



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월07일
(11) 등록번호 10-2541395
(24) 등록일자 2023년06월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) H04J 13/00 (2011.01)
- (52) CPC특허분류
H04L 27/2607 (2013.01)
H04J 13/0022 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7004890(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2016년03월09일
심사청구일자 2023년02월10일
- (85) 번역문제출일자 2023년02월10일
- (65) 공개번호 10-2023-0026533
- (43) 공개일자 2023년02월24일
- (62) 원출원 특허 10-2022-7034195
원출원일자(국제) 2016년03월09일
심사청구일자 2022년10월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/021547
- (87) 국제공개번호 WO 2016/145070
국제공개일자 2016년09월15일
- (30) 우선권주장
62/130,365 2015년03월09일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020130040956 A
KR102113130 B1
W02015069092 A1
W02015072791 A1

- (73) 특허권자
원 미디어, 엘엘씨
미국 메릴랜드 (우편번호 21030) 헌트 벨리 비버 댐 로드 10706
- (72) 발명자
사이먼, 마이클 제이.
미국 21701 메릴랜드주 프레데릭 포레스트 힐스 코트 6471
셀비, 케빈 에이.
미국 21030 메릴랜드주 헌트 벨리 비버 댐 로드 10706
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 김연송, 백만기

전체 청구항 수 : 총 20 항

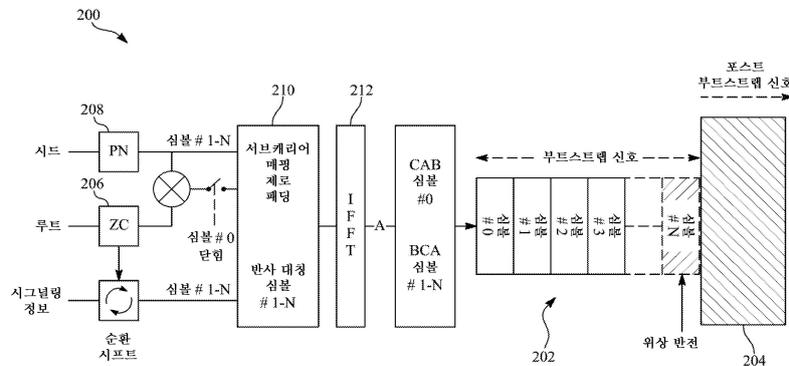
심사관 : 이미현

(54) 발명의 명칭 시스템 발견 및 시그널링

(57) 요약

확장 가능 통신 시스템이 본 명세서에서 설명된다. 시스템은 루트 인덱스 값을 수신하고, 루트 값에 기초하여 일정 진폭 제로 자기상관 시퀀스를 생성하는 제1 모듈을 포함한다. 시스템은 시드 값을 수신하고, 시드 값에 기초하여 의사 잡음 시퀀스를 생성하는 제2 모듈을 더 포함한다. 시스템은 의사 잡음 시퀀스에 의해 일정 진폭 제 (뒷면에 계속)

대표도



로 자기상관 시퀀스를 변조하고, 복소 시퀀스를 생성하는 제3 모듈을 더 포함한다. 시스템은 복소 시퀀스를 시간 도메인 시퀀스로 변환하는 제4 모듈을 더 포함하며, 제4 모듈은 시간 도메인 시퀀스에 순환 시프트를 적용하여 시프트된 시간 도메인 시퀀스를 획득한다.

(52) CPC특허분류

H04J 13/0062 (2013.01)

H04L 27/2628 (2023.05)

(72) 발명자

연쇼, 마크

미국 21030 메릴랜드주 헌트 벨리 비버 댐 로드
10706

칸나파, 산디프 마부두루

미국 21030 메릴랜드주 헌트 벨리 비버 댐 로드
10706

명세서

청구범위

청구항 1

디바이스로서,

프로그램 명령어들을 저장하도록 구성되는 메모리; 및

프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 프로그램 명령어들을 실행함에 의해,

제1 프레임에 대한 부트스트랩 신호를 생성하고 - 상기 부트스트랩 신호는 복수의 심볼들을 포함하고 제1 메이저 버전 및 제1 마이너 버전을 지시하고,

상기 복수의 심볼들 중 제1 심볼은 수신기 디바이스에서의 초기 시간 동기화를 위한 것이고,

상기 제1 심볼은 비상 경고 웨이크업 필드(emergency alert wake up field), 최소 시간 간격 필드(minimum time interval field) 및 시스템 대역폭 필드(system bandwidth field)를 포함하고,

상기 최소 시간 간격 필드는 제2 프레임에 대한 최소 시간 간격을 지시하고, 상기 제2 프레임은 상기 제1 메이저 버전과 동일한 제2 메이저 버전 및 상기 제1 마이너 버전과 동일한 제2 마이너 버전을 포함함 -,

상기 부트스트랩 신호를 포함하는 상기 제1 프레임을 전송하도록 구성되는, 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 최소 시간 간격 필드는 상기 제2 프레임에 대한 상기 최소 시간 간격을 지시하기 위한 5-비트 필드인, 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제2 프레임에 대한 상기 최소 시간 간격은 상기 제1 프레임에 대한 부트스트랩의 시작으로부터 상기 제2 프레임에 대한 제2 부트스트랩의 시작의 가장 이른 발생까지 측정되는, 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 시스템 대역폭 필드는 상기 제1 프레임의 포스트-부트스트랩 부분을 위해 사용되는 시스템 대역폭을 지시하는, 디바이스.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 프레임의 상기 포스트-부트스트랩 부분을 위해 사용되는 상기 시스템 대역폭은 6MHz, 7MHz, 8MHz 또는 8MHz보다 큰 것을 포함하는, 디바이스.

청구항 6

방법으로서,

전송 디바이스에 의해, 제1 프레임에 대한 부트스트랩 신호를 생성하는 단계 - 상기 부트스트랩 신호는 복수의 심볼들을 포함하고 제1 메이저 버전 및 제1 마이너 버전을 지시하고,

상기 복수의 심볼들 중 제1 심볼은 수신기 디바이스에서의 초기 시간 동기화를 위한 것이고,

상기 제1 심볼은 비상 경고 웨이크업 필드, 최소 시간 간격 필드 및 시스템 대역폭 필드를 포함하고,

상기 최소 시간 간격 필드는 제2 프레임에 대한 최소 시간 간격을 지시하고, 상기 제2 프레임은 상기 제1 메이저 버전과 동일한 제2 메이저 버전 및 상기 제1 마이너 버전과 동일한 제2 마이너 버전을 포함함 -; 및

상기 전송 디바이스에 의해, 상기 부트스트랩 신호를 포함하는 상기 제1 프레임을 전송하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 최소 시간 간격 필드는 상기 제2 프레임에 대한 상기 최소 시간 간격을 지시하기 위한 5-비트 필드인, 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 제2 프레임에 대한 상기 최소 시간 간격은 상기 제1 프레임에 대한 부트스트랩의 시작으로부터 상기 제2 프레임에 대한 제2 부트스트랩의 시작의 가장 이른 발생까지 측정되는, 방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 시스템 대역폭 필드는 상기 제1 프레임의 포스트-부트스트랩 부분을 위해 사용되는 시스템 대역폭을 지시하는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제1 프레임의 상기 포스트-부트스트랩 부분을 위해 사용되는 상기 시스템 대역폭은 6MHz, 7MHz, 8MHz 또는 8MHz보다 큰 것을 포함하는, 방법.

청구항 11

명령어들을 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체로서, 상기 명령어들은, 프로세서에 의해 실행될 때, 전송 디바이스의 상기 프로세서로 하여금 동작들을 수행하도록 하고, 상기 동작들은,

제1 프레임에 대한 부트스트랩 신호를 생성하는 단계 - 상기 부트스트랩 신호는 복수의 심볼들을 포함하고 제1 메이저 버전 및 제1 마이너 버전을 지시하고,

상기 복수의 심볼들 중 제1 심볼은 수신기 디바이스에서의 초기 시간 동기화를 위한 것이고,

상기 제1 심볼은 비상 경보 웨이크업 필드, 최소 시간 간격 필드 및 시스템 대역폭 필드를 포함하고,

상기 최소 시간 간격 필드는 제2 프레임에 대한 최소 시간 간격을 지시하고, 상기 제2 프레임은 상기 제1 메이저 버전과 동일한 제2 메이저 버전 및 상기 제1 마이너 버전과 동일한 제2 마이너 버전을 포함함 -; 및

상기 부트스트랩 신호를 포함하는 상기 제1 프레임을 전송하는 단계를 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 최소 시간 간격 필드는 상기 제2 프레임에 대한 상기 최소 시간 간격을 지시하기 위한 5-비트 필드인, 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 제2 프레임에 대한 상기 최소 시간 간격은 상기 제1 프레임에 대한 부트스트랩의 시작으로부터 상기 제2 프레임에 대한 제2 부트스트랩의 시작의 가장 이른 발생까지 측정되는, 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 시스템 대역폭 필드는 상기 제1 프레임의 포스트-부트스트랩 부분을 위해 사용되는 시스템 대역폭을 지시하는, 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제1 프레임의 상기 포스트-부트스트랩 부분을 위해 사용되는 상기 시스템 대역폭은 6MHz, 7MHz, 8MHz 또는 8MHz보다 큰 것을 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체.

청구항 16

수신기 디바이스로서,

프로그램 명령어들을 저장하도록 구성되는 메모리; 및

프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 프로그램 명령어들을 실행함에 의해,

부트스트랩 신호를 포함하는 제1 프레임 수신하고 - 상기 부트스트랩 신호는 복수의 심볼들을 포함하고 제1 메이저 버전 및 제1 마이너 버전을 지시하고,

상기 복수의 심볼들 중 제1 심볼은 비상 경고 웨이크업 필드, 최소 시간 간격 필드 및 시스템 대역폭 필드를 포함하고,

상기 최소 시간 간격 필드는 제2 프레임에 대한 최소 시간 간격을 지시하고, 상기 제2 프레임은 상기 제1 메이저 버전과 동일한 제2 메이저 버전 및 상기 제1 마이너 버전과 동일한 제2 마이너 버전을 포함함 -,

초기 시간 동기화를 위한 상기 복수의 심볼들 중 상기 제1 심볼을 사용하도록 구성되는, 수신기 디바이스.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 최소 시간 간격 필드는 상기 제2 프레임에 대한 상기 최소 시간 간격을 지시하기 위한 5-비트 필드인, 수신기 디바이스.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 제2 프레임에 대한 상기 최소 시간 간격은 상기 제1 프레임에 대한 부트스트랩의 시작으로부터 상기 제2 프레임에 대한 제2 부트스트랩의 시작의 가장 이른 발생까지 측정되는, 수신기 디바이스.

청구항 19

제16항에 있어서, 상기 시스템 대역폭 필드는 상기 제1 프레임의 포스트-부트스트랩 부분을 위해 사용되는 시스템 대역폭을 지시하고, 상기 제1 프레임의 상기 포스트-부트스트랩 부분을 위해 사용되는 상기 시스템 대역폭은 6MHz, 7MHz, 8MHz 또는 8MHz보다 큰 것을 포함하는, 수신기 디바이스.

청구항 20

방법으로서,

부트스트랩 신호를 포함하는 제1 프레임을 수신하는 단계 - 상기 부트스트랩 신호는 복수의 심볼들을 포함하고 제1 메이저 버전 및 제1 마이너 버전을 지시하고,

상기 복수의 심볼들 중 제1 심볼은 비상 경고 웨이크업 필드, 최소 시간 간격 필드 및 시스템 대역폭 필드를 포함하고,

상기 최소 시간 간격 필드는 제2 프레임에 대한 최소 시간 간격을 지시하고, 상기 제2 프레임은 상기 제1 메이저 버전과 동일한 제2 메이저 버전 및 상기 제1 마이너 버전과 동일한 제2 마이너 버전을 포함함 -; 및

초기 시간 동기화를 위한 상기 복수의 심볼들 중 상기 제1 심볼을 사용하는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2015년 3월 9일자로 출원된 미국 특허 출원 제62/130,365호로부터 우선권을 주장하며, 이는 그 전체가 본원에 참조로 포함된다.

