



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년01월07일

(11) 등록번호 10-1479599

(24) 등록일자 2014년12월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 27/26 (2006.01) H04L 7/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7006450

(22) 출원일자(국제) 2008년07월23일

심사청구일자 2013년04월12일

(85) 번역출제출일자 2010년03월24일

(65) 공개번호 10-2010-0059903

(43) 공개일자 2010년06월04일

(86) 국제출원번호 PCT/US2008/008931

(87) 국제공개번호 WO 2009/045245

국제공개일자 2009년04월09일

(30) 우선권주장

60/995,782 2007년09월28일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US20060062335 A1*

Wenjun Zhang et al.: "An Introduction of the Chinese DTTB Standard and Analysis of the PN595 Working Modes", IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol.53, no.1, *

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

툼슨 라이선싱

프랑스 92130 이씨레몰리노 루 잔다르크 1-5

(72) 발명자

첸 호우-신

미국, 뉴저지주 08817, 에디슨, 아파트먼트 3

에이, 요크 드라이브 42

가오 웬

미국, 뉴저지주 08550, 웨스트 원저, 위워크 로드

73

(74) 대리인

문경진, 김학수

전체 청구항 수 : 총 8 항

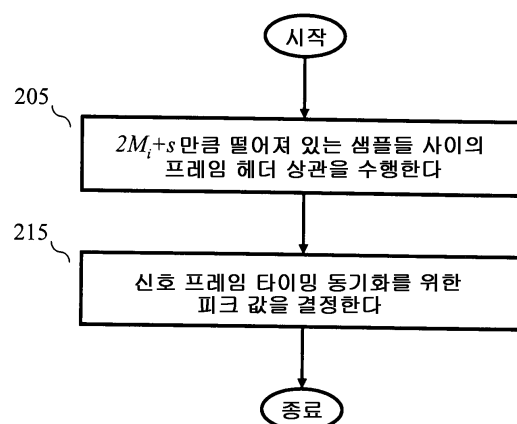
심사관 : 남인호

(54) 발명의 명칭 DMB-T 시스템을 위한 시간-주파수 동기화 및 프레임 개수 검출

(57) 요약

DMB-T 수신기는 변조의 단일 캐리어(SC) 형태와 OFDM과 같은 변조의 다수-캐리어 형태를 지원한다. 방송 신호를 수신하면, DMB-T 수신기가 수신된 방송 신호를 수신된 기저-대역 신호로 하향 변환하고, +1 또는 -1의 범위에 있는 샘플 시프트 값 내에서 적어도 2개의 신호 프레임만큼 떨어져 놓인 수신된 심벌들의 그룹들을 상관시킴으로써, 프레임 헤더 모드 1과 프레임 헤더 모드 3의 함수로서 수신된 신호로부터 프레임 타이밍 동기화를 결정한다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

수신기에서 사용하기 위한 방법으로서,

수신된 심벌들의 시퀀스를 제공하기 위한 신호를 수신하는 단계로서, 수신된 신호는 복수의 프레임들을 포함하는 슈퍼프레임(superframe)을 갖는 연관된 신호 프레임 구조를 가지며, 각 프레임은 수신된 심벌들의 그룹을 포함하고, 각 프레임은 상이한 초기 위상(initial phases)을 가질 수 있는 의사잡음 시퀀스(pseudonoise sequence)를 포함하는 헤더(header)를 갖는, 신호를 수신하는 단계와,

인접한 프레임들 내에서 수신된 심벌들의 그룹들을 자기상관(autocorrelating)시킴으로써, 슈퍼프레임 내의 적어도 하나의 프레임에 대한 프레임 개수(frame number)를 결정하는 단계로서, 심벌들의 그룹들은 인접한 프레임들의 프레임 헤더들의 의사잡음 시퀀스를 포함하며, 프레임 개수를 결정하기 위해 룩업 테이블(LUT: look-up table)을 사용하는, 프레임 개수를 결정하는 단계를

포함하는, 수신기에서 사용하기 위한 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

신호 프레임 구조는 복수의 프레임 헤더 모드를 포함하고, 각각의 프레임 헤더 모드는 의사잡음(pseudonoise) 시퀀스를 가지는, 수신기에서 사용하기 위한 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

신호는 프레임 헤더 모드 1과 프레임 헤더 모드 3을 갖는 디지털 멀티미디어 방송-지상파 텔레비전 신호인, 수신기에서 사용하기 위한 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

장치로서,

수신된 심벌들의 시퀀스를 제공하기 위해 신호를 수신하기 위한 복조기(demodulator)로서, 상기 수신된 신호는 복수의 프레임들을 포함하는 슈퍼프레임을 갖는 연관된 신호 프레임 구조를 가지며, 각 프레임은 수신된 심벌들의 그룹을 포함하고, 각 프레임은 상이한 초기 위상을 가질 수 있는 의사잡음 시퀀스를 포함하는 헤더를 갖는, 복조기와,

인접한 프레임들 내에서 수신된 심벌들의 그룹들을 자기상관시킴으로써, 슈퍼프레임 내의 적어도 하나의 프레임에 대한 프레임 개수를 결정하기 위한 프로세서로서, 자기상관된 심벌들은 인접한 프레임들의 프레임 헤더들의 의사잡음 시퀀스를 포함하며, 프레임 개수를 결정하기 위해 룩업 테이블을 사용하는, 프로세서를

포함하는, 장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

신호 프레임 구조는 복수의 프레임 헤더 모드를 포함하고, 각각의 프레임 헤더 모드는 의사잡음 시퀀스를 가지는, 장치.

청구항 7

제 6항에 있어서,

신호는 프레임 헤더 모드 1 또는 프레임 헤더 모드 3을 갖는 디지털 멀티미디어 방송-지상파 텔레비전 신호인, 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1항에 있어서,

프레임 개수를 결정하는 단계를 수행하기 이전에 프레임 동기화(frame synchronization)를 수행하는 단계를 포함하는, 수신기에서 사용하기 위한 방법.

청구항 10

제 5항에 있어서,

프로세서는 프레임 개수를 결정하기 이전에 프레임 동기화를 수행하는, 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2007년 9월 28일 출원된 미국 가출원 일련 번호 60/995,782호의 이익을 주장한다.

