 감지하는 것이다.

[0004] 미국에서는, TV 스펙트럼이 현재 NTSC(National Television Systems Committee) 방송 신호와 공존하는 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 방송 신호를 포함한다. ATSC 방송 신호들은 또한 디지털 TV(DTV) 신호들이라 한다. 현재, NTSC 송신은 2009년 중단되고, 2009년에는 TV 스펙트럼이 ATSC 방송 신호들만을 포함하게 된다. 하지만, 세계의 일부 지역들에서는 ATSC-기반의 송신 대신, DVB(Digital Video Broadcasting)-기반의 송신이 사용될 수 있다. 예컨대, DTV 신호들은 DVB-T(Terrestrial){예컨대, ETSI EN 300 744 V1.4.1(2001-01), *Digital Video Broadcasting(DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television*을 참조하라}를 사용하여 송신될 수 있다. DVB-T는 다중-캐리어 송신의 형태를 사용하는데, 즉 DVB-T는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)에 기초한다.

[0005] 위에서 주목된 것처럼, WRAN 시스템의 한 가지 목표가 특별한 WRAN 영역에 존재하는 TV 신호들과 간섭하지 않는 것이기 때문에, WRAN 시스템에서 매우 낮은 신호대 잡음비(SNR) 환경에서 DVB-T 방송(허가된 신호들)을 검출할 수 있는 것이 중요하다. 서브-캐리어 간격(spacing)이 $F_s/M(\text{Hz})$ 인 N개의 서브캐리어를 포함하는 OFDM 신호의 경우, 시간 영역에서의 그것의 심벌들은 샘플 속도가 $F_s(\text{Hz})$ 인 샘플들로 표현될 수 있다. OFDM 송신에서 알려진 것처럼, 각각의 OFDM 심벌은 심벌간 간섭(ISI: inter-symbol-interference)의 영향을 완화시키기 위해 순환 접두부(CP: cyclic prefix)를 포함한다. OFDM 심벌(10)의 일 예가 도 1에 도시되어 있다. OFDM 심벌(10)은 심벌(12)과 CP(11)의 2개 부분을 포함한다. 심벌(12)은 N개의 샘플을 포함한다. CP(11)는 간단히 각 심벌로부터의 마지막 L개의 샘플(도 1의 부분(13))을 복사하고, 그것들을 심벌의 앞에 동일한 순서로 첨부하는 것으로 이루어진다. 도 1로부터 관찰될 수 있는 것처럼, OFDM 심벌의 심벌 길이(M)는 $M=N+L$ 이고, 여기서 N은 서브캐리어들의 개수, L은 CP의 길이이다. 이 점에서, OFDM 시스템에서 사용된 서브캐리어들과 CP의 길이는 특별한 채널 조건에 따라 동적으로 변할 수 있다. 특히, 도 2의 표 1에 도시된 것처럼 DVB-T 신호는 8개의 송신 모드 중 임의의 모드에 따라 송신될 수 있고, 각각의 송신 모드는 상이한 개수(N)의 서브캐리어와 CP 길이 비(α), 즉 심벌 길이(N)에 대한 CP 길이의 비를 가진다. 예컨대, 송신 모드 1에서는 서브캐리어들의 개수(N)가 2048(2K 모드)과 같고, CP의 길이 비는 1/4인데, 즉 CP는 $L=1/4(2048)=512$ 개의 샘플로 이루어진다. 유사하게, 송신 모드 6에서는, 서브캐리어들의 개수(N)가 8192(8K 모드)와 같고, CP의 길이 비는 1/8인데, 즉

CP는 $L=1/8(8192)=1024$ 개의 샘플로 이루어진다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 원리에 따르면, 장치는 선택된 채널로부터의 수신된 OFDM 심벌들일 수 있는 신호를 제공하기 위한 하향 변환기(downconverter)로서, 각각의 OFDM 심벌은 적어도 일부가 파일럿 서브캐리어들인 N개의 서브캐리어들을 포함하는, 하향 변환기와,
- [0007] (a) 적어도 하나의 상관된 값을 제공하기 위해 수신된 OFDM 심벌들을 상관시키고, (b) 적어도 하나의 상관된 값의 함수로서 계량 값(metric value)을 발생시키며, (c) 점유 신호가 존재하는지를 검출하기 위해 상기 계량 값을 임계값과 비교하는 프로세서를 포함한다.
- [0008] 본 발명의 예시적인 일 실시예에서, 수신기는 WRAN(Wireless Regional Area Network) 종점(endpoint)이고, 신호의 타입은 각 모드가 파일럿 서브캐리어들을 가지는, 8개의 가능한 송신 모드를 가지는 DVB-T 신호이다. WRAN 종점은 OFDM 심벌들을 상관시키기 위해 DVB-T 신호일 수 있는 수신된 신호를 처리하여, 점유 신호가 존재하는지를 검출하기 위해 그 결과 계량 값이 임계값과 비교된다.
- [0009] 위의 내용에 비추어, 그리고 상세한 설명을 읽음으로써 분명해지는 것처럼, 다른 실시예들과 특징들이 또한 가능하고 이들은 본 발명의 원리들 내에 있다.