[0003] 개시내용의 분야

[0004] 본 개시내용은 무선 통신 분야에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 방송 네트워크들에서 강건한 신호 검출 및 서비스 발견을 가능하게 하기 위한 메커니즘에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 방송 스펙트럼은 상이한 주파수들로 나누어지며, 상이한 지리 영역들에서의 다양한 용도들을 위해 상이한 방송기들 사이에 할당된다. 스펙트럼의 주파수들은 방송기들에 부여된 라이선스들에 기초하여 할당된다. 할당들에 기초하여, 방송기는 소정의 지리적 반경 내에서 소정 주파수 상에서 텔레비전 신호와 같은 특정 타입의 콘텐츠를 방송하는 것으로 제한될 수 있다. 할당된 스펙트럼 밖에서의 방송은 방송기에 대한 위반일 수 있다.
- [0006] 방송기가 해당 지리적 반경 내에서 다른 타입의 콘텐츠를 전송하기를 원할 경우, 방송기는 추가 스펙트럼 라이선스를 획득해야 하고, 이어서 해당 주파수 내에서 추가 주파수를 할당받을 수 있다. 마찬가지로, 방송기가 다른 지리적 반경 내에서 콘텐츠를 전송하기를 원할 경우, 방송기는 해당 영역에 대한 추가 스펙트럼 라이선스를 획득해야 할 수도 있다. 그러나 추가 스펙트럼 라이선스를 획득하는 것은 어렵고, 시간이 많이 걸리고, 비용이 많이 들고, 비실용적일 수 있다.
- [0007] 또한, 방송기는 라이선스를 부여받은 스펙트럼의 전체 부분을 항상 충분히 이용하지는 못할 수 있다. 이것은 방송 스펙트럼의 이용에 있어서 비효율을 초래할 수 있다.
- [0008] 또한, 방송 스펙트럼의 예상되는 사용은 변할 수 있다. 예를 들어, 현재의 방송 텔레비전 솔루션들은 모놀리식(Monolithic)이며, 주요 단일 서비스를 위해 설계된다. 그러나, 방송기들은 모바일 방송 및 IoT 서비스들을 포함하는 장래의 방송 텔레비전에 더하여 다수의 무선 기반 타입의 콘텐츠를 제공할 것을 예상할 수 있다. 특히, 다수의 장치 모두가 방송 텔레비전 외의 공통 소스로부터 동일한 데이터를 수신하기를 원할 수 있는 많은 시나리오가 있다. 하나의 그러한 예는 다양한 지리 위치들 내의 많은 수의 모바일 통신 장치 모두가 예를 들어 소프트웨어 갱신 또는 비상 경보와 같은 동일한 콘텐츠를 전달하는 공통 방송 신호를 수신할 필요가 있을 수 있는 모바일 통신 서비스들이다. 이러한 시나리오들에서는, 동일한 데이터를 각각의 장치에 개별적으로 시그널링하는 것이 아니라 그러한 장치들에 데이터를 방송 또는 멀티캐스팅하는 것이 훨씬 더 효율적이다. 따라서, 하이브리드 솔루션이 바람직할 수 있다.
- [0009] 방송 스펙트럼을 보다 효율적으로 이용하기 위해서, 상이한 타입의 콘텐츠가 단일 RF 채널 내에서 함께 시간 다중화될 수 있다. 또한, 상이한 전송 콘텐츠 세트들이 상이한 인코딩 및 전송 파라미터들로 동시에, 시분할 다중화(TDM) 방식으로, 주파수 분할 다중화(FDM) 방식으로, 계층 분할 다중화(LDM) 방식으로 또는 이들의 조합으로 전송될 필요가 있을 수 있다. 전송될 콘텐츠의 양은 시간 및/또는 주파수에 따라 변할 수 있다.
- [0010] 또한, 상이한 품질 레벨들을 갖는 콘텐츠(예를 들어, 고화질 비디오, 표준 화질 비디오 등)는 상이한 전파 채널 특성들 및 상이한 수신 환경들을 갖는 상이한 장치 그룹들로 전송될 필요가 있을 수 있다. 다른 시나리오들에서, 특정 장치에 장치 고유 데이터를 전송하는 것이 바람직할 수 있으며, 해당 데이터를 인코딩하고 전송하는데 사용되는 파라미터들은 장치의 위치 및/또는 전파 채널 조건들에 의존할 수 있다.
- [0011] 동시에, 고속 무선 데이터에 대한 요구는 계속 증가하고 있으며, 잠재적 시변 방식으로(예를 들어, 무선 스펙트럼의 소정 부분과 같은) 이용 가능 무선 자원들의 가장 효율적인 사용을 가능하게 하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

- [0012] 예시적인 확장 가능 통신 시스템이 본 명세서에서 설명된다. 시스템은 루트 인덱스 값을 수신하고, 루트 값에 기초하여 일정 진폭 제로 자기상관 시퀀스를 생성하는 제1 모듈을 포함한다. 시스템은 시드 값을 수신하고, 시드 값에 기초하여 의사 잡음 시퀀스를 생성하는 제2 모듈을 더 포함한다. 시스템은 의사 잡음 시퀀스에 의해 일정 진폭 제로 자기상관 시퀀스를 변조하고, 복소 시퀀스를 생성하는 제3 모듈을 더 포함한다. 시스템은 복소 시퀀스를 시간 도메인 시퀀스로 변환하는 제4 모듈을 더 포함하며, 제4 모듈은 시간 도메인 시퀀스에 순환 시프트를 적용하여 시프트된 시간 도메인 시퀀스를 획득한다.
- [0013] 예시적인 확장 가능 통신 방법이 본 명세서에서 설명된다. 방법은 루트 인덱스 값을 수신하고, 루트 값에 기초하여 일정 진폭 제로 자기상관 시퀀스를 생성하는 단계를 포함한다. 방법은 시드 값을 수신하고, 시드 값에 기초하여 의사 잡음 시퀀스를 생성하는 단계를 더 포함한다. 방법은 의사 잡음 시퀀스에 의해 일정 진폭 제로 자기상관 시퀀스를 변조하고, 복소 시퀀스를 생성하는 단계를 더 포함한다. 방법은 복소 시퀀스를 시간 도메인 시퀀스로 변환하고, 시간 도메인 시퀀스에 순환 시프트를 적용하여 시프트된 시간 도메인 시퀀스를 획득하는 단계를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 첨부 도면들에는, 아래에서 제공되는 상세한 설명과 함께 청구 발명의 예시적인 실시예들을 설명하는 구조들이 도시된다. 동일한 요소들은 동일한 참조 번호들로 식별된다. 단일 컴포넌트로 도시된 요소들은 다수 컴포넌트로 대체될 수 있고, 다수의 컴포넌트로 도시된 요소들은 단일 컴포넌트로 대체될 수 있음을 이해해야 한다. 도면은 일정한 축척으로 그려진 것은 아니며, 조정 요소들의 비율은 예시의 목적으로 과장될 수 있다.
- 도 1은 예시적인 방송 네트워크를 도시한다.
- 도 2는 부트스트랩 심볼들을 생성하기 위한 예시적인 시스템을 도시한다.
- 도 3은 ZC+PN의 복소 I/Q 성상도를 도시한다.
- 도 4a-4b는 각각 예시적인 프레임 제어 구성들을 도시한다.
- 도 5는 예시적인 필드 종료 시그널링을 도시한다.
- 도 6은 도 1에 도시된 예시적인 신호 파형을 도시한다.
- 도 7은 부트스트랩 심볼들을 생성하기 위한 예시적인 시스템을 도시한다.
- 도 8은 예시적인 PN 시퀀스 생성기를 도시한다.
- 도 9는 주파수 도메인 시퀀스의 서브캐리어들로의 매핑의 예시도이다.
- 도 10a-10b는 예시적인 시간 도메인 구조들을 도시한다.
- 도 11은 부트스트랩 심볼들을 생성하기 위한 예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 명세서에서는 강건하고 확장 가능한 시그널링 프레임워크, 특히 강건한 검출 및 서비스 발견, 시스템 동기화, 및 수신기 구성을 가능하게 하도록 설계된 부트스트랩 신호가 설명된다. 부트스트랩은 2개의 주요 기능: 이어지는 파형의 디코딩을 시작하기 위해 저레벨 시그널링을 통해 방출되고 있는 파형을 발견하기 위한 동기화 및 시그널링을 제공한다. 그것은 시간이 지남에 따라 진화하기 위한 확장성을 제공하는 강건한 파형이다. 특히, 부트스트랩 신호는 현재의 방송 시스템에 대해 작동할 뿐만 아니라, 모바일 방송 및 IoT 서비스들을 포함하는 새로운 서비스들의 지원도 가능하게 한다.
- [0016] 강건한 시그널링 시스템은 신호가 높은 잡음, 낮은 '캐리어 대 잡음비'(CNR) 및 높은 도플러 환경들에서 발견되는 것을 가능하게 한다. 부트스트랩 신호만이 강건할 수 있고, 부트스트랩에 이어지는 실제 파형은 강건하지 않을 수 있다는 것을 알아야 한다. 강건한 부트스트랩 신호를 갖는 것은 수신기들이 덜 이상적인 환경들에서 픽업하고 있는 신호에 대한 잠금을 달성하고 유지하도록 수신기들에 의한 동기화를 가능하게 한다. 잡음 조건들이 악화되고, 수신기가 더 이상 페이로드와 잡음을 구별할 수 없을 때, 부트스트랩을 통해 채널에 대해 잠금 채로 계속 유지될 수 있다. 잡음 조건들이 개선될 때, 수신기는 어디서 채널을 발견할지를 이미 알고 있으므로 전체 재취득 프로세스를 수행할 필요가 없다.
- [0017] 장차 전송될 서비스 타입들 각각에 대해 하나씩인 많은 상이한 파형이 확장 가능 시그널링 시스템을 이용하여 시그널링될 수 있다. 따라서, 사용될 필요가 있을 수 있지만 현재 존재하지 않는 새로운 파형들도 부트스트랩을 통해 시그널링될 수 있다.
- [0018] 다음의 두문자어 및 약어들이 본 명세서에서 사용될 수 있다는 것을 알아야 한다.
- [0019] BSR: 기저대역 샘플링 레이트
- [0020] BW: 대역폭
- [0021] CAZAC: 일정 진폭 제로 자기상관
- [0022] DC: 직류
- [0023] EAS: 비상 경보 시스템
- [0024] FFT: 고속 푸리에 변환
- [0025] IEEE: 전기 및 전자 엔지니어 협회

- [0026] IFFT: 고속 푸리에 역변환
- [0027] kHz: 킬로헤르츠
- [0028] LDM: 계층 분할 다중화
- [0029] LFSR: 선형 피드백 시프트 레지스터
- [0030] MHz: 메가헤르츠
- [0031] ms: 밀리초
- [0032] PN: 의사 잡음
- [0033] μ s: 마이크로초
- [0034] ZC: 자도프 추(Zadoff-Chu)
- [0035] 도 1은 방송 네트워크(106)를 통해 다양한 타입의 콘텐츠(104A, 104B, 104C)(이하, 콘텐츠(104))를 제공하는 복수의 콘텐츠 제공자(102A, 102B, 102C)(이하, 콘텐츠 제공자(102))를 포함하는 예시적인 방송 네트워크 통신 시스템(100)을 도시한다. 3개의 콘텐츠 제공자(102)가 도시되지만, 시스템(100)은 임의의 적절한 수의 콘텐츠 제공자(102)를 포함할 수 있다는 것을 알아야 한다. 게다가, 콘텐츠 제공자들(102)은 텔레비전 방송 신호, 소프트웨어 갱신, 비상 경보 등과 같은 임의의 적절한 타입의 콘텐츠의 제공자들일 수 있다. 콘텐츠 제공자들(102)은 게이트웨이(108)에 대한 무선 또는 유선 접속을 통해 콘텐츠(104)를 제공할 수 있다는 것을 더 알아야 한다.
- [0036] 콘텐츠(104)는 게이트웨이(108)에서 단일 RF 채널(110) 안으로 시간 다중화된다. 방송 수신기들(112A, 112B, 112C)(이하, 방송 수신기(112))은 RF 채널(110)을 통해 방송 신호들(114)을 식별 및 수신하도록 구성된다. 3개의 상이한 타입의 방송 수신기들(112)(랩탑 컴퓨터(112A), 모바일 전화(112B) 및 텔레비전(112C))이 도시되지만, 시스템(100)은 임의의 적절한 수 및 타입의 방송 수신기들(112)을 포함할 수 있다는 것을 알아야 한다.
- [0037] 부트스트랩(도시되지 않음)은 특정 기간 동안 전송되고 있는 신호(114)의 타입 또는 형태를 저레벨에서 지시하며, 따라서 방송 수신기(112)는 신호(114)를 발견 및 식별할 수 있고, 이 신호는 또한 해당 신호(114)를 통해 이용 가능한 서비스들을 어떻게 수신할지를 지시한다. 따라서, 부트스트랩은 동기화/검출 및 시스템 구성을 가능하게 하기 위한 모든 전송 프레임의 통합 부분으로서 의존된다. 설명되는 바와 같이, 부트스트랩 설계는 프레임 구성 및 콘텐츠 제어 정보를 방송 수신기(112)에 전달하기 위한 유연한 시그널링 접근법을 포함한다. 신호 설계는 물리 매체 상에 신호 파라미터들을 변조하는 메커니즘을 설명한다. 시그널링 프로토콜은 전송 프레임 구성을 지배하는 파라미터 선택들을 통신하는 데 사용되는 특정 인코딩을 설명한다. 이것은 신뢰성 있는 서비스 발견을 가능하게 하면서 공통 프레임 구조로부터의 진화하는 시그널링 요구를 수용하기 위한 확장성을 제공한다. 특히, 부트스트랩의 설계는 채널 대역폭에 관계없는 보편적인 신호 발견을 가능하게 한다.
- [0038] 부트스트랩은 또한 시간 분산 및 다중 경로 페이딩, 도플러 시프트, 및 캐리어 주파수 오프셋과 같은 다양한 채널 장애들의 존재시에도 신뢰성 있는 검출을 가능하게 한다. 게다가, 다수의 서비스 상황이 신호 발견 동안 모드 검출에 기초하여 액세스 가능하여 시스템 구성에 있어서의 광범위한 유연성을 가능하게 한다. 부트스트랩은 또한 계층적 시그널링 구조에 기초하여 서비스 능력의 계속적인 진화를 수용하기 위한 확장성을 촉진한다. 따라서, 아직 구상되지 않은 새로운 신호 타입들이 콘텐츠 제공자(102)에 의해 제공되고, 부트스트랩 신호의 사용을 통해 전송 신호(114) 내에서 식별될 수 있다. 더욱이, 검출된 서비스 모드/타입에 기초하여 해석되는 재사용 가능 비트 필드들은 제공되는 확장성의 레벨에도 불구하고 비트 효율적인 시그널링을 가능하게 한다. 일례로, 부트스트랩은 낮은 신호 레벨들에서도 강건한 신호이고 검출 가능하도록 구성된다. 결과적으로, 부트스트랩 내의 개별 시그널링 비트들은 그들이 전송을 위해 점유하는 물리 자원들과 관련하여 비교적 비쌀 수 있다. 따라서, 부트스트랩은 시스템 발견을 위해 그리고 후속 신호의 초기 디코딩을 위해 필요한 최소량의 정보만을 시그널링하도록 의도될 수 있다.
- [0039] 일반 부트스트랩 개요
- [0040] 여기서는 후술될 구현 예와 무관한 부트스트랩이 설명된다. 더 설명되는 바와 같이, ATSC 3.0은 부트스트랩 능력의 하나의 예시적인 구현이며, 일반 부트스트랩 능력에 대한 소정의 제약들을 설정한다. 부트스트랩 형성에 있어서의 이러한 일반 개념들의 인식은 본 기술분야의 기술자들이 RF 스펙트럼 내의 다양한 대역폭들 및 주파수

대역들의 장래의 통신 시스템들에서의 이러한 기술의 광범위한 적용성을 파악하는 것을 도울 것이다.