[0003] 본 발명은 일반적으로 통신 시스템에 관한 것으로, 더 구체적으로는 지상파 방송, 셀룰러, Wi-Fi(Wireless-Fidelity), 위성 등과 같은 무선 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 최근에, DMB-T(Digital Multimedia Broadcasting for Terrestrial Television) 표준이 중국에서 디지털 텔레비전(DTV: Digital Television) 방송을 위해 발표되었다("Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Television Terrestrial Broadcasting System", NSPRC, 2007년 8월). DMB-T 표준은 수신기가 단일 캐리어(SC: single carrier) 변조 모드와 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 변조 모드(멀티 캐리어 모드)를 지원하는 것을 규정한다. 단일 캐리어 모드의 경우, QAM(Quadrature Amplitude Modulated) 심벌들이 직접 송신된다. 멀티캐리어 모드의 경우, QAM 심벌들이 역 DFT(discrete Fourier transform) 동작에 의해 변조된다. DMB-T 신호는 기본 빌딩 블록을 제공하는 신호 프레임들을 지닌 계층적 프레임 구조를 포함한다. 도 1에 신호 프레임(10)이 도시되어 있다. 신호 프레임(10)은 프레임 헤더(11)와 프레임 바디(frame body)(12)를 포함한다. 프레임 헤더(11)는 상이한 길이를 가지는 3개의 프레임 헤더 모드를 가진다. 도 1에서 관찰될 수 있는 것처럼, 이들 길이는 420, 595 또는 945개의 심벌이다. 프레임 바디(12)는 3780개의 심벌을 운반하고, 그것들 중 36개의 심벌이 시스템 정보이고 3744개의 심벌은 데이터이다. DMB-T 시스템에서, 시간-영역 동기(TDS: time-domain synchronous) OFDM 기술이 채택되었다. 이와 같이, 프레임 헤더들은 파일럿(pilot) 신호들의 역할을 하는 의사잡음(PN: pseudonoise) 시퀀스를 포함하고, 이들 PN 시퀀스는 또한 유럽에서 사용된 DVB-T(지상파)(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)에서 사용된 것과 같은 통상적인 OFDM 전송에서 발견된 순환 전치(cyclic prefix) 대신 보호 간격(guard interval)들로서 사용된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 전술한 바와 같이, DMB-T 신호는 신호 프레임들을 포함한다. 신호 프레임은 프레임 헤더와 프레임 바디를 포함한다. DMB-T 표준에서 정의된 3가지 프레임 헤더 모드(모드들)가 존재하고, 각 모드에 관한 구조는 상이하다. 상이한 모드의 프레임 헤더들은 PN 시퀀스를 포함하고, 이러한 PN 시퀀스는 전술한 DMB-T와 같은 통상적인 OFDM 송신에서 발견된 순환 전치 대신 보호 간격(guard interval)으로서 삽입된다. 상이한 모드에 관한 상이한 구조에도 불구하고, 그리고 본 발명의 원리들에 따라, 수신기는 수신된 심벌들의 시퀀스를 제공하기 위한 신호를 수신하고, 수신된 신호는 연관된 신호 프레임 구조를 가지며, 수신기는 샘플 시프트(shift) 값 내에서 적어도 2개의 신호 프레임만큼 떨어져 놓인 수신된 심벌들의 그룹들을 상관시킴으로써, 수신된 신호에서 프레임 타이밍을 동기화한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 예시적인 실시예에서, 수신기는 DMB-T 수신기이고, 변조의 단일 캐리어 형태와 OFDM과 같은 변조의 다수-캐리어 형태를 지원한다. 방송 신호를 수신하게 되면, 수신기는 수신된 방송 신호를 수신된 기저-대역(base-band) 신호로 하향 변환하고, +1 또는 -1의 범위에 있는 샘플 시프트 값 내에서 적어도 2개의 신호 프레임만큼 떨어져 놓인 수신된 심벌들의 그룹들을 상관시킴으로써, 프레임 헤더 모드 1과 프레임 헤더 모드 3의 합수로서 수신된 신호로부터 프레임 타이밍 동기화를 결정한다.

[0007] 위의 관점에서, 그리고 상세한 설명을 읽음으로써 다른 실시예와 특징이 가능하고 본 발명의 원리들 내에 있음이 분명해진다.

발명의 효과

[0008] 본 발명을 이용함으로써, 지상파 방송, 셀룰러, Wi-Fi(Wireless-Fidelity), 위성 등과 같은 무선 시스템과 같은 통신 시스템의 수신된 신호에서 프레임 타이밍을 동기화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1과 도 2는 DMB-T 프레임들과 DMB-T 프레임 헤더들을 도시하는 도면.

도 3은 본 발명의 원리들에 따른 데이터 세그먼트를 예시하는 도면.

도 4는 본 발명의 원리들에 따른 장치의 예시적인 실시예를 도시하는 도면.

도 5는 본 발명의 원리들에 따른 예시적인 흐름도를 도시하는 도면.

도 6은 본 발명의 원리들에 따른 수신기의 예시적인 실시예를 도시하는 도면.

도 7 내지 도 12는 본 명세서에서 설명된 다양한 방법에 관한 실행 그래프를 도시하는 도면들.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명의 개념 외에, 도면에 도시된 요소들은 공지되어 있고 상세히 설명되지 않는다. 또한 텔레비전 방송, 수신기, 및 비디오 인코딩에 대한 친숙함이 가정되고, 본 명세서에서는 상세히 설명되지 않는다. 예컨대, 본 발명의 개념 외에, NTSC(National Television Systems Committee), PAL(Phase Alternation Lines), SECAM(SEquential Couleur Avec Memoire), ATSC(Advanced Television Systems Committee), 중국 디지털 텔레비전 시스템(GB) 20600-2006과 같은 텔레비전(TV) 표준들과, IEEE 802.16, 802.11h 등과 같은 네트워킹에 관한 현재의 그리고 제안된 권고안에 대한 친숙함이 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 COFDM(Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 또는 이산 다중톤(DMT: Discrete Multitone)과 같은 송신 개념들과, 무선 주파수(RF: radio-frequency) 프론트-엔드(front-end)와 같은 수신기 성분들 또는 저잡음 블록, 동조기, 및 복조기, 상관기, 누설 적분기, 및 제곱기(squarer)와

같은 수신기 섹션(section)이 가정된다. 유사하게, 본 발명의 개념 외에, 수송 비트 스트림을 생성하기 위한 포맷팅 및 인코딩 방법(MPEG(Moving Picture Expert Group)-2 시스템 표준(ISO/IEC 13818-1)과 같은)은 공지되어 있고, 본 명세서에서는 설명되지 않는다. 또한 본 발명의 개념은 종래의 프로그래밍 기술을 사용하여 구현될 수 있다는 점이 주목되어야 하고, 이러한 종래의 프로그래밍 기술은 본 명세서에서는 설명되지 않는다. 마지막으로, 도면에서의 유사한 번호들은 유사한 요소들을 나타낸다.