발명의 효과

- [0010] 본 발명은 지상파 방송, 셀룰러, Wi-Fi, 위성 등과 같은 무선 통신 시스템 분야에 이용 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 OFDM 심벌을 도시하는 도면.
 도 2는 DVB-T 신호에 관한 상이한 가능한 송신 모드들을 열거하는 표 1을 도시하는 도면.
 도 3은 본 발명의 원리들에 따른 예시적인 WRAN 시스템을 도시하는 도면.
 도 4와 도 5는 도 3의 WRAN 시스템에서 사용하기 위한, 본 발명의 원리들에 따른 예시적인 흐름도.
 도 6은 본 발명의 원리들에 따른 예시적인 신호 검출기를 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명의 개념 외에, 도면에 도시된 공지된 요소들은 상세히 설명되지 않을 것이다. 또한, 텔레비전 방송, 수신기, 및 비디오 인코딩에 친숙해 있다고 가정되고, 그러한 내용은 본 명세서에서는 상세히 설명되지 않는다. 예컨대, 본 발명의 개념 외에 NTSC(National Television Systems Committee), PAL(Phase Alternating Lines), SECAM(SEquential Couleur Avec Memoire), ATSC(Advanced Television Systems Committee)와 같은 TV 표준들에 관한 현재의 그리고 제안된 권고안(recommendation)들과, IEEE 802.16, 802.11h 등과 같은 네트워킹과의 친숙성이 가정된다. DVB-T 방송 신호들에 대한 추가 정보는, 예컨대 ETSI EN 300 744 V1.4.1(2001-01), *Digital Video Broadcasting(DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television*에서 발견될 수 있다. 마찬가지로, 본 발명의 개념 외에, 8-VSB(eight-level vestigial sideband), QAM(Quadrature Amplitude Modulation), OFDM(orthogonal frequency division multiplexing), 또는 코딩된 OFDM(COFDM) 또는 이산 멀티톤(DMT: discrete multitone)과 같은 송신 개념과, RF(radio-frequency) 프론트-엔드(front-end)와 같은 수신기 성분들, 또는 저잡음 블록, 튜너, 복조기, 상관기, 누설 적분기(leak integrator), 및 제곱기(squarer)와 같은 수신기 섹션이 가정된다. 유사하게, 본 발명의 개념 외에, 운송 비트 스트림들을 발생시키기 위한 포매팅 및 인코딩 방법들{MPEG(Moving Picture Expert Group)-2 시스템 표준(ISO/IEC 13818-1)과 같은}이 공지되어 있고, 본 명세서에서는 설명되지 않는다. 본 발명의 개념은 종래의 프로그래밍 기술들을 사용하여 구현될 수 있음이 또한 주목되어야하며, 이 기술들은, 따라서 본 명세서에서 설명되지 않는다. 마지막으로, 도면의 유사한 번호들은 유사한 요소들을 나타낸다.

[0013] 앞에서 주목된 것처럼, WRAN 시스템은 스펙트럼에서 미사용 방송 채널들을 사용한다. 이러한 점에서, WRAN 시스템은 그것에 의한 사용을 위해 실제로 이용 가능한 스펙트럼의 부분을 결정하기 위해, 이들 방송 채널 중 어느 것이 실제로 WRAN 영역에서 사용중인지(또는 "점유중"인지)를 결정하기 위해 "채널 감지(channel sensing)"(또는 스펙트럼 감지)를 수행한다. 이 예에서는, 각각의 방송 채널이 대응하는 DVB-T 방송 신호와 연관될 수 있다고 가정된다. 본 발명의 원리들에 따르면, 본 발명의 장치는, 선택된 채널로부터의 수신된 OFDM 심벌들일 수 있는 신호를 제공하기 위한 하향 변환기(downconverter)로서, 각각의 OFDM 심벌이 적어도 일부가 파일럿 서브캐리어들인 N개의 서브캐리어들을 포함하는, 하향 변환기와,

[0014] (a) 적어도 하나의 상관된 값을 제공하기 위해 수신된 OFDM 심벌들을 상관시키고, (b) 적어도 하나의 상관된 값의 함수로서 계량 값을 발생시키며, (b) 점유 신호가 존재하는지를 검출하기 위해 상기 계량 값을 임계값과 비교하는 프로세서를

[0015] 포함한다.