[0041] 도 2는 부트스트랩을 생성하기 위한 예시적인 시스템(200)을 도시한다. 시스템(200)에 의해 생성되는 부트스트랩 신호(202)는 (0-N)으로 라벨링된 (N) OFDM 심볼들로 구성된다. 주파수 점유 또는 대역폭은 설계에 의해 포스트 부트스트랩 신호(206) 또는 파형보다 작다. 포스트 부트스트랩 신호(204)는 부트스트랩에 의해 시그널링되고 수신기에 의해 소비되고 있는 서비스를 나타낸다. 포스트 부트스트랩 신호(204)는 설명되는 바와 같이 장래의 유연성 및 확장성을 가능하게 하는 임의의 파형일 수 있다.

[0042] 여기서는 부트스트랩 신호가 설명된다. 기저대역 샘플링 레이트(BSR)는 다음 식으로 표시된다.

[0043] 식(2)

[0044]
$$BSR = F_s = (N + 16) \times (M) \text{ 또는 시간 도메인: } T_s = 1/F_s$$

[0045] 여기서, F_s 는 주파수 샘플링이고, N은 선택된 대역폭을 통해 스케일링할 동작 변수이고, M은 대역폭을 선택하기 위한 팩터(MHz)이다.

[0046] OFDM 서브캐리어 간격(Hz 단위)은 다음과 같이 정의된다.

[0047] 식(3)

[0048]
$$\Delta F = F_s / FFT_{(Size)}$$

[0049] 여기서, $FFT_{(Size)}$ 는 2의 소정 제곱(예로서, 1024, 2048, 4096, 8192 등)이다.

[0050] 미국에서의 6MHz 방송 텔레비전 대역폭에 대한 하나의 예시적인(ATSC 3.0) 설계 프로세스에서는, (WCDMA에 기초하는) LTE에 대한 기존의 관계로 인해 $M=0.384$ 가 선택된다. 다른 관계들이 선택될 수도 있다. 따라서, 이러한 하나의 예에서는 다음과 같다.

[0051] 식(4)

$$F_s = (0 + 16) \times (.384 \text{ MHz}) = 6.144 \text{ MHz};$$

$$F_s = 6.144 \text{ MHz}, FFT_{(Size)} = 2048; \text{ 및}$$

[0052]
$$\Delta F = 6.144 \text{ MHz} / 2048 = 3000\text{Hz}$$

[0053] 이어서, 선택된 대역폭을 지원하도록 $FFT_{(Size)}$ 의 일부를 통해 매핑될 자도프 추 시퀀스 길이 $N_{(ZC)}$ 가 (소수(prime number)에 기초하여) 선택된다. 따라서, 다음과 같다.

[0054] 식(5)

[0055]
$$\text{대역폭} = \Delta F \times (N_{(ZC)} + 1);$$

[0056] 여기서, N_{ZC} 는 FFT의 중심(DC를 포함하는 1500개의 서브캐리어)에 매핑되고, 제로 패딩이 나머지 서브캐리어들 상에서 사용된다. ATSC 3.0 예에서, $N_{(ZC)}=1499$ 가 선택되었다. 따라서, 다음과 같다.

[0057]
$$\text{대역폭} = 3000(\text{Hz}) \times (1499 + 1) = 4.5\text{MHz}$$

[0058] 결과적으로, 설명되는 예시적인 ATSC 3.0 구현에서, 설계는 4.5MHz 대역폭을 소비하며, 모바일 환경에서 방송 대역을 위한 적절한 도플러 성능(MPH)을 제공할 $\Delta F=3000\text{Hz}$ 를 갖는다.

[0059] 위의 일반적인 식들 내의 파라미터들에 대한 다른 선택들이 더 넓은 대역폭들 또는 주파수 대역들(도플러) 등을 가능하게 할 수 있다는 것을 알아야 한다. 특히, ATSC 3.0에서는 값(N)이 0으로 지정되지만, (0-127)의 전체 범위가 N에 대해 이용 가능하다. 도시된 예에서, N은 6MHz를 달성하기 위해 N=0으로 제한된다. 그러나, N=127을 대체함으로써, 50MHz보다 큰 대역폭이 지원될 수 있음을 알아야 한다. 이것은 부트스트랩의 확장성을 예시한다.

[0060] 도 2를 다시 참조하면, 시스템은 자도프 추 모듈 또는 시퀀스 생성기(206) 및 의사 잡음(PN) 모듈 또는 시퀀스

생성기(208)를 더 포함한다. 자도프 추(ZC) 시퀀스는 무선 신호들에 적용될 때 한 쌍의 흥미로운 특성 - 이들 중 하나는 일정 진폭 신호의 특성임 - 을 발생시키는 복소값 수학 시퀀스이다. 이것은 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0061] 식(6)

$$ZC \text{ 시퀀스} = e^{-j\pi q[k(k+1)/N_{(ZC)}]}$$

[0063] 도 3은 각각의 I/Q 값이 단위 원(302) 상에 위치하고 이 단위 원(302) 주위의 위상으로서 설명되는 ZC+PN의 복소 I/Q 성상도(300)를 도시하며, 여기서 진폭은 일정하다.

[0064] (ZC)의 다른 이론적 특성은 루트 시퀀스의 상이한 순환 시프트된 버전들이 신호 상에 부과될 수 있고, 이상적인 제로 자기상관을 유발할 수 있다는 것이라는 것을 알아야 한다. 시프트되지 않은 생성된 자도프 추 시퀀스는 "루트 시퀀스"로서 알려져 있다. 도 2를 다시 참조하면, 주로 동기화 및 버저닝(versioning)을 위해 사용되는 심볼 #0은 시프트되지 않았다. 그러나, (ZC)를 단독으로 사용함에 의한 이론적 제로 자기상관은 큰 범위의 순환 시프트들에 걸쳐 달성되지 않는다는 것을 알아야 한다.

[0065] 이러한 기본 설계 요구의 결과로서, 이론적인 이상적 자기상관을 갖는 다수의 순환 시프트의 필요성이 예측되었으며, 어떤 것은 (ZC)에만 고유하지는 않다. 또한, ZC에 더하여 의사 잡음(PN) 시퀀스를 도입함으로써, 이론적인 이상적 자기상관 근처에 접근하도록 모든 순환 시프트들이 가능해질 수 있다는 것이 시뮬레이션 및 실험들을 통해 발견되고 개발되었다.

[0066] 도 4b는 단지 ZC 단독 및 결과적인 비이상적 자기상관의 시뮬레이션의 결과들을 도시하는 반면, 도 4a는 ZC+PN 및 결과적인 이상에 가까운 자기상관의 시뮬레이션의 결과들을 도시한다. 특히, PN 시퀀스는 도 3에 도시된 본래의 ZC 시퀀스의 바람직한 일정 진폭 제로 자기상관 파형("CAZAC") 특성들을 유지하는 개별 복소 서브캐리어들을 위상 회전시킨다. 추가된 위상 회전은 동일한 루트 시퀀스의 순환 시프트들 사이에 더 큰 신호 분리를 제공하여, 도 4b에 도시된 PN 시퀀스 변조의 추가 없이 ZC 시퀀스를 사용하여 관측되는 가짜 자기상관 응답들을 억제하도록 의도된다. 따라서, 알 수 있듯이, (ZC+PN)의 발견은 순환 시프트들의 메커니즘에 의해 통신되는 시그널링 강건성 및 용량(심볼당 비트 수)을 크게 개선한다.

[0067] 도 2를 다시 참조하면, 제1 심볼 #0은 순환 시프트를 갖지 않는 루트인 반면, 심볼 1-N은 순환 시프트들의 메커니즘을 통해 시그널링을 전달한다. 또한, 매핑 모듈(210)에 의해 매핑 및 제로 패딩이 심볼 #0에 적용되는 것으로 보인다. 심볼들(1-N)은 ZC에 PN을 추가하여 도시된 바와 같은 반사 대칭을 유발하며, 이는 나중에 예로서 설명될 것이다.

[0068] 이어서, 신호는 IFFT 모듈(212)로 전송되고, 주파수 도메인으로부터 시간 도메인으로 변환된다. 이어서, 신호는 시간 도메인에서 처리된다. IFFT를 벗어난 신호는 "A"로 지칭되고, 이는 또한 "B" 및 "C"로 알려진, "A"로부터 도출된 프리픽스(pre-fix) 및 포스트픽스(post-fix) 섹션을 갖는다. 심볼 #0은 시간 시퀀스 "CAB"를 갖는 반면, 모든 다른 심볼들은 "BCA"의 시간 시퀀스를 갖는다. 이것의 목적은 강건성을 증가시키고, 동기화 및 버저닝을 위해 사용되는 심볼 #0을 구별하기 위한 것이라는 것을 알아야 한다.

[0069] 부트스트랩 심볼들의 길이는 다음과 같이 정의된다.

[0070] 식(7)

$$T_{\text{Symbol}} = [C+A+B] \times T_s$$

[0072] 일례(ATSC 3.0)에서, 심볼 길이는 500 μ s이다.

[0073] 심볼들의 수를 확장하기 위한 능력을 가능하게 하기 위해, 도 5에 도시된 바와 같이, 부트스트랩 시퀀스 내의 최종 심볼 상의 (ZC)의 반전의 메커니즘이 사용된다. 특히, 이전 심볼 기간에 관한 최종 심볼 기간에서의 180도 위상 반전에 의해 필드 종료 시그널링된다. 따라서, 수신기가 신호의 끝을 식별할 수 있기 위해 신호가 얼마나 오래 존재할 것인지를 미리 지정할 필요 없이, 수신기는 대신에 신호의 끝을 지시할 신호 내의 반전된 심볼을 찾을 수 있다. 이것은 부트스트랩이 유연하고 확장 가능한 것을 가능하게 하는데, 이는 신호가 얼마나 오래 존재할지에 대한 사전 지식이 필요하지 않기 때문이다. 따라서, 부트스트랩 길이를 미리 정의하고, 추가 공간을 낭비하거나 충분한 공간을 예약하지 않는 대신(이 경우, 의도된 정보를 완전히 전송하지 못할 수 있음), 부트스트랩의 길이는 발견될 수 있다는 점에서 유연하다. 더욱이, 반전된 신호는 비교적 검출하기 쉬우며, 파

라서 구현을 위해 상당한 추가 자원을 요구하지 않을 수 있다.

- [0074] 수신기는 그가 이해하지 못하는 메이저 버전(루트)을 적절히 무시할 것임을 알아야 한다. 이것은 장래에 레거시 수신기들을 교란시키지 않고 확장성을 보장한다. 실제로, 하나의 그러한 시그널링 방법이 ATSC 3.0에 의해 제공되며, 이는 본 명세서에서 나중에 설명되고 표 2에 예시된다.
- [0075] 도 6은 도 1에 도시된 예시적인 신호 파형(114)을 도시한다. 신호 파형(114)은 포스트 부트스트랩 파형(604) 또는 파형의 나머지에 의해 이어지는 부트스트랩(602)을 포함한다. 부트스트랩(602)은 신호 파형(114) 안으로의 보편적인 진입점을 제공한다. 이것은 모든 방송 수신기들(112)에게 알려진 고정 구성(예로서, 샘플링 레이트, 신호 대역폭, 서브캐리어 간격, 시간 도메인 구조)을 사용한다.
- [0076] 유연한 또는 가변적인 샘플링이 부트스트랩에서 정의되게 하는 것은 이전에는 가능하지 않았던 유연성을 제공함을 알아야 한다. 특히, 고정된 또는 정의된 샘플링 레이트를 대역폭의 함수로서 갖는 특정 서비스에 대한 솔루션을 설계하는 것이 아니라, 유연한 샘플링 레이트는 상이한 요구들 및 제약들을 갖는 다양한 서비스들을 수용하기 위해 다양한 상이한 대역폭들에 대한 스케일링을 가능하게 한다. 따라서, 동기화 및 발견을 위한 동일 시스템은 큰 범위의 대역폭들에 대해 사용될 수 있고, 큰 대역을 서빙할 수 있는데, 이는 대역의 상이한 섹션들이 상이한 타입의 서비스들에 더 적합할 수 있기 때문이다.
- [0077] 부트스트랩(602)은 다수의 심볼로 구성될 수 있다. 예를 들어, 부트스트랩(602)은 서비스 발견, 대략적인 동기화, 주파수 오프셋 추정 및 초기 채널 추정을 가능하게 하기 위해 각각의 파형의 시작에 배치된 동기화 심볼(606)로부터 시작될 수 있다. 부트스트랩(602)의 나머지(608)는 시작될 신호 파형(114)의 나머지의 수신 및 디코딩을 허용하기에 충분한 제어 시그널링을 포함할 수 있다.
- [0078] 부트스트랩(602)은 유연성, 스케일링 가능성 및 확장성을 보이도록 구성된다. 예를 들어, 부트스트랩(602)은 증가된 유연성에 대한 버저닝을 구현할 수 있다. 특히, 부트스트랩(602) 설계는 (특정 서비스 타입 또는 모드에 대응하는) 메이저 버전 번호 및 (특정 메이저 버전 내의) 마이너 버전을 가능하게 할 수 있다. 일례로, 버저닝은 (설명되는 바와 같이) 부트스트랩 심볼 콘텐츠에 대한 기본 인코딩 시퀀스를 생성하는 데 사용되는 자도프 추 루트(메이저 버전) 및 의사 잡음 시퀀스 시드(마이너 버전)의 적절한 선택을 통해 시그널링될 수 있다. 부트스트랩(602) 내의 시그널링 필드들의 디코딩은 검출된 서비스 버전과 관련하여 수행될 수 있으며, 이는 각각의 할당된 비트 필드가 재사용 가능하고, 지시된 서비스 버전에 기초하여 구성되는 계층적 시그널링을 가능하게 한다. 부트스트랩(612) 내의 시그널링 필드들의 선택 및 시맨틱스는 예를 들어 메이저 및 마이너 버전이 참조하는 표준들 내에서 지정될 수 있다.
- [0079] 스케일링 가능성 및 확장성을 더 보이기 위해, 부트스트랩(602) 심볼마다 시그널링되는 비트들의 수는 특정 메이저/마이너 버전에 대해 최대한으로 정의될 수 있다. 심볼당 최대 비트 수는 아래 식에 의해 정의된다.
- [0080] 식(1)
- [0081]
$$(N_{bps} = \lfloor \log_2 (N_{FFT}/CyclicShiftTol) \rfloor)$$
- [0082] 이 식은 원하는 순환 시프트 허용 한계에 의존하며, 이 허용 한계는 또한 예상 채널 전개 시나리오들 및 환경들에 의존한다. 가능할 경우, 서비스 버전에 대한 변경을 요구하지 않고 추가적인 새로운 시그널링 비트들이 역호환 방식으로 기존 심볼들에 추가될 수 있다.
- [0083] 결과적으로, 부트스트랩(602) 신호 지속기간은 전체 심볼 기간들 내에서 확장 가능하며, 각각의 새로운 심볼은 최대 Nbps개의 추가 시그널링 비트를 전달한다. 따라서, 부트스트랩(602) 신호 용량은 필드 종료에 도달할 때까지 크게 증가될 수 있다.
- [0084] 도 7은 부트스트랩(602) 심볼들을 생성하기 위한 예시적인 시스템(700)을 도시한다. 설명되는 바와 같이, 각각의 부트스트랩(602) 심볼에 대해 사용되는 값들은 시퀀스 생성기(708)를 이용하여 의사 잡음(PN) 커버 시퀀스(702)에 의해 변조된 자도프 추(ZC) 시퀀스(704)를 이용하여 주파수 도메인에서 생성된다. ZC 루트(704) 및 PN 시드(702)는 서비스의 메이저 및 마이너 버전들을 각각 결정한다. 결과적인 복소 시퀀스는 고속 푸리에 역변환("IFFT") 입력(706)에서 서브캐리어마다 적용된다. 시스템(700)은 시퀀스 생성기(708)의 출력을 IFFT 입력(706)에 매핑하기 위한 서브캐리어 매핑 모듈(710)을 더 포함한다. PN 시퀀스(702)는 본래의 ZC 시퀀스(704)의 바람직한 일정 진폭 제로 자기상관(CAZAC) 특성들을 보유하는 개별 복소 서브캐리어들에 대해 위상 회전을 도입한다. PN 시퀀스(702)는 또한 자기상관 응답에서의 가짜 방출들을 억제하여, 동일 루트 시퀀스의 순환 시프트