[0011]

전술한 바와 같이, DMB-T에서는 3가지 상이한 프레임 헤더 모드가 존재한다. 이들은 도 2에 도시되어 있다. 프레임 헤더 모드 1(11-1)은 앞(front) 동기화 부분(21), PN255 시퀀스 부분(22), 및 뒤(rear) 동기화 부분(23)을 포함한다. 앞 동기화 부분(21)과 뒤 동기화 부분(23)은 PN255 시퀀스 부분(22)의 순환 확장부(cyclic extension)이다. 앞 동기화 부분의 길이는 82개의 심벌이고, 뒤 동기화 부분의 길이는 83개의 심벌이다. 프레임 헤더 모드(1)의 경우, 225개의 신호 프레임들의 그룹이 수퍼프레임(미도시)을 형성하고, 이들 225개의 프레임은 동일한 8차(8th-order) 선형 시프트 레지스터에 의해 발생되나 상이한 초기 위상을 가지는 PN 시퀀스들을 사용한다. 프레임 헤더 모드 2(11-2)는 10차 최대 길이 시퀀스로부터 끝이 잘리는(truncated) PN595 시퀀스를 포함한다. 예컨대, 프레임 헤더 모드 2(11-2)는 길이가 1023인 PN 시퀀스로부터 처음 595개의 심벌로 이루어진다. 프레임 헤더 모드 2의 경우, 216개의 신호 프레임들의 그룹이 수퍼프레임을 형성한다. 프레임 헤더 모드 1과는 달리, 모든 프레임 헤더는 동일한 PN595 시퀀스를 포함한다. 마지막으로, 프레임 헤더 모드 3(11-3)은 프레임 헤더 모드 1(11-1)의 구조와 유사하다. 프레임 헤더 모드(3)는 앞 동기화(41), PN511 시퀀스(42), 및 뒤 동기화(43)를 포함한다. 앞 동기화(41)와 뒤 동기화(43)는 PN511 시퀀스(42)의 순환 확장부이다. 앞 동기화의 길이는 217개의 심벌이고, 뒤 동기화의 길이는 217개의 심벌이다. 프레임 헤더 모드 3의 경우, 200개의 신호 프레임들의 그룹이 수퍼프레임을 형성하고, 이들 200개의 프레임이 상이한 초기 위상을 가지는 동일한 9차 선형 시프트 레지스터에 의해 발생된 PN 시퀀스를 사용한다. 상이한 모드들에 관한 상이한 구조에도 불구하고, 그리고 본 발명의 원리에 따라, 수신기는 샘플 시프트 값 내에서 적어도 2개의 신호 프레임만큼 떨어져 놓인 수신된 심벌들의 그룹들을 상관시킴으로써, 프레임 타이밍 동기화를 수행한다. 후속하는 설명에서, 수신기는 종래의 기술에 따라 프레임 헤더 모드를 이미 결정하였다고 가정된다.

[0012]

위에서 주목된 것처럼, 수퍼프레임에서의 신호 프레임 헤더들은 PN 시퀀스를 사용하는데, 이러한 PN 시퀀스는 동일한 선형 시프트 레지스터에 의해 발생되지만, 프레임 헤더 모드 1과 프레임 헤더 모드 3에 관한 상이한 초기 위상을 갖는다. 이들 PN 시퀀스는 서로의 순환식 시프트이다. 수퍼프레임의 각각의 신호 프레임에 관한 PN 시퀀스들의 초기 위상은 앞서 언급된 2007년 8월의 제목이 "Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Television Terrestrial Broadcasting System"인 NSPRC에 열거된다. 컴퓨터 검증 후, PN 시퀀스들이 다음에 나오는 구조를 가진다는 사실을 발견하였다. 제 1 신호 프레임에서의 PN 시퀀스가 기준 PN 시퀀스라고 하고, $P_i(l)$ 을 프레임 헤더 모드 i 에 관한 기준 PN 시퀀스에 대해 1개의 위치만큼 순환적으로 오른쪽 이동되는 PN 시퀀스라고 한다. 그런 다음, 프레임 헤더 모드 1에 관해, 다음 관계식이 성립한다.

수학식 1

$$F_1(l) = \begin{cases} P_1(l/2), & l = 0, 2, \dots, 112 \\ P_1(254 - (l-1)/2), & l = 1, 3, \dots, 111 \\ F_1(224 - l), & l = 113, \dots, 224 \end{cases}$$

[0013]

[0014]

여기서, $F_1(l)$ 은 프레임 헤더 모드 1에 관한 1번째 신호 프레임에서 사용되는 PN 시퀀스이다. 유사한 방식으로, 프레임 헤더 모드 3에 관해서는, 다음 관계식이 성립한다.

수학식 2

$$F_3(l) = \begin{cases} P_3(l/2), & l = 0, 2, 4, \dots, 100 \\ P_3(510 - (l-1)/2), & l = 1, 3, 5, \dots, 99 \\ F_3(200 - l), & l = 101, 102, \dots, 199 \end{cases}$$

[0015]

[0016]

여기서, $F_3(l)$ 은 프레임 헤더 모드 3에 관한 1번째 신호 프레임에서 사용되는 PN 시퀀스이다.

[0017]

수학식 1과 2에서 주어진 PN 시퀀스 구조로부터, 가운데 있는 2개의 신호 프레임(이들은 모드 1에서의 신호 프레임(111,113)과 모드 3에서의 신호 프레임(99,101)이다)을 제외하고는, 모든 다른 신호 프레임에 관한 PN 시퀀스의 순환 시프트는 한 위치만큼 우측으로 또는 한 위치만큼 좌측으로 이동하는 것이다. 가운데 2개의 신호 프레임(역시, 이들은 모드 1에서의 신호 프레임(111,113)과 모드 3에서의 신호 프레임(99,101)이다)의 경우, 이들에 한 프레임 옆에 있는 PN 시퀀스들은 한 위치만큼 순환적으로 이동되거나 변경되지 않는다. 그러므로, 모든 다른 신호 프레임에 관해 프레임 헤더들은 적어도 $L_i - 1$ 회 반복된 PN 심벌을 가지고, L_i 는 프레임 헤더 모드 i 에 관한 프레임 헤더의 길이이며, 여기서 $i=1,3$, (예컨대, $L_1 = 420$ 개의 심벌과 $L_3 = 495$ 개의 심벌)이다. 이러한 점에서, 그리고 본 발명의 원리들에 따라 타이밍 순간 m 및 s 샘플 시프트에 관한 PN 프레임 헤더 상관(FHC: Frame Header Correlation) 함수는 다음과 같이 정의된다.

수학식 3

[0018]

$$R_{hc}[m,s] = \sum_{k=0}^{G_i-2} r[m+k] \cdot r^*[m+k+2M_i+s]; i=1,3; s=-1,0,1$$

[0019]

여기서 $r[m]$ 은 샘플링된 수신된 신호이고, G_i 는 프레임 헤더 모드 i 에 관한 PN 시퀀스의 길이이며, 여기서 $i=1,3$ (예컨대, $G_1 = 255$ 개의 심벌과 $G_3 = 511$ 개의 심벌)이고, 파라미터 $M_i = N + L_i$ 는 프레임 헤더 모드 i 에 관한 신호 프레임의 길이이며, 여기서 $i=1,3$ (예컨대, $M_1 = 4206$ 개의 심벌과 $M_3 = 4725$ 개의 심벌)이다. 이와 같이, 최적의 프레임 타이밍 m_0 는

수학식 4

[0020]

$$m_0 = \arg \max_{0 \leq m \leq M_i-1} \max_{-1 \leq s \leq 1} |R_{hc}[m,s]|$$

[0021]

에 의해 주어진다.