[0016] DVB-T 수신기의 예시적인 예들을 설명하기 전에, 본 발명의 원리들을 따르는 스펙트럼 감지를 위해 파일럿 톤들을 사용하기 위한 일반적인 접근이 설명된다. CP(cyclic prefix)의 길이인 L이 시불변(time-invariant) 채널의 길이보다 길다는 가정 하에, 1번째 OFDM 심벌의 n번째 샘플은

[0017] (수학식 1)

[0018]
$$x_i[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} H[k] X_i[k] e^{j2\pi kn/N}$$

[0019] 로 표현될 수 있고, 여기서 N은 서브캐리어들의 개수, H[k]는 k번째 서브캐리어의 복소 채널 이득이며, $X_i[k]$ 는 1번째 OFDM 심벌의 k번째 서브캐리어 상의 데이터 심벌들을 나타낸다. 보통, 일부 규칙적인 파일럿 톤들이 주파수 영역에서 삽입되어, 수신기가 동기화와 채널 추정을 수행하는 것을 돕는다. P를 파일럿 서브캐리어들의 위치들의 집합이라고 표시하자. 그러면, 수학식 1은 다음과 같이 다시 표현될 수 있다.

[0020] (수학식 2)

[0021]
$$x_i[n] = \frac{1}{N} \sum_{k \in P} H[k] X_i[k] e^{j2\pi kn/N} + \frac{1}{N} \sum_{k \notin P} H[k] X_i[k] e^{j2\pi kn/N}$$

[0022] 수학식 2로부터 1번째 OFDM 심벌은 파일럿 서브캐리어들($k \in P$)과 연관된 하나의 항과, 파일럿 서브캐리어들과 연관되지 않은 다른 항의 2개의 항으로 분리되었음을 관찰할 수 있다. 이제, $R_x^{l,m}[n] = x_l[n] x_m^*[n]$ 이라 하고, 1번째 OFDM 심벌과 m번째 OFDM 심벌의 시간 영역 교차상관(cross-correlation)을 취한다. 이는 아래 수학식 3에 나타난다.

[0023] (수학식 3)

[0024]
$$R_x[l, m] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} R_x^{l,m}[n]$$

[0025] 몇몇 계산을 거치고, $k \notin P$ 에 관해 $E\{X[k]\} = 0$ 라는 점을 인식한 후, $E\{\cdot\}$ 를 기대값 연산자라고 하면, 수학식 3의 기대값은 다음과 같이 양의 값인

[0026] (수학식 4)

[0027]
$$E\{R_x[l, m]\} = \frac{1}{N} \sum_{k \in P} |H[k]|^2$$

[0028] 로 간략하게 될 수 있다. 그러므로, 그리고 본 발명의 원리들에 따르면 이러한 성질은 파일럿 톤들을 이용하는 OFDM 시스템들에 관한 스펙트럼 감지를 구현하기 위해 이용될 수 있다. 실제로, 타이밍 오프셋과 주파수 오프셋의 영향들이 또한 고려되어야 한다. 하지만, 수학식 4가 타이밍 지연에 의해 영향을 받지 않으므로, 주파수 오프셋만을 고려하는 것이 가능하다. 게다가, 샘플링 클럭 오프셋이 너무 크지 않을 때에는, 수학식 4가 거의 영향을 받지 않는다.

[0029] 이제, $y_l[n]$ 을 수신된 1번째 OFDM 심벌이라고 표시한다.

[0030] (수학식 5)

[0031]
$$y_l[n] = x_l[n]e^{j2\pi f_d(M+n)/N} + w_l[n]$$

[0032] 여기서, f_d 는 서브캐리어 이격에 정규화된 캐리어 주파수 오프셋이고, $M=N+L$ 은 OFDM 심벌의 샘플들의 개수이며, $w_l[n]$ 은 잡음 항이다. 그러면, 쉽게

[0033] (수학식 6)

[0034]
$$E\{R_y[l, m]\} = e^{j2\pi f_d(l-m)M/N} \frac{1}{N} \sum_{k \in P} |H[k]|^2$$

[0035] 과 같이 될 수 있다.