들 사이에 추가적인 신호 분리를 제공한다.

[0085] 특히 의사 잡음 시퀀스로 ZC 시퀀스를 변조하는 것은 파형이 쉽게 발견될 수 있게 하는 상이한 특성들을 파형에 제공한다는 것을 더 알아야 한다. 특히, PN 시퀀스로 변조하는 것은 더 적은 불확실성을 갖는 이상에 가까운 상관을 유발한다. 그러한 조합은 시뮬레이션을 통해 알고리즘들 및 시퀀스들의 많은 조합을 테스트한 후에 발견되었다. 특히, PN 시퀀스로 ZC 시퀀스를 변조하는 것은 상관 동안 어떠한 가짜 신호도 생성하지 않고 쉽게 상관되는 신호를 생성하는 예상치 못한 결과를 낳았다. 이것은 신호가 쉽게 발견될 수 있게 하며, 이는 수신기가 고잡음 환경에서도 신호와 상관할 수 있다는 것을 의미한다.

[0086] 부트스트랩 - 구현(ATSC 3.0 예)

[0087] 여기서는 예시적인 부트스트랩(602)의 예시적인 구현이 설명된다. 본 명세서에서 설명되는 예들은 부트스트랩의 특정 구현을 참조할 수 있지만, 부트스트랩(602)은 후술하는 예 이외의 더 광범위한 응용들을 가질 것이라는 것이 고려된다는 것을 알아야 한다.

[0088] 부트스트랩 사양 - 크기

[0089] 일례로, 부트스트랩(602) 구조는 부트스트랩(602)에 의해 시그널링되는 버전 번호들 및/또는 다른 정보가 진화할 때에도 일정하게 유지되도록 의도된다. 일례로, 부트스트랩(602)은 파형(604)의 나머지에 대해 사용되는 채널 대역폭에 관계없이 6.144 메가샘플/초의 고정 샘플링 레이트 및 4.5MHz의 고정 대역폭을 사용한다. 각각의 샘플의 시간 길이도 샘플링 레이트에 의해 고정된다. 따라서, 다음과 같다.

[0090] 식(2A)

$$f_s = 6.144 \text{ Ms/sec}$$

$$T_s = 1/f_s$$

$$BW_{\text{Bootstrap}} = 4.5 \text{ MHz}$$

[0091]

[0092] 2048의 FFT 크기는 3kHz의 서브캐리어 간격을 유발한다.

[0093] 식(3)

$$N_{\text{FFT}} = 2048$$

$$f_{\Delta} = f_s/N_{\text{FFT}} = 3 \text{ kHz}$$

[0094]

[0095] 이 예에서, 각각의 부트스트랩(602) 심볼은 ~333.33 μs의 지속기간을 갖는다. (CAB 또는 BCA)를 사용하여 나중에 설명될 시간 도메인에서 처리될 때, T_{symbol} 의 정확한 길이는 500 μs이다. 부트스트랩(602)의 전체 지속기간은 N_s 로서 지정되는 부트스트랩(602) 심볼 수에 의존한다. 고정된 수의 부트스트랩(602) 심볼이 가정되지 않아야 한다.

[0096] 식(4)

$$T_{\text{symbol}} = 500 \mu\text{s}$$

[0097]

[0098] 일반적으로 사용되고 이 예에서 6MHz 방송보다 작은 최저 대역폭으로서 5MHz를 또한 커버하는 현재의 산업 합의에 기초하여 4.5MHz 대역폭이 선택될 수 있다는 것을 알아야 한다. 따라서, 기저대역 샘플링 레이트는 다음 식을 사용하여 계산될 수 있다.

[0099] 식(5)

$$(N + 16) \times 0.384 \text{ MHz} = 6.144 \text{ MS/sec. (N = 0 부트스트랩)}$$

[0100]

[0101] 양호한 이득을 갖는 2048 FFT 길이를 선택하는 것은 양호한 도플러 성능을 제공하는 3kHz의 Δf를 유발한다. 대역의 다른 섹션들에 대해 유사한 시스템이 구현될 수 있다는 것을 알아야 한다. 예를 들어, 식 및 N 값이 해

당 특정 대역폭에 대해 최적화되는 동일한 식의 변형이 20MHz와 같은 다른 대역폭들에 대해 사용될 수 있다.

[0102] LTE 시스템들(및 WCDMA에 대한 관계)과 관련된 0.384MHz 팩터에 기초하는 BSR 식에 따라, 새로운 시스템은 다른 구현들에 대해 사용되는 발진기(들) 없이 작동할 수 있음을 알아야 한다. 게다가, 현재 표준들에서 설명되는 모든 현재 대역폭들에 대한 모든 3GPP LTE 기저대역 샘플링 레이트들도 값(N)을 삽입함으로써 식으로부터 계산될 수 있다. 따라서, 식을 채택하는 것은 여전히 작동하는 LTE 변형의 소정 유형의 변형을 포함하는 장비의 장래의 버전들을 가능하게 한다. 그러나, BSR 식은 다른 적절한 팩터들에 유사하게 기초할 수 있다는 것을 알아야 한다.

[0103] 여기서 설명되는 예들은 2048의 선택된 FFT 크기를 이용하지만, 다른 적절한 FFT 크기들이 유사하게 사용될 수 있다는 것을 더 알아야 한다. 수신기는 먼저 착신 신호를 동기화하고 식별하여 그의 정보의 디코딩을 시작할 수 있어야 한다. 그러나, 2048의 FFT 크기와 같은 더 긴 시그널링 시퀀스는 더 높은 이득을 가지며, 따라서 발견하기가 더 쉬운데, 이는 수신기가 발견하거나 상관하는 데 이용 가능한 정보의 양이 더 많기 때문이다.

[0104] 기존의 셀룰러 통신에서, 이득은 팩터가 아닐 수 있는데, 이는 통신이 유니캐스트 방식으로 이루어지고, 주요 동기화 신호(PSS)가 다수의 사용자에게 의한 랜덤 액세스를 위해 빈번하게 삽입되기 때문이다. 더욱이, 방송기들은 과거에는 이득에 관심이 없었을 수 있는데, 이는 방송이 일반적으로 높은 지대에 있는 정적 수신기들에 대해 의도되었을 수 있기 때문이다. 그러나, 모바일 장치로 또는 열악한 수신을 갖는 위치들로 방송할 때, 더 높은 이득이 더 중요해질 수 있다. 그러나, 모바일 장치는 이득을 위해 의지할 최적의 안테나 형상을 갖지 못할 수 있고, 최상의 수신을 위해 이상적으로 배치되지 못할 수 있으며, 따라서 수학적 이득에 의존할 수 있다.

[0105] 따라서, FFT=2048 예와 같은 더 긴 신호 길이들은 상관할 더 긴 시퀀스들을 제공하며, 따라서 더 강한 수신을 유발한다. 예를 들어, 더 긴 신호를 이용하여, 부트스트랩은 잡음 바닥 아래의 지하 위치들에서 발견될 수 있다. 게다가, 더 긴 신호 길이들은 또한 더 고유한 시퀀스들을 가능하게 한다. 예를 들어, 각각의 송신기는 고유 시퀀스를 할당받을 수 있고, 이어서 수신기들은 시퀀스들을 독립적으로 검색할 수 있다. 이러한 정보는 예를 들어 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS) 시스템들에 의해 TDOA 기술들을 이용하여 수신기의 위치를 계산하는 데 사용될 수 있으며, 이는 여기서 설명되지 않는다.

[0106] 다른 적절한 신호 길이들이 선택될 수 있지만, 여기서는 성능을 최적화하기 위해 2048의 신호 길이가 식별되었다는 것을 알아야 한다. 특히, 상이한 신호 길이를 선택하는 것은 성능에 영향을 줄 수 있는 이득의 양을 포함하는 상이한 파라미터들 사이의 절충을 유발할 수 있다.

[0107] 부트스트랩 사양 - 주파수 도메인 시퀀스

[0108] 일례로, 자도프 추(ZC) 시퀀스는 $N_{zc}=1499$ 의 길이를 가지며, 이는 $\Delta f_{sc}=3\text{kHz}$ 의 서브캐리어 간격과 함께 4.5MHz보다 크지 않은 채널 대역폭을 유발하는 최대 소수이다. ZC 시퀀스는 메이저 버전 번호에 대응하는 루트 q에 의해 파라미터화된다.

[0109] 식(5)

$$z_q(k) = e^{-j\pi q \frac{k(k+1)}{N_{zc}}}$$

[0110] 여기서,

$$q \in \{1, 2, \dots, N_{zc} - 1\}$$

[0111] 그리고,

$$k = 0, 1, 2, \dots, N_{zc} - 1$$

[0112] 의사 잡음 시퀀스를 사용하여 ZC 시퀀스를 변조하는 것은 ZC 루트 상의 제약들의 완화를 가능하게 하였다. ZC (예를 들어, LTE 주요 동기화 시퀀스)를 이용하는 이전의 시그널링 방법들은 양호한 자기상관 특성들을 보장하기 위해 소수 루트들을 선택하는 것으로 제한되었지만, 이 시스템에서 PN 변조는 ZC에 대해 비소수 루트들이 선택될 때에도 양호한 자기상관을 가능하게 한다. ZC에 대한 비소수 루트들을 갖는 것은 더 많은 파형의 생성을 가능하게 하여, 시스템이 더 많은 타입의 서비스를 시그널링하는 것을 가능하게 하는데, 즉 더 확장 가능한 시

시스템이 생성된다.

[0116] 도 8은 예시적인 PN 시퀀스 생성기(708)를 도시한다. PN 시퀀스 생성기(808)는 길이(차수) $l=16$ 의 선형 피드백 시프트 레지스터(LFSR)(802)로부터 도출된다. 그의 동작은 시퀀스 출력(808)에 기여하는 요소들을 지정하는 마스크(806)에 의해 이어지는 LFSR 피드백 경로 내의 탭들을 지정하는 생성기 다항식(804)에 의해 지배된다. 생성기 다항식(804)의 사양 및 레지스터들의 초기 상태는 마이너 버전 번호에 대응하는 시드를 나타낸다. 즉, 시드는 $f(G, r_{init})$ 로서 정의된다.

[0117] PN 시퀀스 생성기 레지스터들(802)은 새로운 부트스트랩(602) 내의 제1 심볼의 생성 전에 시드로부터의 초기 상태로 재초기화된다. PN 시퀀스 생성기(708)는 부트스트랩(602) 내의 하나의 심볼로부터 다음 심볼로 계속 시퀀싱하며, 동일한 부트스트랩(602) 내의 연속 심볼들에 대해서는 재초기화되지 않는다.