[0022]

샘플 타이밍이 심벌 타이밍과 같다고 가정된다는 점이 주목되어야 한다. 하지만, 본 발명의 개념은 그것에 제한되지 않고, 샘플 타이밍이 심벌 타이밍과 상이할 수 있다. 수학식 3은 도 3에 개념적으로 예시된다. 수신된 신호(r)(80)는 샘플들의 시퀀스를 제공하기 위해 샘플링되는데, 예컨대 샘플(79)은 $r[m]$ ($k=0$ 에서)을 나타낸다. 샘플들의 시퀀스(81)($0 \leq k \leq (G_i-2)$ 으로부터)는 $2M_i$ 개의 샘플들만큼 떨어져 위치한, 즉 적어도 2개의 신호 프레임만큼 떨어져 위치한 샘플들의 시퀀스(82)($0 \leq k \leq (G_i-2)$ 으로부터)로부터 대응하는 샘플들에 의해 곱해지고, s ($-1 \leq s \leq 1$)개의 샘플들만큼 앞으로 또는 뒤로 시프트된다. 본질적으로, 슬라이딩 윈도우 상관은 하나의 샘플 시프트 값 내에서 적어도 2개의 신호 프레임만큼 떨어져 위치한다. 일단 m_0 가 결정되었다면(수학식 4), m_0 의 값은 프레임이 심벌들에서 시작하는 곳을 나타낸다.

[0023]

이제 도 4를 참조하면, 본 발명의 원리들에 따른 디바이스(50)의 예시적인 실시예가 도시되어 있다. 디바이스(50)는 예컨대 PC, 서버, 셋톱 박스, PDA(personal digital assistant), 셀룰러 전화기, 모바일 디지털 텔레비전(DTV), DTV 등과 같은 임의의 프로세서-기반의 플랫폼을 나타낸다. 이 점에서, 디바이스(50)는 연관된 메모리(미도시)를 지닌 하나 이상의 프로세서를 포함하고, 또한 수신기(55)를 포함한다. 수신기(55)는 안테나(미도시)를 통해 방송 신호(1)를 수신한다. 이러한 예의 목적상, 방송 신호(1)는 디지털 텔레비전(DTV) 서비스, 즉 비디오, 오디오 및/또는 적어도 하나의 TV 채널에 관한 시스템 정보를 포함하는 DTV 운송 스트림을 나타내고, 방송 신호(1)가 이러한 정보를 단일 캐리어(SC) 변조 또는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)과 같은 다수-캐리어 변조를 사용하여 이러한 정보를 운반한다고 가정된다. 예시적으로, DTV 서비스는 DMB-T를 통해 운반된다고 가정된다. 하지만, 본 발명의 개념은 그것에 제한되지 않는다. 이 예에서는 방송 신호(1)가 적어도 3가지 타입의 프레임 헤더 모드를 사용하므로, 수신기(55)는 프레임 타이밍 동기화를 수행하기 위해 본 발명의 원리들에 따라 수신된 방송 신호(1)를 처리한다. 프레임 타이밍 동기화를 획득한 후, 수신기(55)는 출력 디바이스(60)에 인가하도록 출력 신호(56)를 복원하기 위해 수신된 방송 신호(1)를 추가 처리하는데, 이 경우 출력 디바이스(60)는 점선의 형태로 나타낸 디바이스(50)의 부분이거나 부분이 아닐 수 있다. 이 예의 상

황에서는, 출력 디바이스(60)는 사용자가 선택된 TV 프로그램을 시청하는 것을 허용하는 디스플레이이다.

[0024] 이제 도 5를 참조하면, 디바이스(50)에서 사용하기 위한 본 발명의 원리들에 따른 예시적인 흐름도가 도시되어 있다. 단계(205)에서는, 수신기(55)가 샘플링된 수신된 신호(예컨대, 도 3을 다시 참조하면)로부터의 샘플들에 대해 프레임 헤더 상관(수학식 3)을 수행한다. 이 데이터로부터, 단계(215)에서 수신기(55)는 피크 값(m_0)을 결정한다(수학식 4). 피크 값(m_0)은 프레임이 시작되는 곳을 나타낸다. 수신기(55)는 프레임 타이밍 동기화가 또한 단계(215)에서 달성되었음을 신호로 알린다.

[0025] 이제 수신기(55)의 예시적인 부분이 도시되는 도 6을 참조한다. 본 발명의 개념에 관련되는 수신기(55)의 부분만이 도시되어 있다. 수신기(55)는 하향 변환기(110), 복조기(115), 및 프레임 타이밍 동기화기(120)를 포함한다. 또한, 수신기(55)는 프로세서-기반의 시스템이고, 도 6에서 점선으로 된 상자 형태로 도시되는 프로세서(190)와 메모리(195)에 의해 나타낸 하나 이상의 프로세서와 연관된 메모리를 포함한다. 이 상황에서, 컴퓨터 프로그램, 즉 소프트웨어는 도 5의 전술한 흐름도에서와 같이, 프로세서(190)에 의한 실행을 위해 메모리(195)에 저장된다. 프로세서(190)는 하나 이상의 저장된 프로그램 제어 프로세서를 나타내고, 이들 프로세서는 수신기 기능에만 전용일 필요는 없는데, 즉 프로세서(190)는 수신기(55)의 다른 기능들을 제어할 수도 있다. 예컨대, 수신기(55)가 더 큰 디바이스의 한 부분이라면, 프로세서(190)는 이 디바이스의 다른 기능들을 제어할 수 있다. 메모리(195)는 RAM(random-access memory), ROM(read-only memory) 등과 같은 임의의 저장 디바이스를 나타내고, 수신기(55)의 내부 및/또는 외부에 있을 수 있으며, 필요에 따라 휘발성 및/또는 비휘발성이다.