[0036] 그러므로, 주파수 오프셋이 존재할 때에는, 2개의 OFDM 심벌들의 상관에 위상 항이 곱해진다. 이러한 위상 항 때문에, 상이한 OFDM 심벌 인덱스 차이들의 상관은, 즉 수학식 6에서의 $l-m$ 의 상이한 값과 가간섭성으로 (coherently) 결합될 수 없다. 게다가, 파일럿 프레임 구조는 표준마다 상이하다는 점이 주목되어야 하고, 또한 무선 채널은 다를 수 있어, 비록 본 발명의 원리들에 따른 기본 접근이 동일할지라도 스펙트럼 감지 알고리즘들은 수정될 필요가 있을 수 있다는 점이 주목되어야 한다.

[0037] 이제, 본 발명의 개념을 DVB-T OFDM 기반의 시스템에 적용하는 경우, 점유중인 DVB-T OFDM 기반의 신호의 가능한 존재를 검출하기 위해, 후속하는 알고리즘이 사용된다. 위에서 주목된 DVB-T ETSI 표준에서 설명된 바와 같이, 2가지 종류의 파일럿이 존재하는데, 하나는 규칙적인 파일럿들이고 다른 하나는 산재된 파일럿들이다. 규칙적인 파일럿들은 모든 OFDM 심벌에 관해 동일한 위치에 삽입되고, 임의의 2개의 가까운 규칙적인 파일럿들 사이의 서브캐리어 이격은 고정되지 않는다. 반대로, 산재된 파일럿들은 매 12개의 서브캐리어들마다 삽입되고, 따라서 2개의 연속적인 산재된 파일럿들 사이에는 11개의 서브캐리어 이격들이 존재한다. 산재된 파일럿들의 위치들은 OFDM 심벌의 하나 건너마다 3개의 서브캐리어씩 이동되어, 산재된 파일럿들의 위치는 매 4개의 OFDM 심벌마다 반복된다. 산재된 파일럿들의 개수는 규칙적인 파일럿들의 개수보다 크다는 점이 주목되어야 한다. 2K 서브캐리어 모드에 관해서는, 45개의 규칙적인 파일럿과 141개의 산재된 파일럿이 존재한다. 더 나아가

[0038] (수학식 7)

[0039]
$$Q[v] = \sum_{l=m+V} R_y[l, m]$$

[0040] 을 정의하는데, 이는 동일한 인덱스(시간) 차이를 가지는 2개의 OFDM 심벌들의 상관들의 합이다. 서브캐리어 개수와 CP 길이의 비를 $D=N/L$ 이라 하자. DVB-T에서, D 는 4, 8, 16, 32가 될 수 있다. 수신기에서는, 초기 샘플링 순간들로서 L 개의 샘플들만큼 등 간격으로 놓인 D 개의 포인트들이 시도된다면, 정확한 샘플링 순간인 하나의 포인트가 존재하게 된다. $r[n]$ 을 수신된 신호의 샘플들이라고 표시한다.

[0041] (수학식 8a)

[0042]
$$y_l^d[n] = r[Ld + Ml + n]$$

[0043] 라 하고, 여기서 $d=0, 1, 2, \dots, D-1$ 이다. 그러면, 수학식 3은

[0044] (수학식 8b)

[0045]
$$R_y^d[l, m] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} y_l^d[n] (y_m^d[n])^*$$

[0046] 이 된다.

[0047] 그러면 수학식 8b는

[0048] (수학식 9)

[0049]
$$Q^d[v] = \sum_{l=m+V} R_y^d[l, m]$$

[0050] 를 계산하기 위해 사용된다.

[0051] 수학식 9로부터, DVB-T 신호가 아마도 점유 신호로서 존재하는지를 결정하기 위해 결정 통계치 또는 결정 계량(T)이 공식화될 수 있다. 예컨대,

[0052] (수학식 10)

$$T = \max_d |Q^d[v]|$$

[0053] 또는

[0055] (수학식 11a)

$$T = \max_d \left\{ \sum_v \frac{|Q^d[v]|}{\alpha_v} \right\}$$

[0057] 이 결정 통계치로서 사용될 수 있고, 이 경우 수학식 11a에서 α_v 들은 결합 비들이다. 결합비의 일 예는

[0058] (수학식 11b)

$$\alpha_v = S_v$$

[0060] 이고, S_v 는 누적되고 더해지는 $R(l,m)$ 의 개수이다(예컨대, 수학식 7과 수학식 9). 하지만, 수학식 10이나 수학식 11a를 사용하는 것은 단점을 가진다. 수학식 10은 모든 이용 가능한 수신된 데이터를 사용하지 않고, 비-간섭성 결합을 위해 수학식 11a를 사용하는 것은 매우 많은 성능 향상을 초래하지 않게 된다.