[0118] PN 시퀀스 생성기(708)의 출력은 0 또는 1의 값을 가질 $p(k)$ 로서 정의된다. $p(0)$ 은 PN 시퀀스 생성기(708)가 적절한 시드 값으로 초기화된 후의 그리고 시프트 레지스터(802)의 임의의 클럭킹 전의 PN 시퀀스 출력과 동일할 것이다. 시프트 레지스터(802)가 우측 위치 상에서 클럭킹될 때마다 새로운 출력 $p(k)$ 가 후속적으로 생성될 것이다. 따라서, 일례에서, PN 시퀀스 생성기(708)에 대한 생성기 다항식(804)은 다음과 같이 정의될 것이다.

[0119] 식(6)

[0120]
$$g = \{g_1, \dots, g_0\} = \{1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1\}$$

[0121] 여기서,

[0122]
$$p(x) = x^{16} + x^{15} + x^{14} + x$$

[0123] 도 9는 주파수 도메인 시퀀스의 서브캐리어들로의 매핑(900)의 예시도이다. DC 서브캐리어에 매핑되는 ZC 시퀀스 값(즉, $z_q((N_{zc}-1)/2)$)은 0이 되어 DC 서브캐리어는 공백이 된다. 서브캐리어 인덱스들은 인덱스 0을 갖는 중앙 DC 서브캐리어로 예시된다.

[0124] ZC 및 PN 시퀀스들의 곱은 DC 서브캐리어에 대해 반사 대칭을 갖는다. ZC 시퀀스는 DC 서브캐리어에 대해 고유한 반사 대칭을 갖는다. DC 서브캐리어에 대한 PN 시퀀스의 반사 대칭은 DC 서브캐리어 아래의 서브캐리어들에 할당된 PN 시퀀스 값들을 DC 서브캐리어 위의 서브캐리어들에 거울 반사함으로써 도입된다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 서브캐리어 -1 및 +1에서의 PN 시퀀스 값들은 서브캐리어 -2 및 +2에서의 PN 시퀀스 값들과 같이 동일하다. 결과적으로, ZC 및 PN 시퀀스들의 곱도 DC 서브캐리어에 대해 반사 대칭을 갖는다.

[0125] 여기서 설명되는 대칭은 더 강건한 신호를 가능하게 하여 신호가 더 쉽게 발견될 수 있게 한다는 것을 알아야 한다. 특히, 대칭은 발견을 위한 추가적인 도움(즉, 추가적인 이득)으로 작용한다. 이것은 수신기가 찾을 수 있는 신호의 추가적인 특징이며, 이는 신호가 더 쉽게 발견될 수 있게 한다. 따라서, 이것은 부트스트랩이 잡음 바닥 아래에서도 인식될 수 있게 하는 요소들 중 하나이다.

[0126] 매핑(900)이 도시하는 바와 같이, 부트스트랩의 n 번째 심볼($1 \leq n < N_s$)에 대한 서브캐리어 값들은 다음과 같이 표현될 수 있다.

[0127] 식(7)

[0128]
$$s_n(k) = \begin{cases} z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H + k) & -N_H \leq k \leq -1 \\ z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H - k) & 1 \leq k \leq N_H \\ 0 & \text{그 외} \end{cases}$$

[0129] 여기서,

[0130]
$$N_H = (N_{zc} - 1)/2$$

[0131] 그리고,

[0132]
$$c(k) = 1 - 2x p(k)$$

[0133] 여기서, $c(k)$ 는 +1 또는 -1의 값을 갖는다. ZC 시퀀스는 각각의 심볼에 대해 동일한 반면, PN 시퀀스는 각각의 심볼과 함께 진행된다는 것을 알아야 한다.

[0134] 일례에서, 부트스트랩 내의 최종 심볼은 해당 특정 심볼에 대한 서브캐리어 값들의 위상 반전(즉, 180도 회전)에 의해 지시된다. 이러한 부트스트랩 종료 시그널링은 메이저 또는 마이너 버전 번호들의 변경을 요구하지 않고 역호환 방식으로 추가 시그널링 용량을 위해 부트스트랩 내의 심볼들의 수가 증가되는 것을 가능하게 함으로써 확장성을 가능하게 한다. 위상 반전은 단지 각각의 서브캐리어 값에 $e^{j\pi} = -1$ 을 곱하는 것을 포함한다.

[0135] 식(8)

[0136]
$$\tilde{s}_n(k) = \begin{cases} s_n(k) & 0 \leq n < N_s - 1 \\ -s_n(k) & n = N_s - 1 \end{cases}$$

[0137] 이러한 위상 반전은 수신기들이 부트스트랩의 중점을 정확하게 결정하는 것을 가능하게 한다. 예를 들어, 수신기는 수신기가 설계되고 하나 이상의 부트스트랩 심볼에 의해 확장된 마이너 버전보다 늦은 마이너 버전에 대해 부트스트랩의 중점을 결정할 수 있다. 결과적으로, 수신기들은 고정된 수의 부트스트랩 심볼을 가정할 필요가 없다. 게다가, 수신기들은 수신기가 디코딩할 준비가 되지 않은 부트스트랩 심볼의 시그널링 비트 콘텐츠를 무시할 수 있지만, 부트스트랩 심볼 자체의 존재를 여전히 검출할 수 있다.

[0138] 매핑된 후, 주파수 도메인 시퀀스는 $N_{\text{FFT}}=2048$ 포인트 IFFT를 통해 시간 도메인으로 변환된다.

[0139] 식(9)

[0140]
$$\tilde{A}_n(t) = \sum_{k=-(N_{\text{ZC}}-1)/2}^{-1} \tilde{s}_n(k) e^{j2\pi f_{\Delta} T_s t} + \sum_{k=1}^{(N_{\text{ZC}}-1)/2} \tilde{s}_n(k) e^{j2\pi f_{\Delta} T_s t}$$

[0141] 부트스트랩 사양 - 심볼 시그널링

[0142] $\tilde{A}_n(t)$ 시간 도메인 시퀀스의 시간 도메인 내의 순환 시프트들의 사용을 통해 부트스트랩 심볼들을 통해 정보가 시그널링된다. 이 시퀀스는 $N_{\text{FFT}}=2048$ 의 길이를 가지며, 따라서 2048개의 상이한 순환 시프트가 가능하다(0에서 2047까지 포함). 2048개의 가능한 순환 시프트를 이용하여, 최대 $\log_2(2048)=11$ $\log_2(2048)=11$ 비트가 시그널링될 수 있다. 이러한 비트 모두가 실제로 사용되지는 않을 것이라는 것을 알아야 한다. 특히, N_b^n 는 n번째 부트스트랩 심볼($1 \leq n < N_s$)에 대해 사용되는 시그널링 비트들의 수를 나타내고, $b_0^n, \dots, b_{N_b^n-1}^n$ 은 그러한 비트들의 값들을 나타낸다.

[0143] 수신된 부트스트랩 심볼 내의 활성 시그널링 비트들의 수는 수신기에 의해 예상된 시그널링 비트들의 수(N_b^n)보다 클 수 있다. 역호환성을 유지하면서 장래의 시그널링 확장을 촉진하기 위해, 수신기는 수신된 부트스트랩 심볼 내의 활성 시그널링 비트들의 수가 해당 수신기에 의해 예상된 시그널링 비트들의 수(N_b^n)보다 크지 않은 것으로 가정하지 않을 것이다. 예를 들어, 하나 이상의 특정 부트스트랩 심볼에 대한 N_b^n 는 역호환성을 여전히 유지하면서 이전에 사용되지 않은 시그널링 비트들을 사용하기 위해 동일한 메이저 버전 내에 새로운 마이너 버전을 정의할 때 증가될 수 있다. 따라서, 특정 메이저/마이너 버전에 대한 시그널링 비트들을 디코딩하도록 준비된 수신기는 동일한 메이저 버전 내의 더 늦은 마이너 버전에서 사용될 수 있는 임의의 새로운 추가 시그널링 비트들을 무시할 수 있다.

[0144] 여기서 설명되는 예들에서 시간 도메인에서의 심볼의 부트스트랩 사이의 상관 피크들 사이의 거리는 시그널링 정보를 인코딩하는 것이라는 것을 알아야 한다. 특히, 심볼 #0은 기준점(절대 시프트)이고, 그것과 (제1 피크에 관한) 후속 피크들 간의 거리는 정보를 전달한다. 그러한 거리의 의미는 예를 들어 정의된 탐색포로부터 결

정될 수 있다. 따라서, 수신기는 비트들을 디코딩하려고 시도하지 않는 대신, 상관 피크들을 식별하려고 시도한다. 수신기가 피크를 발견하면, 수신기는 다음 피크를 기다리며, 그들 간의 시간은 시그널링 정보를 보유한 다. 이것은 더 강건한 시스템을 생성하는데, 이는 예를 들어 256개의 순환 시프트를 사용하여 8 비트의 이진 정보를 표현하는 것이 비교적 비용이 많이 들 수 있는 경우에도 고잡음 조건들에서 피크들 간의 시간 차이가 쉽게 발견되기 때문이다. 그러나, 부트스트랩에 이어지는 페이로드에 대한 실제 시그널링은 정보를 전달하는 실제 비트들을 갖는 변조 스킴을 여전히 포함할 수 있다.

[0145] 일레에서, 이전 부트스트랩 심볼에 대한 순환 시프트에 관하여 n 번째 부트스트랩 심볼 ($1 \leq n < N_s$)에 대해 순환 시프트가 \tilde{M}_n ($0 \leq \tilde{M}_n < N_{FFT}$)로서 표현된다. \tilde{M}_n 은 그레이 코드 방법을 사용하여 n 번째 부트스트랩 심볼에 대한 시그널링 비트 값들로부터 계산된다. \tilde{M}_n 은 비트들의 세트($m_{10}^n m_9^n \dots m_1^n m_0^n$)로서 이진 형태로 표현된다. \tilde{M}_n 의 각각의 비트는 다음과 같이 계산될 수 있다.

[0146] 식(10)

$$m_i^n = \begin{cases} \left(\sum_{k=0}^{10-i} b_k^n \right) \bmod 2 & i > 10 - N_b^n \\ 1 & i = 10 - N_b^n \\ 0 & i < 10 - N_b^n \end{cases}$$

[0147]

[0148] 여기서, 모듈로 연산에 의해 이어지는 시그널링 비트들의 합산은 해당 시그널링 비트들에 대한 논리 배타적 OR 연산을 효과적으로 수행한다.

[0149] 이 식은 수신된 부트스트랩 심볼에 대한 상대 순환 시프트를 추정할 때 상대 순환 시프트(\tilde{M}_n)가 수신기에서의 임의의 에러들에 대한 최대 허용 한계를 제공하도록 계산되는 것을 보장한다. 특정 부트스트랩 심볼에 대한 유효 시그널링 비트들의 수(N_b^n)가 동일한 메이저 버전 내의 장래의 마이너 버전에서 증가되는 경우, 식은 더 이른 마이너 버전에 대해 준비된 수신기가 디코딩하도록 준비된 시그널링 비트 값들을 정확하게 디코딩하는 것을 여전히 가능하게 하여 역호환성이 유지되는 방식으로 그러한 장래의 마이너 버전 부트스트랩 심볼에 대한 상대 순환 시프트들이 계산되는 것도 보장한다.

[0150] 일반적으로, 시그널링 비트 b_t^n 의 예상되는 강건성은 $i < k$ 인 경우에 b_k^n 의 강건성보다 클 것이라는 것을 알아야 한다.

[0151] 일레에서, 제1 부트스트랩 심볼은 초기 시간 동기화를 위해 사용되며, ZC 루트 및 PN 시드 파라미터들을 통해 메이저 및 마이너 버전 번호들을 시그널링한다. 이 심볼은 어떠한 추가 정보도 시그널링하지 않으며, 따라서 항상 0의 순환 시프트를 갖는다.

[0152] n 번째 부트스트랩 심볼에 적용되는 미분 인코딩된 절대 순환 시프트 M_n ($0 \leq M_n < N_{FFT}$)는 시간 도메인 시퀀스의 길이의 모듈로에 대해, 부트스트랩 심볼 $n-1$ 에 대한 절대 순환 시프트와 부트스트랩 심볼 n 에 대한 상대 순환 시프트를 합산함으로써 계산된다.

[0153] 식(11)

$$M_n = \begin{cases} 0 & n = 0 \\ (M_{n-1} + \tilde{M}_n) \bmod N_{FFT} & 1 \leq n < N_s \end{cases}$$

[0154]

[0155] 이어서, 절대 순환 시프트를 적용하여, IFFT 연산의 출력으로부터 시프트된 시간 도메인 시퀀스를 획득한다.