[0026] 도 6의 안테나(105)는 방송 신호를 수신하고, 수신한 방송 신호를 수신기(55)에 제공한다. 이 예에서, 안테나(105)는 수신된 방송 신호(106)를 하향 변환기(110)에 제공한다. 하향 변환기(110)는 수신기(55)의 프런트-엔드 처리를 나타내고, 수신기(55)에 의한 추가 처리를 위해 기저 대역의 또는 중간 주파수(IF)의 수신된 신호(111)를 제공하도록 수신된 방송 신호(106)를 동조하고 하향 변환하기 위한 동조기(미도시)를 포함한다. 수신된 신호(111)는 복조기(115)에 인가된다. DMB-T의 환경에서, 복조기(115)는 복조의 N개의 모드를 지원하고, 여기서 $N > 1$ 이다. 이 예의 환경에서는, 하나의 복조 모드가 OFDM 모드이고 또 다른 복조 모드가 SC 모드인 $N=2$ 인 경우이다. 이러한 예의 목적상, 수신된 신호(111)가 프레임 헤더 모드 1 또는 프레임 헤더 모드 3을 사용하는 OFDM 신호를 나타낸다고 가정된다. 복조기(115)는 수신된 신호(111)를 복조하여 복조된 신호(116)를 제공하고, 이러한 복조된 신호(116)는 출력 신호(16)를 제공하기 위해 관련 분야에 알려진 것처럼{생략부호(130)에 의해 나타낸 것처럼} 수신기(55)에 의해 추가 처리된다. 본 발명의 원리들에 따르면, 프레임 타이밍 동기화기(120)는 신호 경로(112)를 통해 복조기(115)로부터의 데이터를 처리하여{도 5의 흐름도에 관해 위에서 설명한 것처럼} 수신기(55)가 사용하기 위해 프레임 타이밍 동기화를 달성한다. 이는 신호(121)에 의해 도 6에 예시되어 있는데, 이러한 신호(121)는 수신기(55)에 의한 사용을 위해 프레임 타이밍(framing) 타이밍 동기화가 달성되었다는 것을 신호로 알린다(예컨대, 도 5의 단계 215). 비록 도 6의 다양한 요소가 단일 블록으로 나타나 있지만 본 발명은 그것에 제한되지 않는다는 점이 주목되어야 한다. 예컨대, 각각 한 가지 이상의 타입의 복조를 지원하는 독립된 복조기들이 있을 수 있다.

[0027] 모드 1과 모드 3에서의 PN 프레임 헤더들이 또한 DMB-T에서의 신호 프레임 개수들을 표시하기 위해 설계된다는 점이 주목되어야 한다. 이러한 점에서, 본 발명의 원리들에 따라 프레임 헤더 모드 1과 3에서 사용된 PN 시퀀스의 인지는 프레임 개수를 검출하기 위해 사용될 수 있다. 실제로, 수학식 1과 수학식 2의 사용은 낮은 복잡도의 프레임 개수 검출기를 초래한다. 게다가, 이러한 복잡도가 낮은 프레임 개수 검출기는 주파수 오프셋에 대해 면역성을 가진다.

[0028] $i=1,3$ 에 대해, 즉 프레임 헤더 모드 1과 프레임 헤더 모드 3에 관해, $S_i(l)$ 를 수학식 1과 수학식 2에 따라 $F_i(l)$ 로부터 $F_i(l+1)$ 까지 순환적으로 우측 시프트하는 개수라고 한다. 특히, 프레임 헤더 모드 1의 경우,

수학식 5

$$S_1(l) = \begin{cases} (-1)^{l+1}(l+1), & 0 \leq l \leq 111 \\ (-1)^{l+1}(224-l), & 112 \leq l \leq 224 \end{cases}$$

[0029]

[0030] 이고, 프레임 헤더 모드 3의 경우

수학식 6

$$S_3(l) = \begin{cases} (-1)^{l+1}(l+1), & 0 \leq l \leq 99 \\ (-1)^{l+1}(200-l), & 100 \leq l \leq 199 \end{cases}$$

이다.

$S_i(l)$ 의 값이 음인 것은 좌측으로의 순환 시프트를 표시한다는 점이 주목되어야 한다. 그러므로, $F_i(l)$ 로부터 $F_i(l+1)$ 까지의 독특한 순환 시프트가 존재한다. 또한 프레임 헤더인 1과 1+1에 관한 $L-1S_i(l)$ 개의 반복된 심벌이 존재한다는 점이 주목되어야 한다. 수학식 5와 수학식 6으로부터 2개의 룩업 테이블(LUT: look-up table)이 구성될 수 있다. 하나의 LUT는 프레임 헤더 모드 1에 관한 것이고 나머지 LUT는 프레임 헤더 모드 3에 관한 것이다. 각각의 LUT에서, 각각의 순환 시프트인 s 는 프레임 개수인 1의 값과 연관된다. 프레임 헤더 모드 1의 경우에는 2개의 연속적인 프레임 헤더들에서 적어도 $Z_1=308$ 개의 반복된 심벌이 존재하고, 프레임 헤더 모드 3의 경우, 2개의 연속적인 프레임 헤더들에서 적어도 $Z_3=845$ 개의 반복된 심벌이 존재한다. 이제, $R_{pnc}^R[s]$ 과 $R_{pnc}^L[s]$ 를 우측과 좌측으로 시프트되는 s 개의 샘플에 관한 PN 상관 함수라고 하자.

수학식 7

$$R_{pnc}^R[s] = \sum_{k=0}^{Z_i-1} r[m_0+k] \cdot r^*[m_0+k+M_i+s];$$

$$R_{pnc}^L[s] = \sum_{k=0}^{Z_i-1} r[m_0+k+s] \cdot r^*[m_0+k+M_i]$$

이 경우 $i=1,3$ 이다. 그런 다음,

수학식 8

$$s_R = \arg \max_{0 \leq s \leq 112} |R_{pnc}^R[s]|, i = 1, 3,$$

$$s_L = \arg \max_{1 \leq s \leq 112} |R_{pnc}^L[s]|, i = 1, 3$$

이라 하자.

마지막으로, $F_i(l)$ 로부터 $F_i(l+1)$ 까지의 PN 시퀀스의 추정된 순환 시프트는

수학식 9

$$\hat{s} = \begin{cases} s_R, & \text{if } |R_{pnc}^R[s_R]| \geq |R_{pnc}^L[s_L]| \\ -s_L, & \text{if } |R_{pnc}^R[s_R]| < |R_{pnc}^L[s_L]| \end{cases}$$

에 의해 주어진다.

수학식 9에서 \hat{s} 의 값은 적절한 LUT로부터 연관된 프레임 개수(1)를 검색하기 위해 사용된다.

도 2에 도시된 바와 같이, 프레임 헤더 모드 1과 3의 경우 프레임 헤더는 PN 시퀀스와 그것의 순환 확장부를 포함한다. 그러므로, 프레임 헤더 모드 1에서, 프레임 헤더의 처음 165개의 심벌은 프레임 헤더의 마지막 165개의 심벌이 반복된 것이다. 마찬가지로, 프레임 헤더 모드 3에서는 프레임 헤더의 처음 434개의 심벌은 그 프레임

헤더의 마지막 434개의 심벌이 반복된 것이다. 이와 같이 이들 순환 확장부 사이의 상관은 또한 프레임 타이밍 동기화를 수행하기 위해 사용될 수 있다. 특히, 타이밍 순간(m)에 대해 순환 확장부 상관(CEC: Cyclic Extension Correlation) 함수는

수학식 10

$$R_{cec}[m] = \frac{1}{C_i} \sum_{k=0}^{C_i-1} r[m+k] \cdot r^*[m+k+G_i], \quad i=1, 3$$

으로서 정의된다.