[0061] 그러므로 그리고 본 발명의 원리들에 따르면, 모든 이용 가능한 수신된 데이터를 가간섭성으로 결합하기 위해 결정 계량을 형성하기 위한 가간섭성 접근이 또한 사용될 수 있다. 예컨대, 결정 통계치(T)를

[0062] (수학식 12)

$$T = \max_d \left| \sum_{v=1}^{V-\beta} \frac{Q^d[v]Q^d[v+\beta]^*}{\alpha_v} \right|$$

[0064] 이라 하고, 여기서 OFDM 심벌 상관의 최대 심벌 인덱스 차이가 V이고 β 가 고정된 정수라고 가정된다. 분명히, DVB-T OFDM 시스템들에 있어서, β 는 4와 같도록 선택되어야 하는데, 이는 심벌 인덱스 차이가 4의 배수인 2개의 OFDM 심벌이 규칙적이고 산재된 파일럿들에 관해 동일한 파일럿 위치들을 가지기 때문이다. 수학식 12에서의 결합비의 일 예는

[0065] (수학식 12a)

$$\alpha_v = S_v S_{v+\beta}$$

[0067] 이다.

[0068] 이제 도 3을 참조하면, 본 발명의 원리들을 통합하는 예시적인 WRAN 시스템(200)이 도시되어 있다. WRAN 시스템(200)은 지리적 영역(WRAN 영역)에 서비스를 제공한다(도 3에 미도시). 개괄적으로, WRAN 시스템은 하나 이상의 CPE(customer premise equipment)(250)와 통신하는 적어도 하나의 기지국(BS:base station)(205)을 포함한다. CPE는 정지된 것일 수 있다. CPE(250)와 BS(205)는 무선 종점들을 나타낸다. CPE(250)는 프로세서-기반의 시스템이고, 도 3에서 점선으로 된 상자의 형태로 도시된 프로세서(290)와 메모리(295)로 표현된 것과 같은 하나 이상의 프로세서와, 연관된 메모리를 포함한다. 이러한 상황에서, 컴퓨터 프로그램들이나 소프트웨어가 프로세서(290)에 의한 실행을 위해 메모리(295)에 저장된다. 프로세서(290)는 하나 이상의 저장된 프로그램 제어 프로세서들을 나타내고, 이들은 송수신기 기능에만 전용일 필요는 없으며, 예컨대 프로세서(290)는 CPE(250)의 다른 기능들을 제어할 수 있다. 메모리(295)는 RAM(random-access memory), ROM(read-only memory) 등과 같은 임의의 저장 디바이스를 나타내고, CPE(250)의 내부 또는 외부에 위치할 수 있으며, 필요에 따라 휘발성 및/또는 비휘발성이다. 안테나(210,255)를 통한 BS(205)와 CPE(250) 사이의 통신의 물리 층은 예시적으로 송수신기(285)를 통한 OFDM-기반의 것이고, 화살표(211)로 나타나 있다. WRAN 네트워크에 들어가기 위해, CPE(250)는 먼저 BS(205)와 "연관(associate)"하려고 시도한다. 이러한 시도 동안, CPE(250)는 제어 채널(미도시)을 거쳐 BS(205)에 대한 CPE(250)의 가능 성능에 대한 정보를 송수신기(285)를 거쳐 송신한다.

보고된 성능은, 예컨대 최소 및 최대 송신 전력과, 송신 및 수신을 위해 지원되거나 이용 가능한 채널 목록을 포함한다. 이 점에서, CPE(250)는 어느 TV 채널들이 WRAN 영역에서 활동중이지 않은지를 결정하기 위해, 본 발명의 원리들에 따른 "채널 감지"를 수행한다. 그런 다음 WRAN 통신에서 사용하기 위해 최종 이용 가능한 채널 목록이 BS(205)에 제공된다. BS(205)는 CPE(250)가 BS(205)와 연관되는 것을 허용할지를 결정하기 위해 전문적인 보고된 정보를 사용한다.

