



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0102896
(43) 공개일자 2025년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/00 (2006.01) H04B 1/04 (2006.01)
H04L 25/02 (2006.01) H04L 27/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 27/0002 (2013.01)
H04B 1/0475 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0195055
(22) 출원일자 2023년12월28일
심사청구일자 2023년12월28일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
오훈
울산광역시 남구 봉월로 167, B동 3302호 (신정동, 태화강 풍림 엑슬루타워)
구엔틴
울산광역시 남구 신북로72번길 29, 102동 301호 (무거동, 신북현대아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 가우시안 노이즈를 억제하기 위하여 복합 신호를 이용하는 수신기 및 이를 이용한 통신 시스템

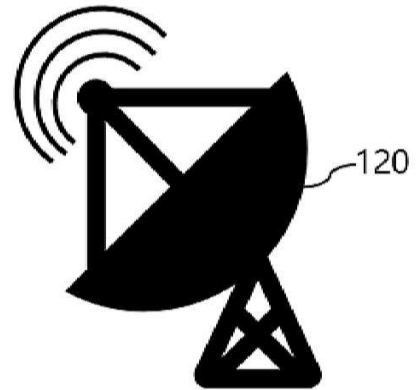
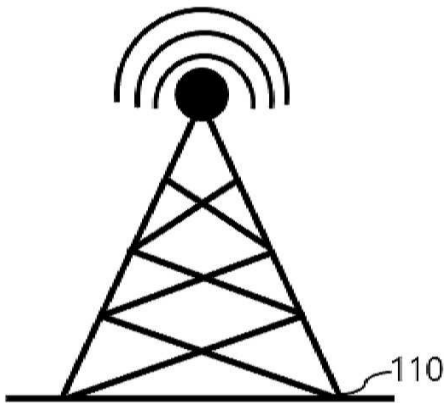
(57) 요약

본 발명은 가우시안 노이즈를 억제하기 위하여 복합 신호를 이용하는 수신기 및 이를 이용한 통신 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 실시예에 따르면 통신 시스템에 있어서, 변조 신호와 더미 신호를 합성한 복합 신호를 생성하고 아날로그 신호로 변환하여 전송하는 송신기; 및 상기 송신기로부터 전송된 복합 신호를 수신하여 디지털 신호

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

100



로 변환하고, 상기 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 분리하며, 상기 분리한 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭을 제거한 복합 신호를 생성하고, 상기 생성된 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 다시 분리하며, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정하며, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널 간섭이 제거된 변조 신호와 추정된 CSI를 통해 상기 변조 신호를 보정하고 복조하는 수신기를 포함할 수 있다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 수신기는 변조 신호와 더미 신호를 분리하고, 감산 연산을 이용하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭을 제거하며, 변조되지 않은 더미 신호를 이용하여 CSI를 일정 수준 이상으로 추정함으로써 추정의 정확도를 향상시키고, 데이터 복조의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04L 25/0202 (2013.01)

H04L 27/2053 (2013.01)

H04B 2001/0491 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193244
과제번호	2020-0-00869-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	5G기반조선해양스마트통신플랫폼및융합서비스개발
연구과제명	5G 기반 조선해양 스마트 통신 플랫폼 및 융합서비스 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

변조 신호와 더미 신호를 합성한 복합 신호를 생성하고 아날로그 신호로 변환하여 전송하는 송신기; 및

상기 송신기로부터 전송된 복합 신호를 수신하여 디지털 신호로 변환하고, 상기 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 분리하며, 상기 분리한 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭을 제거한 복합 신호를 생성하고, 상기 생성된 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 다시 분리하며, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정하며, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널 간섭이 제거된 변조 신호와 추정된 CSI를 통해 상기 변조 신호를 보정하고 복조하는 수신기를 포함하는 통신 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 송신기는,

상기 변조 신호와 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성하는 합성 모듈;

상기 복합 신호를 아날로그 신호로 변환하는 변환 모듈; 및

상기 아날로그 신호로 변환된 복합 신호를 고주파 복합 신호로 변환하고 기 정해진 필터를 적용하여 송신하는 송신 모듈을 포함하는 통신 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 변조 신호는,

사용자가 송신하고자 하는 데이터를 변조한 신호이고,

상기 더미 신호는,

상기 변조 신호의 상반 대역폭에 포함되고 변조되지 않은 신호인 통신 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 합성 모듈은,

레벨 데이터에 따라서 내부 디지털 파형 합성기(Direct digital synthesizer)에 의해 생성된 반송파의 위상을 변조하여 변조 신호를 생성하고, 상기 변조 신호에 내부 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성하는 통신 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 수신기는,

상기 복합 신호를 수신하고, 상기 수신된 복합 신호에 상기 수신기의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고 기 지정된 대역 통과 필터를 적용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 상기 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 디지털 신호로 변환하는 변환 모듈;

상기 변환된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 각각 추출하고 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거

된 복합 신호를 생성하는 전처리 모듈;

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 추출하고, 상기 추출된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정하는 추정 모듈; 및

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호를 추출하고, 상기 추출된 변조 신호 및 상기 추정된 CSI를 이용하여 상기 변조 신호를 보정하고 복조하는 복조 모듈을 포함하는 통신 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 전처리 모듈은,

상기 변환된 복합 신호에 변조 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈와 상기 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호를 추출하고,

상기 변환된 복합 신호에 더미 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈와 상기 인접채널간섭을 포함하는 변조 신호를 추출하며,

상기 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하는 통신 시스템.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 추정 모듈은,

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 변조 신호의 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 추출하는 통신 시스템.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 복조 모듈은,

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 더미 신호의 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호를 추출하는 통신 시스템.