[0156] 식(12)

$$A_n(t) = \tilde{A}_n((t + M_n) \bmod N_{FFT})$$

[0157]

- [0158] 부트스트랩 사양 - 시간 도메인 구조
- [0159] 각각의 부트스트랩 심볼은 3개의 부분(A, B, C)으로 구성되며, 이들 부분 각각은 복소값 시간 도메인 샘플들의 시퀀스로 구성된다. 부분 A는 적절한 순환 시프트가 적용되는 주파수 도메인 구조의 IFFT로서 도출되는 반면, B 및 C는 A로부터 취해진 샘플들로 구성되며, (서브캐리어 간격과 동일한) $\pm f_{\Delta}$ 의 주파수 시프트 및 $e^{-j\pi}$ 의 가능한 위상 시프트가 부분 B의 샘플들을 계산하는 데 사용되는 주파수 도메인 시퀀스들에 도입된다. 부분 A, B 및 C는 각각 $N_A=N_{FFT}=2048$, $N_B=504$ 및 $N_C=520$ 개의 샘플을 포함한다. 결과적으로, 각각의 부트스트랩 심볼은 500 μ s의 동일한 시간 길이 동안 $N_A + N_B + N_C = 3072$ 개의 샘플을 포함한다.
- [0160] 일례로, 시간 도메인 구조는 두 가지 변형: CAB 및 BCA를 포함한다. 동기화 검출을 위해 제공되는 부트스트랩의 초기 심볼(즉, 부트스트랩 심볼 0)은 C-A-B 변형을 사용한다. 나머지 부트스트랩 심볼들(즉, 부트스트랩 심볼 n, 여기서, $1 \leq n < N_s$)은 필드 종료점을 지시하는 부트스트랩 심볼까지 포함하는 B-C-A 변형을 따른다.
- [0161] 부트스트랩의 일부를 반복하는 것은 개선된 초기 동기화 및 발견을 가능하게 한다는 것을 알아야 하는데, 이는 수신기가 이러한 반복을 특정 순서로 예상하는 것을 알며, 고잡음 조건들에서도 신호가 더 쉽게 발견되고 잠기기 때문이다.
- [0162] 도 10a는 예시적인 CAB 구조(1010)를 도시한다. 이 예에서, 부분 C(1012)는 부분 A(1014)의 최종 $N_B=504$ 개의 샘플로 구성되며, $+f_{\Delta}$ 의 주파수 시프트 및 $e^{-j\pi}$ 의 위상 시프트가 부분 A(1014)를 계산하는 데 사용되는 본래의 주파수 도메인 시퀀스 $S_n(k)$ 에 적용된다. 부분 B(1016)에 대한 샘플들은 계산되는 순환 시프트된 시간 도메인 시퀀스의 최종 N_B 개의 샘플의 부정으로서 간주될 수 있으며, 입력 주파수 도메인 시퀀스는 주파수가 더 높은 하나의 서브캐리어 위치만큼 시프트된 $S_n(k)$ (즉, $S_n(k) = S_n((k - 1 + N_{FFT}) \bmod N_{FFT})$), 여기서, $S_n(k)$ 는 부분 B(1016)에 대한 주파수 및 위상 시프트된 샘플들을 생성하기 위한 입력 주파수 도메인 시퀀스임)와 동일하다. 대안으로서, 부분 B(1016) 샘플들을 생성하기 위한 주파수 및 위상 시프트들은 다음 식에 나타난 바와 같이 부분 A로부터 적절히 추출된 샘플들에 $e^{j2\pi f_{\Delta} t}$ 을 곱함으로써 시간 도메인에 도입될 수 있다.
- [0163] 식(13)
- $$S_{CAB}^n(t) = \begin{cases} A_n(t + 1528T_s) & 0 \leq t < 520T_s \\ A_n(t - 520T_s) & 520T_s \leq t < 2568T_s \\ A_n(t - 1024T_s)e^{j2\pi f_{\Delta} t} & 2568T_s \leq t < 3072T_s \\ 0 & \text{그 외} \end{cases}$$
- [0164]
- [0165] 도 10b는 예시적인 BCA 구조(1020)를 도시한다. 이 예에서, 부분 C(1012)는 다시 A(1014)의 최종 $N_C=520$ 개의 샘플로 구성되지만, B(1016)는 C(1012)의 처음 $N_B=504$ 개의 샘플로 구성되고, $-f_{\Delta}$ 의 주파수 시프트가 부분 A(1014)를 계산하는 데 사용되는 본래의 주파수 도메인 시퀀스들 $S_n(k)$ 에 적용된다. 예시적인 CAB 구조(1010)와 관련하여 설명된 것과 유사한 방식으로, 부분 B(1016)에 대한 샘플들은 계산되는 순환 시프트된 시간 도메인 시퀀스의 최종 N_B 개의 샘플로서 간주될 수 있고, 입력 주파수 도메인 시퀀스는 주파수가 더 낮은 하나의 서브캐리어 위치만큼 시프트된 $S_n(k)$ (즉, $S_n(k) = S_n((k - 1) \bmod N_{FFT})$), 여기서, $S_n(k)$ 는 부분 B(1016)에 대한 주파수 시프트된 샘플들을 생성하기 위한 입력 주파수 도메인 시퀀스임)와 동일하다. 대안으로서, 부분 B(1016) 샘플들을 생성하기 위한 주파수 시프트는 다음 식에 나타난 바와 같이 부분 A(1014)로부터의 적절한 샘플들에 $e^{-j2\pi f_{\Delta} t}$ 을 곱함으로써 시간 도메인에 도입될 수 있고, 부분 A(1014)로부터의 적절한 샘플들의 정확한 추출을 설명하기 위해 $-520T_s$ 의 일정한 시간 오프셋이 포함된다.

[0166] 식(14)

$$S_{BCA}^n(t) = \begin{cases} A_n(t + 1528T_S)e^{-j2\pi f_\Delta(t-520)} & 0 \leq t < 504T_S \\ A_n(t - 1024T_S) & 504T_S \leq t < 1024T_S \\ A_n(t - 1024T_S) & 1024T_S \leq t < 3072T_S \\ 0 & \text{그 외} \end{cases}$$

[0167]

[0168] 부분 B(1016)에 대한 샘플들은 CAB 구조(1010) 및 BCA 구조(1020) 각각에 대해 부분 A(1014)의 약간 상이한 섹션들로부터 취해질 수 있다는 것을 알아야 한다.

[0169] 부트스트랩 신호 구조

[0170] 여기서는 예시적인 부트스트랩 신호 구조가 설명된다. 시그널링 세트 또는 구조는 구성 파라미터 값들, 제어 정보 필드들의 리스트, 및 특정 시그널링 비트들에 대한 그러한 값들 및 필드들의 할당을 포함한다. 부트스트랩 신호 구조는 여기서 설명되는 예와 상이한 다른 적절한 형태들을 취할 수 있다는 것을 알아야 한다.

[0171] 여기서 설명되는 예시적인 부트스트랩 신호 구조는 메이저 버전 번호가 0과 동일할 때 적용될 수 있다. 대응하는 ZC 시퀀스 루트(q)는 137이다. 부트스트랩 내의 (초기 동기화 심볼을 포함하는) 심볼들의 기본 수는 $N_s = 4$ 일 것이다. $N_s = 4$ 는 전송될 수 있는 심볼들의 최소 수를 나타낸다는 것을 알아야 한다. 따라서, 추가적인 시그널링 비트들의 전송을 가능하게 하기 위해, $N_s = 4$ 는 부트스트랩 신호 내에서 전송되어야 하는 심볼들의 최소 수(그러나 반드시 최대는 아님)를 나타낸다.

[0172] 일례에서, 의사 잡음 시퀀스 생성기에 대한 생성기 다항식은 다음과 같이 정의된다.

[0173] 식(15)

$$\mathbf{g} = \{g_l, \dots, g_0\} = \{1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1\} = [16 \ 15 \ 14 \ 1 \ 0]$$

$$p(x) = x^{16} + x^{15} + x^{14} + x + 1$$

[0174]

[0175] 그리고, 의사 잡음 시퀀스 생성기에 대한 초기 레지스터 상태는 다음과 같이 정의된다.

[0176] 식(16)

$$\mathbf{r}_{init} = \{r_{l-1}, \dots, r_0\} = \{0, 0, \dots, 0, 1\}$$

[0177]

[0178] 일례에서, 주어진 메이저 버전 내의 선택된 부트스트랩 마이너 버전에 대한 PN 시퀀스 생성기의 초기 레지스터 상태는 사용되고 있는 대응하는 마이너 버전을 시그널링하기 위해 미리 정의된 값들의 리스트로부터의 값으로 설정된다. 표 1은 각각의 마이너 버전에 대한 PN 시퀀스 생성기의 예시적인 초기 레지스터 상태들을 나타낸다.

표 1

	$r_{init} = (r_{l-1}, \dots, r_0)$	
부트스트랩 마이너 버전	2 진수	16 진수
0	0000 0001 1001 1101	0x019D
1	0000 0000 1110 1101	0x00ED
2	0000 0001 1110 1000	0x01E8
3	0000 0000 1110 1000	0x00E8
4	0000 0000 1111 1011	0x00FB
5	0000 0000 0010 0001	0x0021
6	0000 0000 0101 0100	0x0054
7	0000 0000 1110 1100	0x00EC

PN 시퀀스 생성기의 초기 레지스터 상태

[0179]

[0180] 부트스트랩 신호 구조는 메이저 및 마이너 버전 신호들에 이어지는 추가적인 시그널링 필드들을 포함할 수

있다. 예를 들어, 신호 구조는 웨이크업 비트를 포함할 수 있다. 이것은 예를 들어 비상 경보 웨이크업 비트 일 수 있다. 이것은 온(1) 또는 오프(0)인 1 비트 필드이다.

[0181] 신호 구조는 동일한 메이저 및 마이너 버전 필드의 다음 프레임에 대한 최소 시간 간격을 더 포함할 수 있다. 이것은 프레임 A에 대한 부트스트랩의 시작으로부터 프레임 B에 대한 부트스트랩의 시작의 가장 이른 가능한 발생까지 측정된 기간으로서 정의된다. 부트스트랩 B는 시그널링된 최소 시간 간격 값에서 시작하고 시그널링되었을 수 있는 다음으로 더 높은 최소 시간 간격 값에서 끝나는 시간 윈도우 내에 위치하도록 보장된다. 최고의 가능한 최소 시간 간격 값이 시그널링되는 경우, 이 시간 윈도우는 종료되지 않는다. 예시적인 신호 매핑 식이 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0182] 식(17)

$$\begin{cases} T = 50 \times X + 50 & 0 \leq X < 8) \\ T = 100 \times (X - 8) + 500 & 8 \leq X < 16) \\ T = 200 \times (X - 16) + 1300 & 16 \leq X < 24) \\ T = 400 \times (X - 24) + 2900 & 24 \leq X < 32) \end{cases}$$

[0183]

따라서, X=10의 예시적인 시그널링된 값은 부트스트랩 B가 부트스트랩 A의 시작으로부터의 700ms에서 시작되고 부트스트랩 A의 시작으로부터의 800ms에서 끝나는 시간 윈도우 내의 어딘가에 위치한다는 것을 지시할 것이다.

[0185] 이 양은 시그널링된 최소 시간 간격 값이 증가함에 따라 입도가 증가하면서 슬라이딩 스케일을 통해 시그널링된다. X는 시그널링되는 5 비트 값을 나타내고, T는 현재 프레임과 동일한 버전 번호와 매칭되는 다음 프레임에 대한 밀리초 단위의 최소 시간 간격을 나타낸다. 표 2는 예시적인 값들을 나타낸다.

표 2

인덱스	비트 값	최소 시간 간격 (ms)
0	00000	50
1	00001	100
2	00010	150
3	00011	200
4	00100	250
5	00101	300
6	00110	350
7	00111	400
8	01000	500
9	01001	600
10	01010	700
11	01011	800
12	01100	900
13	01101	1000
14	01110	1100
15	01111	1200
16	10000	1300
17	10001	1500
18	10010	1700
19	10011	1900
20	10100	2100
21	10101	2300
22	10110	2500
23	10111	2700
24	11000	2900
25	11001	3300
26	11010	3700
27	11011	4100
28	11100	4500
29	11101	4900
30	11110	5300
31	11111	5700

다음 프레임에 대한 예시적인 최소 시간 간격

[0186]

[0187]

신호 구조는 시스템 대역폭 필드를 더 포함할 수 있다. 이 필드는 현재 프레임의 포스트 부트스트랩 부분에 대해 사용되는 시스템 대역폭을 시그널링한다. 값들은 00=6MHz, 01=7MHz, 10=8MHz, 11=8MHz 초과를 포함한다. "8MHz 초과" 옵션은 8MHz를 초과하는 시스템 대역폭을 사용하는 장래의 동작을 촉진한다는 것을 알아야 한다. 8MHz를 초과하는 시스템 대역폭을 처리하도록 준비되지 않은 수신기들은 이 필드가 11과 동일한 프레임들을 무시할 수 있다.

[0188]

표 3은 일례에서 부트스트랩 시그널링 필드들이 특정 시그널링 비트들 및 부트스트랩 심볼들에 매핑되는 것을 나타낸다. 각각의 시그널링 필드의 최상위 내지 최하위 비트들은 지정된 시그널링 비트들에 좌에서 우로 주어진 순서로 매핑된다. b_i^n 는 n번째 부트스트랩 심볼의 i 번째 시그널링 비트를 나타내고, 부트스트랩 심볼 0은 어떠한 특정 시그널링 비트도 전달하지 않는다는 것을 알아야 한다.

표 3

필드명	비트수	시그널링 비트 매핑 (MSB 내지 LSB)
메이저 시스템 버전 번호	0	n/a
마이너 시스템 버전 번호	0	n/a
동일 메이저 및 마이너 버전의 다음 프레임에 대한 최소 시간 간격	5	$b_3^1 b_4^1 b_5^1 b_6^1 b_7^1$
EAS 웨이크업	1	b_0^1
시스템 대역폭	2	$b_1^1 b_2^1$
BSR_계수	7	$b_0^2 b_1^2 b_2^2 b_3^2 b_4^2 b_5^2 b_6^2$
프리앰블 구조 지시자	6	$b_0^3 b_1^3 b_2^3 b_3^3 b_4^3 b_5^3$
LDM 계층 수	1	b_6^3

예시적인 부트스트랩 시그널링 비트 매핑들

[0189]

[0190]

도 11은 예시적인 확장 가능 통신 방법을 도시한다. 단계 1102에서, 제1 모듈은 루트 인덱스 값을 수신하고, 루트 값에 기초하여 일정 진폭 제로 자기상관 시퀀스를 생성한다. 단계 1104에서, 제2 모듈은 시드 값을 수신하고, 시드 값에 기초하여 의사 잡음 시퀀스를 생성한다. 단계 1106에서, 제3 모듈은 의사 잡음 시퀀스에 의해 일정 진폭 제로 자기상관 시퀀스를 변조하고, 복소 시퀀스를 생성한다. 단계 1108에서, 제4 모듈은 복소 시퀀스를 시간 도메인 시퀀스로 변환하고, 시간 도메인 시퀀스에 순환 시프트를 적용하여 시프트된 시간 도메인 시퀀스를 획득한다.