[0069] 이제 본 발명의 원리들에 따라 채널 감지를 수행하는데 사용하기 위한 예시적인 흐름도가 도시되어 있는 도 4를 참조한다. 도 4의 흐름도는 모든 채널에 대해 또는 CPE(250)가 가능한 사용을 위해 선택한 채널들에 대해서만, CPE(250)에 의해 수행될 수 있다. 바람직하게, 하나의 채널에서 점유중인 신호들을 검출하기 위해서는, CPE(250)가 검출 기간 동안 그 채널에서 송신을 중지해야 한다. 이 점에서, BS(205)는 제어 메시지(미도시)를 CPE(250)에 송신함으로써 활발치 못한(quiet) 구간을 예정할 수 있다. 단계(305)에서, CPE(250)가 채널을 선택한다. 이 예에서, 그 채널은 WRAN 영역에 존재하는 다수의 방송 채널 중 하나의 채널인 것으로 가정된다. 단계(310)에서, CPE(250)는 점유 신호의 존재를 확인하기 위해 선택된 채널을 스캐닝한다. 특히, CPE(250)는 파일럿 톤들을 가지는 수신된 OFDM 신호의 OFDM 심벌들을 상관시킴으로써, "스펙트럼 감지"를 수행하여, 그 결과 결정 계량 값(예컨대, 수학식 10, 수학식 11a 또는 수학식 12)이 점유 신호가 존재하는지를 검출하기 위해 임계값과 비교된다. 어떠한 점유 신호도 검출되지 않으면, 단계(315)에서 CPE(250)가 이용 가능한 채널 목록(주파수 사용 지도라고도 함)에서 WRAN 시스템에 의한 사용에 이용 가능한 것으로 선택된 채널을 표시한다. 하지만, 점유 신호가 검출되면, 단계(320)에서 CPE(250)가 선택된 채널을 WRAN 시스템에 의한 사용에 이용 가능하지 않다고 표시한다. 본 명세서에서 사용된 것처럼, 주파수 사용 지도는 하나 이상의 채널과 그것의 부분들을, 도 3의 WRAN 시스템에서 사용하기에 이용 가능하거나 이용 가능하지 않다고 식별하는, 예컨대 도 3의 메모리(295)에 저장된 데이터 구조이다. 채널을 이용 가능하거나 이용 가능하지 않다고 표시하는 것은 임의의 방식으로 행해질 수 있다는 점이 주목되어야 한다. 예컨대, 이용 가능한 채널 목록은 이용 가능한 채널만을 열거할 수 있어, 다른 채널들이 이용 가능하지 않다고 효과적으로 나타낸다. 유사하게, 이용 가능한 채널 목록은 오직 이용 가능하지 않은 채널들을 나타낼 수 있어, 다른 채널들이 이용 가능하다고 효과적으로 나타낸다.

[0070] 도 4의 단계(310)를 수행하기 위한 예시적인 흐름도가 도 5에 도시되어 있다. 단계(360)에서는, CPE(250)가 OFDM 심벌들을 상관시킨다(예컨대, 수학식 3이나 수학식 8b). 단계(365)에서는, CPE(250)가 결정 통계치 또는 결정 계량(T)을 형성한다(수학식 10, 수학식 11a 또는 수학식 12). 단계(370)에서는, CPE(250)가 계산된 결정 계량(T)을 실험적으로 결정될 수 있는 임계값과 비교한다. 임계값이 초과된다면, DVB-T 방송 신호가 존재한다고 가정된다. 임계값이 초과되지 않는다면, DVB-T 방송 신호가 존재하지 않는다고 가정된다.

[0071] CPE(250)에서 사용하기 위한 수신기(600)의 예시적인 부분{예컨대, 송수신기(285)의 일부로서}이 도시된 도 6을 간략히 참조한다. 본 발명의 개념과 관련된 수신기(600)의 부분만이 도시되어 있다. 도 6에 도시된 요소들은 일반적으로 도 5의 흐름도에 관한 단계들의 설명에 대응한다. 이와 같이, 도 6에 도시된 요소들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 이 점에서, 수신기(600)는 프로세서-기반의 시스템이고, 도 6에서 점선으로 된 상자의 형태로 도시된 프로세서(690)와 메모리(695)로 표현된 것과 같은 하나 이상의 프로세서와, 연관된 메모리를 포함한다. 프로세서(690)와 메모리(695)는 도 3의 프로세서(290)와 메모리(295)와 같은 것이거나 별도의 것일 수 있다. 수신기(600)는 동조기(605), OFDM 심벌들 사이의 상관을 계산하기 위한 요소(620), 결정 통계치와 임계값 비교기(630)를 계산하기 위한 요소(625)를 포함한다. 간단하게 하기 위해, 자동 이득 제어(AGC: automatic gain control) 요소, 만약 처리가 디지털 영역에서 이루어진다면 ADC(analog-to-digital) 변환기, 및 추가 필터링과 같은 일부 요소는 도 6에 도시되어 있지 않다. 본 발명의 개념 외에, 이들 요소는 당업자에게는 바로 명백한 것이다. 또한, 당업자라면 이러한 처리 중 일부가 필요에 따라 복잡한 신호 경로들을 수반할 수 있다는 것을 인지하게 된다.