파라미터($C_i=165$)는 순환 확장된 심벌의 개수이고, $G_i=255$ 는 프레임 헤더 모드 1에 관한 PN 시퀀스의 길이이다. 유사하게, 파라미터($C_3=434$)는 순환 확장된 심벌들의 개수이고, $G_3=511$ 은 프레임 헤더 모드 3에 관한 PN 시퀀스의 길이이다. 그런 다음, 최적 프레임 타이밍(신호 프레임이 시작시의 샘플 인덱스)이

수학식 11

$$m_i = \arg \max_{0 \leq m \leq M_i-1} |R_{cec}[m]|$$

에 의해 주어진다.

주파수 오프셋의 존재가 타이밍 인덱스에 비례하는 위상 회전을 야기한다는 점이 주목되어야 한다. 그러므로, 주파수 오프셋(Δf)을

수학식 12

$$\Delta \hat{f} = \text{Arg}(R_{cec}[m_i]) \cdot \frac{f_s}{2\pi G_i}$$

에 의해 추정하는 것이 일반적으로, 여기서 $f_s=7.56\text{MHz}$ 는 DMB-T 시스템의 심벌 속도이다(예컨대, F.Tufvesson, O. Edfors and M. Faulkner의 "Time and Frequency Synchronization for OFDM Using PN-Sequence Preambles," *Proc. IEEE VTC*, pp. 2203-2207, September 1999를 참조하라). 함수 $\text{Arg}(\cdot)$ 는 독립변수(argument)의 $\text{mod}-2\pi$ 각도이다. 위상 불명료함으로 인해, 수학식 12에서 주어진 주파수 오프셋 추정기는 그것의 한계를 가진다는 점이 주목되어야 한다. 프레임 헤더 모드 1의 경우, 이 추정기는 $|\Delta f| < 29647\text{Hz}$ 일 때 신뢰할 수 있게 추정할 수 있고, 프레임 헤더 모드 3의 경우에는, 이 추정기가 $|\Delta f| \leq 14794\text{Hz}$ 일 때 신뢰할 수 있게 추정할 수 있다.

제안된 프레임 타이밍 동기화기, 주파수 오프셋 추정기, 및 프레임 개수 검출기의 성능은 컴퓨터 시뮬레이션에 의해 설명되었다. 시뮬레이션 환경은 AWGN(additive white Gaussian noise)과, $1.24\mu\text{s}$ (9.37개의 샘플)와 같은 RMS(root mean square) 지연 폭(delay spread)을 지닌 다중경로 레일리 페이딩 채널이다. 다중경로 레일리 페이딩 채널의 경우, 각각의 단일 경로의 포락선(envelope)은 레일리 분포되고, 각각의 경로의 채널 이득은 제이 크스(Jakes) 페이딩 모델(예컨대, P.Dent, E. G., Bottomley와 T.Croft의 "Jakes Fading Model Revisited," *Electronics Letters*, Vol. 29, No. 13, pp.1162-1163, June 1993을 참조하라)에 의해 발생된다. 도 7과 도 8은 AWGN 환경 하의 프레임 헤더 모드 1(도 7)와 프레임 헤더 모드 3(도 8)의 경우 추정된 타이밍의 표준 편차를 보여준다. 이러한 표준 편차는 SNR이 약 5dB일 때 하나의 샘플보다 작다는 점이 관찰될 수 있다. 주파수 오프셋은 시뮬레이션에서 14kHz로 설정된다. 도 9(프레임 헤더 모드 1의 경우)와 도 10(프레임 헤더 모드 3의 경우)에서 보여질 수 있는 것처럼, RMS 잔여 주파수 오프셋은 SNR이 0dB일 때 프레임 헤더 모드 1의 경우에는 300Hz에 가깝게 되고, 프레임 헤더 모드 3의 경우에는 100Hz에 가깝게 된다. 마지막으로, 프레임 헤더 개수 검출에 관해, 도 11(프레임 헤더 모드 1)과 도 12(프레임 헤더 모드 3)에서, 제안된 알고리즘이 우수한 성능을 만들어내고, SNR이 -3dB보다 클 때에는 프레임 개수 검출 에러가 잘 일어나지 않는다는 점이 관찰될 수 있다. 프레임 개수 검출기에서 사용된 프레임 타이밍은 수학식 3과 수학식 4의 PNS 타이밍 동기화기로부터 얻어진다는 점이 주목되

어야 한다.

[0053]

전술한 바와 같이, 그리고 본 발명의 원리들에 따르면, 프레임 타이밍 동기화와 프레임 개수 검출기는 프레임 헤더 모드 1과 프레임 헤더 모드 3에서 PN 패턴을 이용한다. 프레임 헤더들에서의 순환 확장부의 특성에 기초한 결합(joint) 프레임 타이밍과 주파수 오프셋 추정기 또한 위에서 설명되었다. 시뮬레이션 결과는 모든 제안된 알고리즘의 성능이 우수하다는 것을 보여준다. 더 나아가, 제안된 알고리즘의 복잡도는 매우 낮고, 따라서 제안된 알고리즘은 실제 시스템에서 쉽게 적용될 수 있다. 비록 OFDM 신호의 환경에서 설명되었지만, 본 발명의 개념은 단일 캐리어 신호에도 적용 가능하다. 또한, 종래의 상관 기술은 프레임 헤더 모드 2에 관해 사용될 수 있다는 점을 깨달아야 한다.

[0054]

위 내용의 관점에서, 전술한 것은 단지 본 발명의 원리들을 예시하는 것이고, 따라서 당업자라면 비록 본 명세서에 명백히 설명되지 않지만 본 발명의 원리들을 구현하고 본 발명의 취지와 범주 내에 있는 다수의 대안적인 장치를 발명할 수 있다는 점을 알게 된다. 예컨대, 비록 독립된 기능성 요소의 상황에서 예시되지만, 이들 기능성 요소는 하나 이상의 집적 회로(IC: integrated circuit)에서 구현될 수 있다. 또한, 본 발명의 원리들은 위성, Wi-Fi(Wireless-Fidelity), 셀룰러 등과 같은 다른 타입의 통신 시스템에 적용 가능하다. 실제로, 본 발명의 개념은 정지 수신기 또는 이동 수신기에도 적용 가능하다. 그러므로, 예시된 실시예에 대한 다수의 수정예가 만들어질 수 있고, 첨부된 청구항에 의해 한정된 본 발명의 취지와 범주로부터 벗어나지 않으면서 다른 장치가 고안될 수 있음이 이해되어야 한다.