[0191]

본 명세서에서 설명된 임의의 다양한 실시예는 임의의 다양한 형태로, 예로서 컴퓨터 구현 방법, 컴퓨터 판독 가능 메모리 매체, 컴퓨터 시스템 등으로서 실현될 수 있다. 시스템은 주문형 집적 회로(ASIC)와 같은 하나 이상의 주문 설계 하드웨어 장치에 의해, 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA)와 같은 하나 이상의 프로그래머블 하드웨어 요소에 의해, 저장된 프로그램 명령어들을 실행하는 하나 이상의 프로세서에 의해 또는 이들의 임의 조합에 의해 실현될 수 있다.

[0192]

일부 실시예들에서, 비밀시작 컴퓨터 판독 가능 메모리 매체는 프로그램 명령어 및/또는 데이터를 저장하도록 구성될 수 있으며, 프로그램 명령어들은 컴퓨터 시스템에 의해 실행되는 경우에 컴퓨터 시스템으로 하여금 방법, 예로서 본 명세서에서 설명된 임의의 방법 실시예 또는 본 명세서에서 설명된 방법 실시예들의 임의 조합 또는 본 명세서에서 설명된 임의의 방법 실시예의 임의의 서브세트 또는 그러한 서브세트들의 임의의 조합을 수행하게 한다.

[0193]

일부 실시예들에서, 컴퓨터 시스템은 프로세서(또는 프로세서들의 세트) 및 메모리 매체를 포함하도록 구성될 수 있으며, 메모리 매체는 프로그램 명령어들을 저장하고, 프로세서는 메모리 매체로부터 프로그램 명령어들을 판독하고 실행하도록 구성되고, 프로그램 명령어들은 본 명세서에서 설명된 임의의 다양한 방법 실시예(또는 본 명세서에서 설명된 방법 실시예들의 임의 조합 또는 본 명세서에서 설명된 임의의 방법 실시예의 임의의 서브세트 또는 그러한 서브세트들의 임의의 조합)를 구현하도록 실행될 수 있다. 컴퓨터 시스템은 임의의 다양한 형태로 실현될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 시스템은 개인용 컴퓨터(임의의 그의 다양한 실현), 워크스테이션, 카드 상의 컴퓨터, 박스 내의 주문형 컴퓨터, 서버 컴퓨터, 클라이언트 컴퓨터, 핸드헬드 장치, 모바일 장치, 웨어러블 컴퓨터, 감지 장치, 텔레비전, 비디오 취득 장치, 생체 조직에 내장된 컴퓨터 등일 수 있다. 컴퓨터 시스템은 하나 이상의 디스플레이 장치를 포함할 수 있다. 본 명세서에 개시된 임의의 다양한 계산 결과는 디스플레이 장치를 통해 표시될 수 있거나 달리 사용자 인터페이스 장치를 통해 출력으로 제공될 수 있다.

[0194]

"포함한다(includes)" 또는 "포함하는(including)"이라는 용어가 명세서 또는 청구항들에서 사용되는 경우, 그것은 "포함하는(comprising)"이라는 용어가 청구항에서 전이어(transitional word)로서 사용될 때 해석되는 바

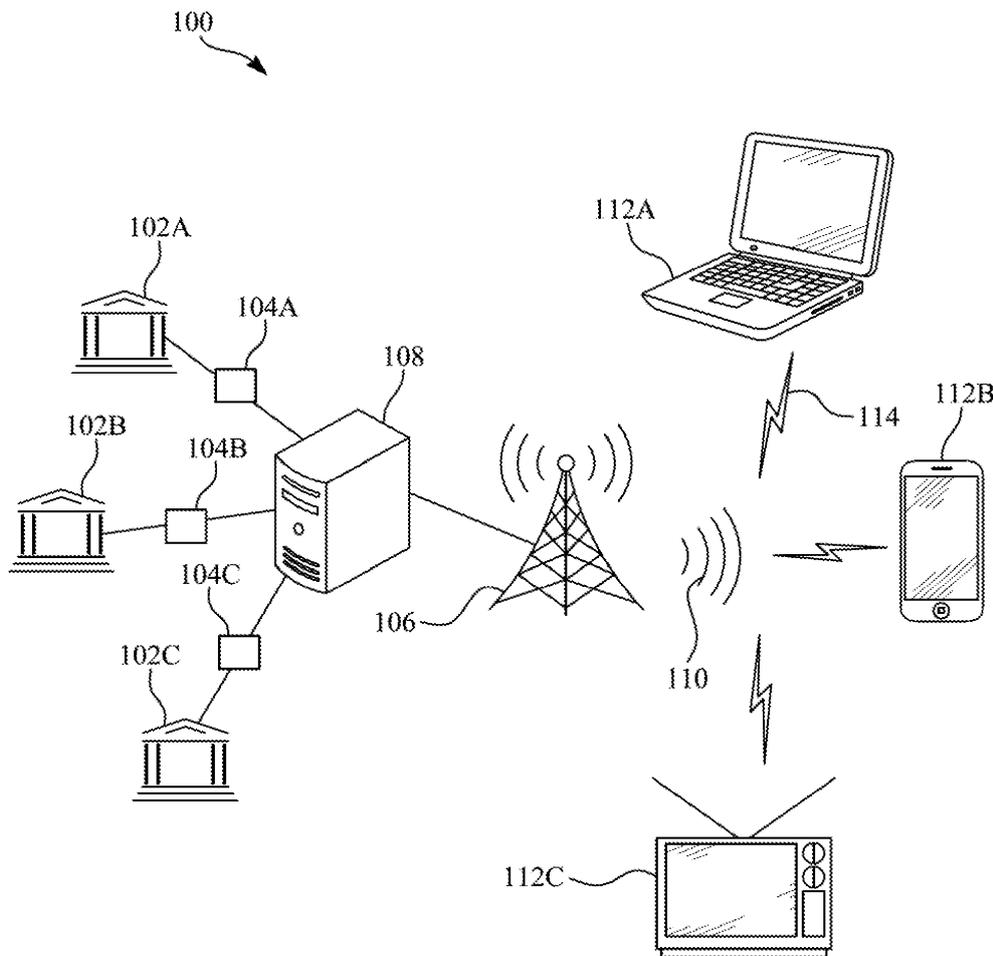
와 같이 그 용어와 유사한 방식으로 포괄적인 것으로 의도된다. 또한, "또는"이라는 용어(예로서, A 또는 B)가 사용되는 경우, 그것은 "A 또는 B 또는 둘 다"를 의미하는 것을 의도한다. 출원인이 "둘 다가 아니라 A 또는 B 만"을 지시하도록 의도할 때는 "둘 다가 아니라 A 또는 B만"이라는 용어가 사용될 것이다. 따라서, 본 명세서에서 "또는"이라는 용어의 사용은 배타적이 아니라 포괄적으로 사용된다. 문헌[Bryan A. Garner, A Dictionary of Modern Legal Usage 624 (2d. Ed. 1995)]을 참조한다. 또한, 명세서 또는 청구항들에서 "안에" 또는 "안으로"라는 용어가 사용되는 경우, 그것은 "위에" 또는 "위로"를 추가로 의미하는 것을 의도한다. 또한, 명세서 또는 청구항들에서 "접속"이라는 용어가 사용되는 경우, 그것은 "직접 접속"뿐만 아니라 "간접 접속", 예로서 다른 컴포넌트 또는 컴포넌트들을 통한 접속도 의미하는 것을 의도한다.

[0195]

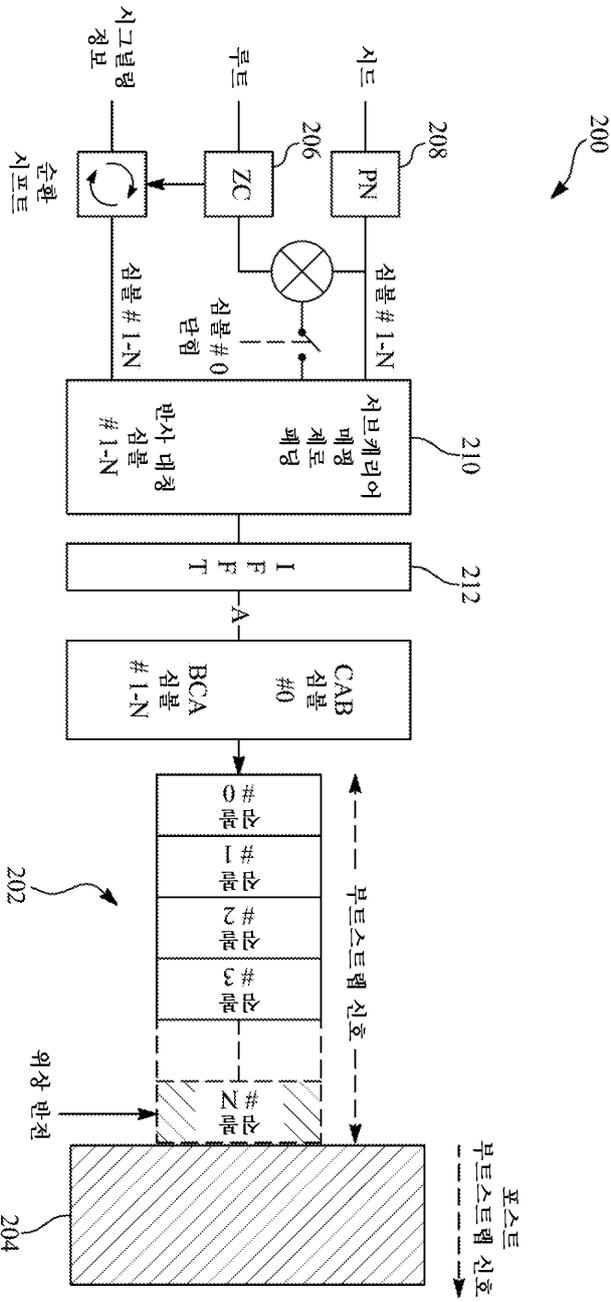
본 출원은 그의 실시예들의 설명에 의해 예시되었지만, 그리고 실시예들은 상당히 상세하게 설명되었지만, 출원인은 첨부된 청구항들의 범위를 그러한 상세로 제한하거나 어떠한 방식으로도 한정하는 것을 의도하지 않는다. 추가적인 장점들 및 변경들이 본 기술분야의 기술자들에게 자명할 것이다. 따라서, 본 출원은 그의 더 넓은 양태들에서 특정 상세들, 대표적인 장치 및 방법, 및 도시되고 설명된 설명 예들로 한정되지 않는다. 따라서, 출원인의 일반적인 발명 개념의 사상 또는 범위로부터 벗어나지 않고서 그러한 상세들로부터 이탈들이 이루어질 수 있다.