[0072] 도 4와 도 5의 흐름도의 상황에서, 각각의 선택된 채널{동조기(605)를 통해 선택된}에 관해, 수신된 신호(604)가 존재할 수 있다. 동조기(605)는 수신된 OFDM 심벌들을 제공하기 위한 하향 변환기를 포함한다. 요소(620)는 상관 값을 결정하기 위해 수신된 OFDM 신호들 사이의 상관을 계산한다. 그런 다음, 요소(625)는 수학식 10, 수학식 11a, 및/또는 수학식 12에 의해 표현된 결정 계량(T)을 계산한다. 임계값 비교기(630)는 점유 신호가 존재하는지를 결정하기 위해, 임계값과 결정 계량(T)을 비교하고, 그 결과들을 수신기에 의한 사용을 위해 신호(631)를 통해 제공한다.

[0073] 전문적인 바와 같이, 이용 가능한 파일럿 서브캐리어들을 사용함으로써, 낮은 신호대 잡음 환경에서 OFDM 기반의 방송 신호들의 존재를 검출하는 것이 가능하다. 비록 본 발명의 개념이 도 3의 CPE(250)의 상황에서 설명

되었지만, 본 발명은 그것에 제한되지 않고 예컨대 채널 감지를 수행할 수 있는 BS(205)의 수신기에 또한 적용된다는 점이 또한 주목되어야 한다. 또한, 본 발명의 개념은 WRAN 시스템에 국한되지 않고, 채널, 또는 스펙트럼, 감지를 수행하는 임의의 수신기에 적용될 수 있다. 마찬가지로, 비록 본 발명의 개념이 DVB-T 시스템의 상황에서 예시되었지만, 본 발명의 개념은 그것에 제한되지 않고, 파일럿 서브캐리어들을 가지는 임의의 OFDM-기반의 시스템에 적용 가능하다.

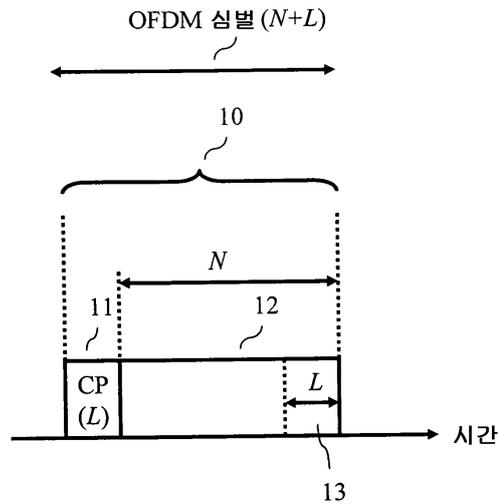
[0074]

위의 내용에 비추어, 전술한 내용은 단지 본 발명의 원리들을 예시하는 것이고, 따라서 비록 본 명세서에서 명백히 도시되지 않지만, 당업자라면 본 발명의 원리들을 구현하고 본 발명의 사상과 범주 내에 있는 많은 대안적인 장치들을 고안할 수 있게 되리라는 것을 알게 된다. 예컨대, 비록 분리된 기능 요소들의 상황에서 예시되지만, 이들 기능 요소들은 하나 이상의 집적 회로(IC)에서 구현될 수 있다. 유사하게, 비록 분리된 요소로서 도시되지만, 요소들 중 임의의 것 또는 요소들 전부(예컨대, 도 3과 도 6의)는, 예컨대 도 4와 도 5에 도시된 하나 이상의 단계에 대응하는 연관된 소프트웨어를 실행하는 디지털 신호 프로세서와 같은 저장된 프로그램이-제어하는 프로세서에서 구현될 수 있다. 나아가, 본 발명의 원리들은 위성, Wi-Fi, 셀룰러 등과 같은 다른 타입의 통신 시스템들에 적용 가능하다. 실제로, 본 발명의 개념은 또한 정지 수신기 또는 이동 수신기에 적용 가능하다. 그러므로, 이러한 예시적인 실시예들에 다수의 수정이 가해질 수 있고, 첨부된 청구항에 의해 정의된 바와 같은 본 발명의 사상과 범주로부터 벗어나지 않으면서 다른 장치가 고안될 수 있다는 점이 이해되어야 한다.