부호의 설명

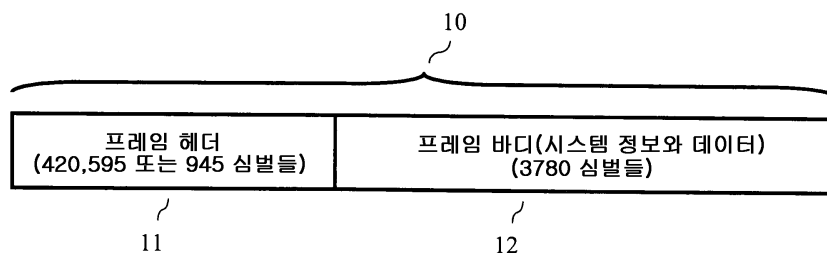
[0055]

55: 수신기	60: 디스플레이
110: 하향 변환기	115: 복조기
120: 프레임 타이밍 동기화기	190: 프로세서
195: 메모리	

도면

도면1

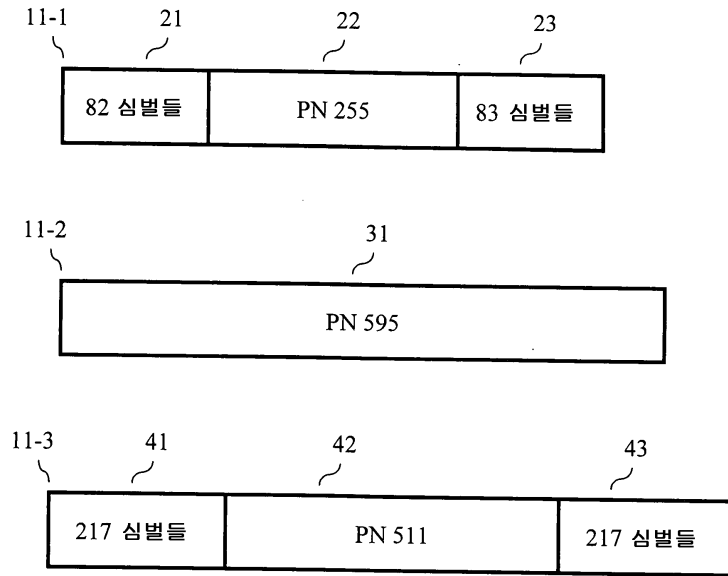
종래 기술



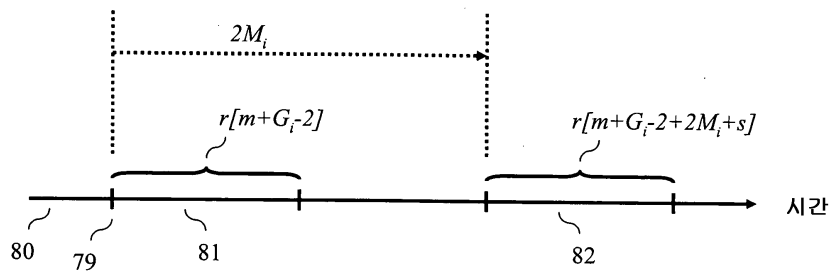
도면2

종래 기술

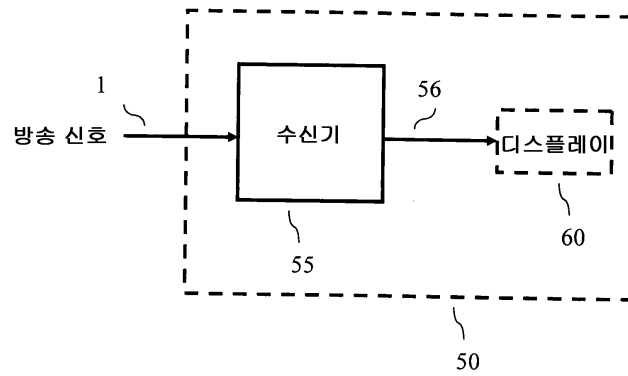
11



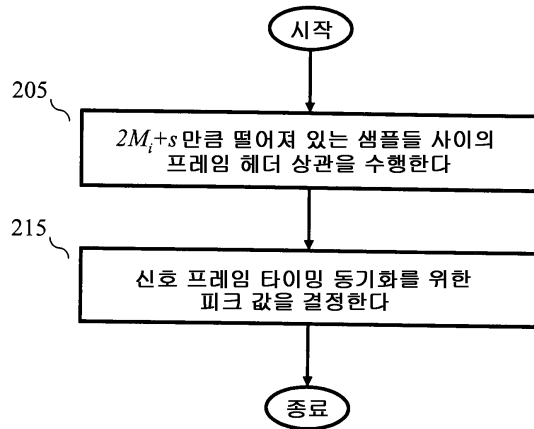