도면

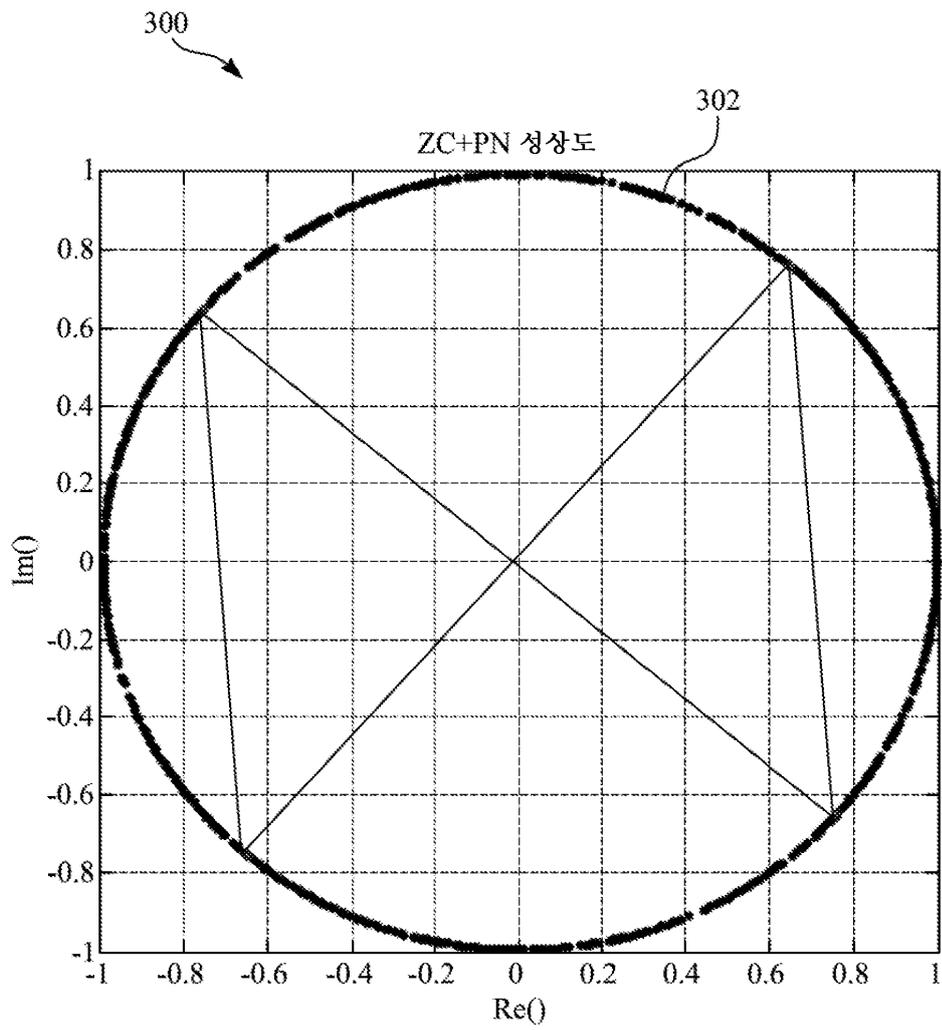
도면1



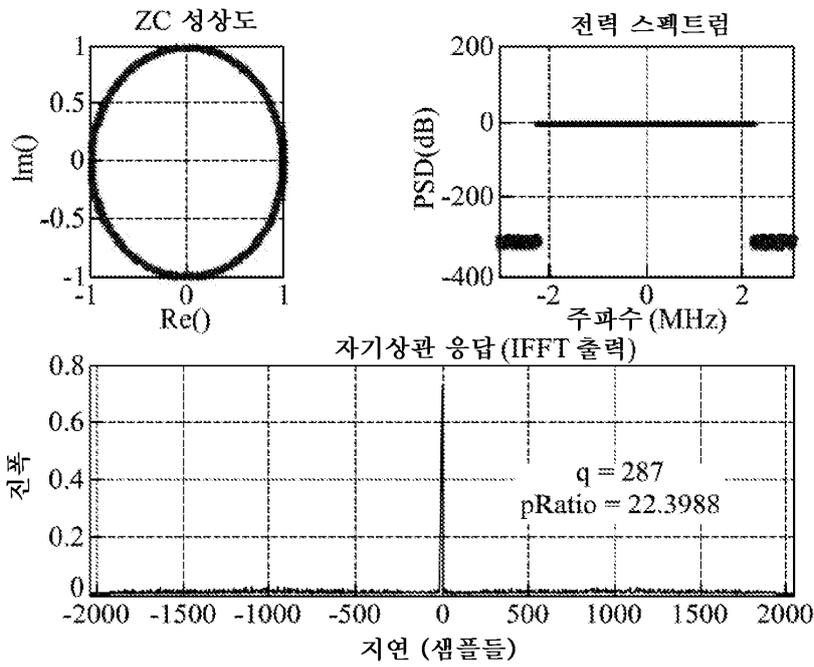
도면2



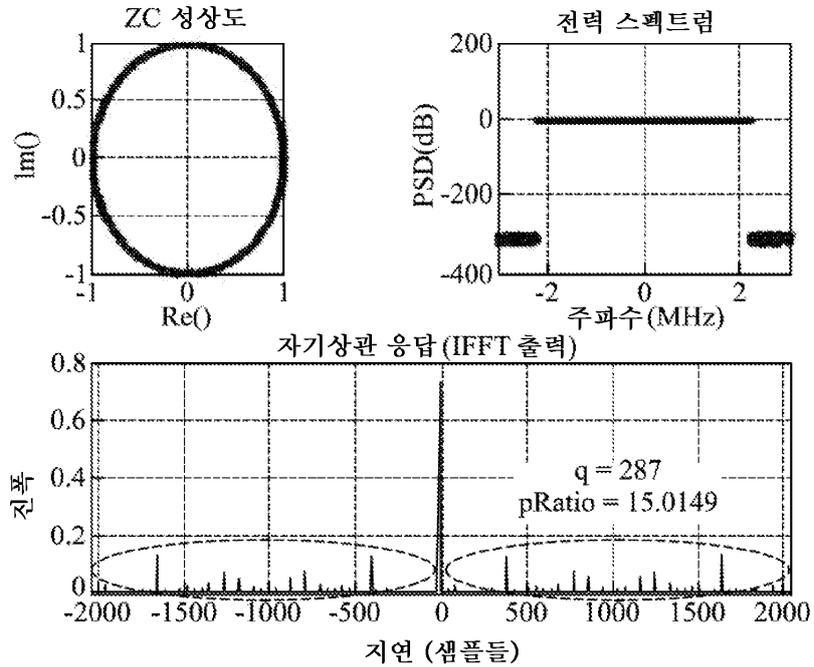
도면3



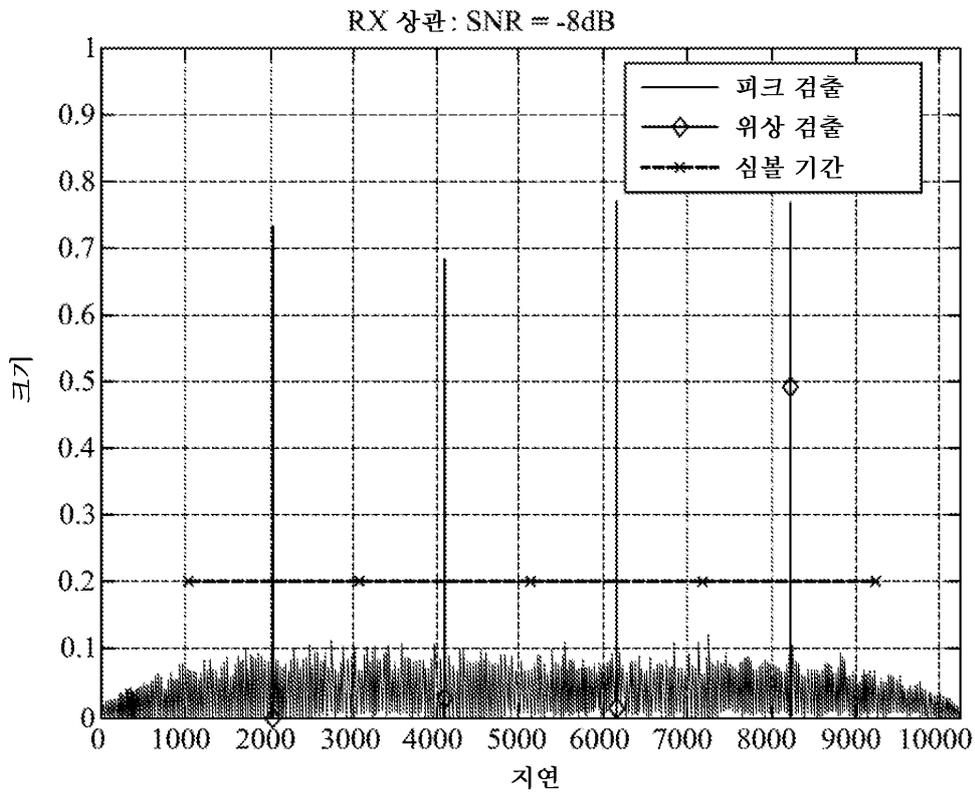
도면4a



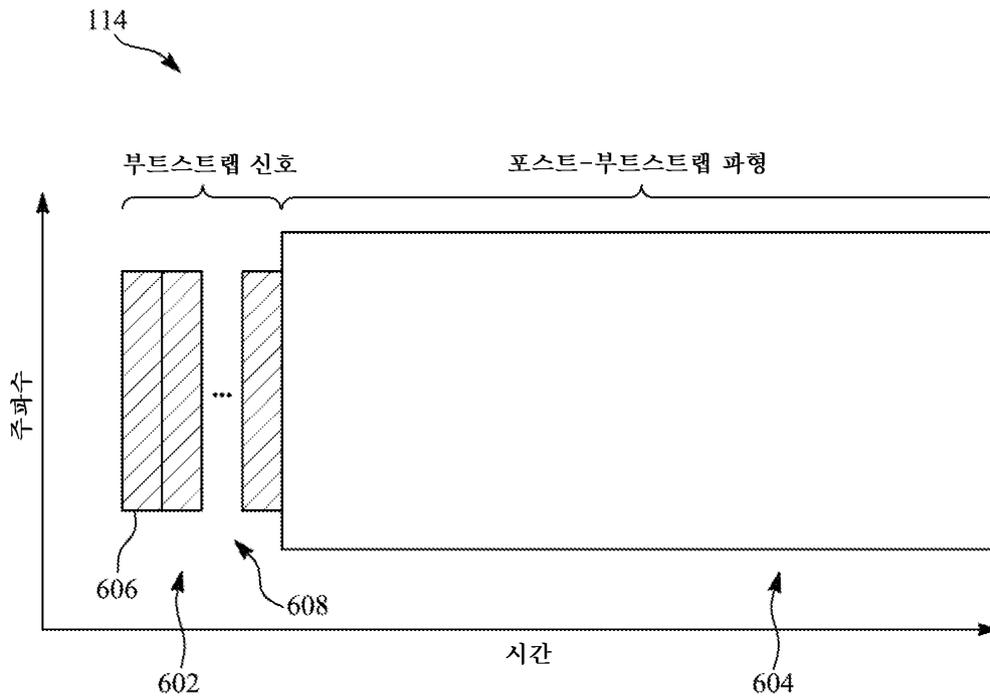
도면4b



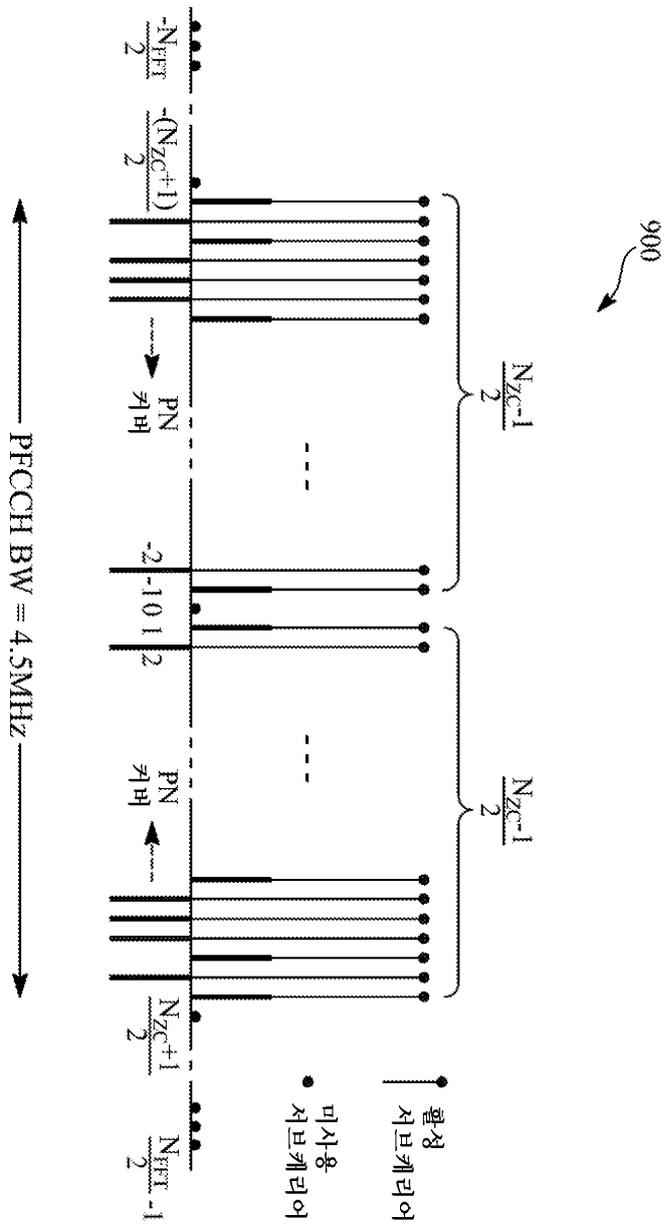
도면5



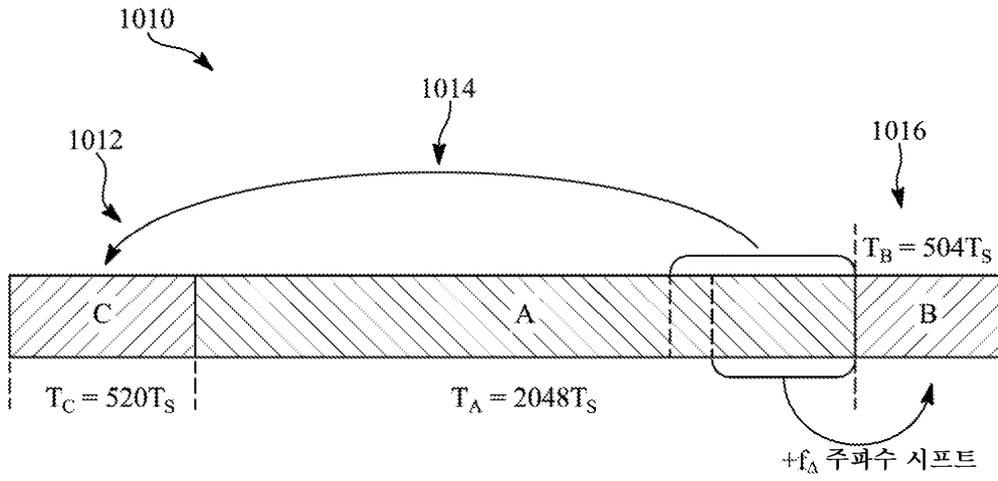
도면6



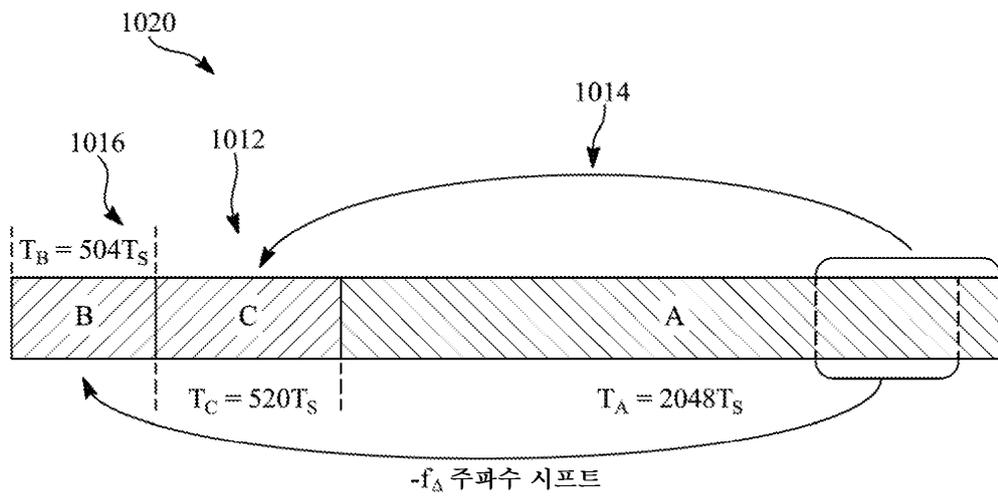
도면9



도면10a



도면10b



도면11