도면

도면1

종래 기술



도면2

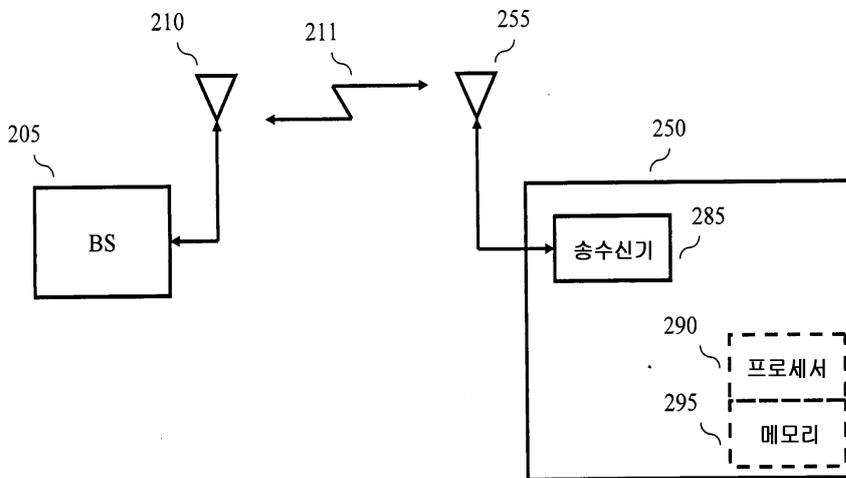
종래 기술

모드	서브캐리어들의 개수 (N)	CP 길이비 (α)
1	2048	1/4
2	2048	1/8
3	2048	1/16
4	2048	1/32
5	8192	1/4
6	8192	1/8
7	8192	1/16
8	8192	1/32

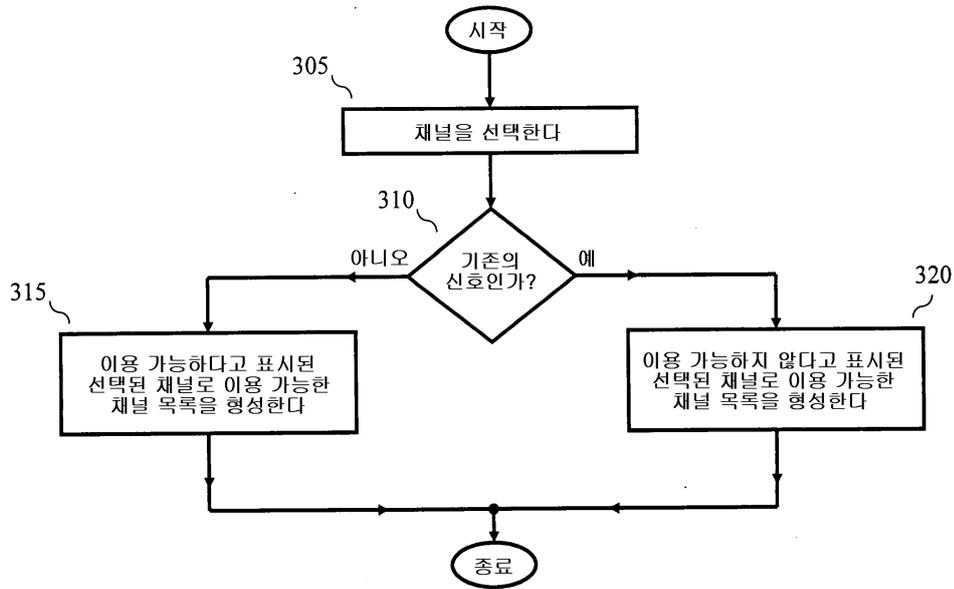
표 1 - DVB-T 송신 모드들

도면3

200

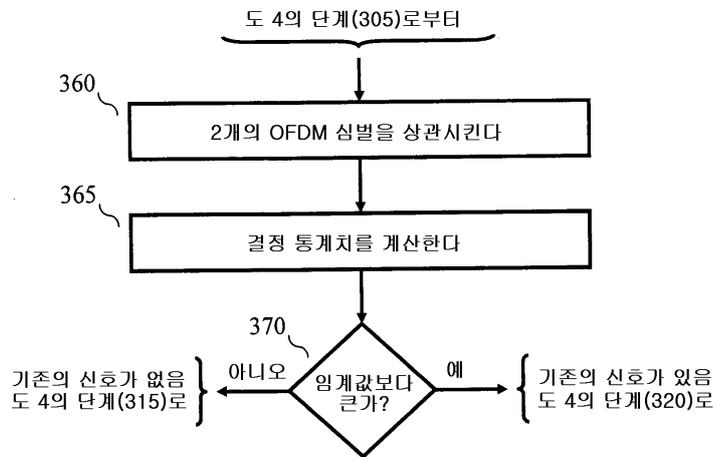


도면4



도면5

310



도면6

600