도면3



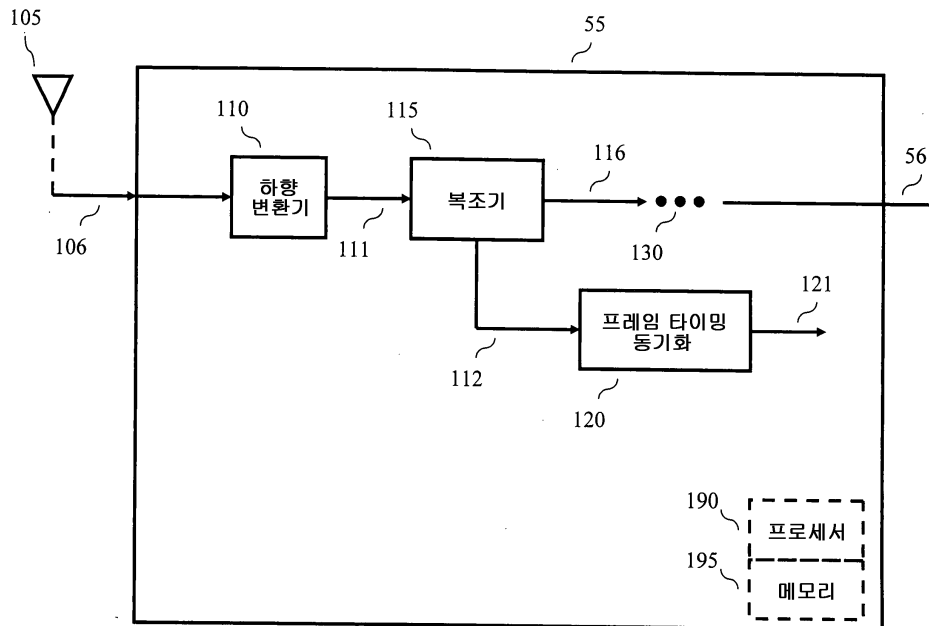
도면4



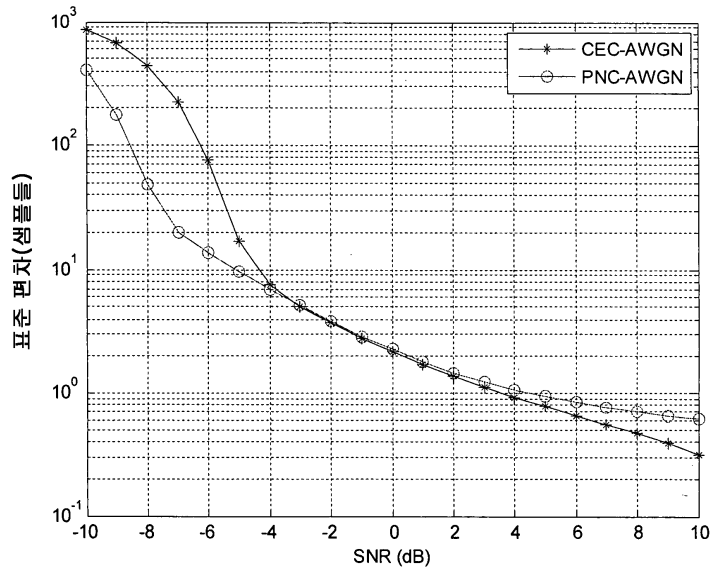
도면5



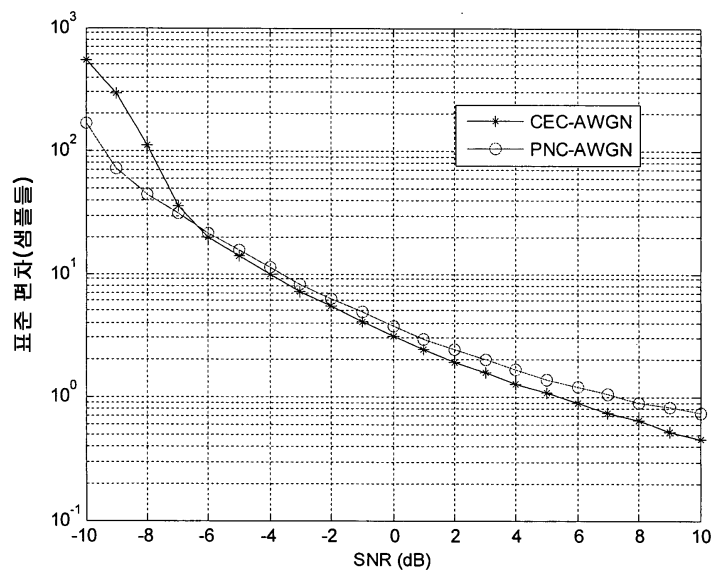
도면6



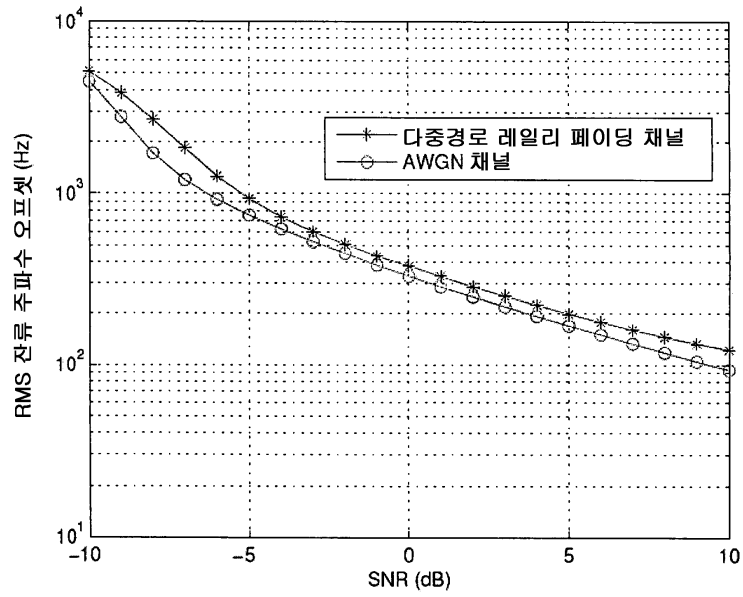
도면7



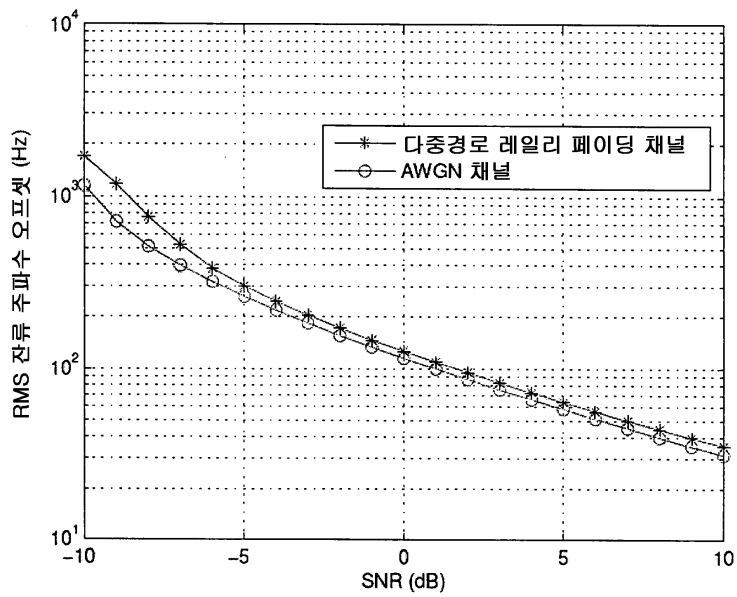
도면8



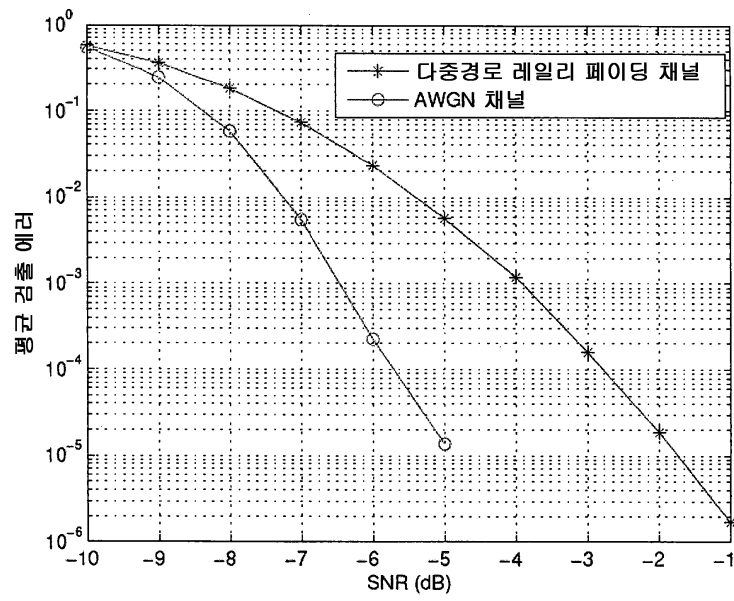
도면9



도면10



도면11



도면12