청구항 9

가우시안 노이즈를 억제하기 위하여 복합 신호를 이용하는 수신기에 있어서,

복합 신호를 수신하고, 상기 수신된 복합 신호에 상기 수신기의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고, 기 지정된 대역 통과 필터를 적용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 상기 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 디지털 신호로 변환하는 변환 모듈;

상기 변환된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 각각 추출하고 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하는 전처리 모듈;

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 추출하고, 상기 추출된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정하는 추정 모듈; 및

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호를 추출하고, 상기 추출된 변조 신호 및 상기 추정된 CSI를 이용하여 상기 변조 신호를 보정하고 복조하는 복조 모듈을 포함하는 수신기.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 전처리 모듈은,

상기 변환된 복합 신호에 변조 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈와 상기 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호를 추출하고,

상기 변환된 복합 신호에 더미 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈와 상기 인접채널간섭을 포함하는 변조 신호를 추출하며,

상기 가우시안 노이즈와 상기 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하는 수신기.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 추정 모듈은,

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 상기 변조 신호의 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 추출하는 수신기.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 복조 모듈은,

상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 상기 더미 신호의 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호를 추출하는 수신기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가우시안 노이즈를 억제하기 위하여 복합 신호를 이용하는 수신기 및 이를 이용한 통신 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 설명하면 복합 신호를 생성하여 수신기로 전달하는 송신기, 복합 신호를 수신하고 더미 신호와 변조 신호로 분리하여 감산 연산을 통해 가우시안 노이즈(Gaussian noise)를 억제하고, 인접채널간섭(Adjacent channel interference, ACI)을 제거한 복합 신호를 생성하며, 생성된 복합 신호로부터 다시 더미 신호와 변조 신호를 분리하고 분리된 더미 신호를 이용하여 CSI(Channel state information)를 추정하고, 추정된 CSI를 기반으로 변조 신호를 보정하여 복조 신뢰성을 개선하는 수신기 및 이를 이용한 통신 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 송신기는 송신 데이터에 대해 반송파를 이용하여 변조하여 변조 신호를 전송하고, 수신기는 변조 신호를 수신한 후 복조하여 데이터를 추출할 수 있다.

[0003] 이때, 변조 신호를 수신하는 수신기는 전기적 스위칭이나 온도 등으로 인하여 가우시안 노이즈(Gaussian noise)를 포함하는 변조 신호를 수신하고, 가우시안 노이즈, 인접채널간섭, 그리고 신호 왜곡 등으로 인한 데이터 에러가 증가하고 있다. 또한, 수신기에서 변조 신호의 왜곡을 보정하기 위해 CSI(Channel state information)가 필요하기 때문에 송신기는 송신 신호의 전단에 프리앰블 신호(Preamble signal)를 삽입하여 전송하고, 수신기는 프리앰블 신호를 이용하여 CSI를 추정할 수 있다.

[0004] 그러나, 프리앰블 신호의 길이가 짧기 때문에 CSI를 추정하는 정확도는 낮은편이며, 프리앰블 신호의 길이를 길게 할수록 채널의 효율이 떨어진다. 또한, 프리앰블 신호와 변조 신호의 시간 차이 때문에 빠른 페이딩(Fast fading) 환경에서는 CSI 추정의 정확도가 크게 떨어진다는 한계가 있다.

[0005] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 공개특허 제10-2023-0129204호(2023.09.07. 공개)에 기재되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 이와 같이 본 발명에 따르면, 복합 신호를 생성하여 수신기로 전달하는 송신기, 복합 신호를 수신하고 더미 신호와 변조 신호로 분리하여 감산 연산을 통해 가우시안 노이즈를 억제하고, 인접채널간섭을 제거한 복합 신호를 생성하며, 생성된 복합 신호로부터 다시 더미 신호와 변조 신호를 분리하고 분리된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정하고, 추정된 CSI를 기반으로 변조 신호를 보정하여 복조 신뢰성을 개선하는 수신기 및 이를 이용한 통신 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면 통신 시스템에 있어서, 변조 신호와 더미 신호를 합성한 복합 신호를 생성하고 아날로그 신호로 변환하여 전송하는 송신기; 및 상기 송신기로부터 전송된 복합 신호를 수신하여 디지털 신호로 변환하고, 상기 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 분리하며, 상기 분리된 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭을 제거한 복합 신호를 생성하고, 상기 생성된 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 다시 분리하며, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정하며, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호와 추정된 CSI를 통해 상기 변조 신호를 복조하는 수신기를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 송신기는, 상기 변조 신호와 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성하는 합성 모듈; 상기 복합 신호를 아날로그 신호로 변환하는 변환 모듈; 및 상기 아날로그 신호로 변환된 복합 신호를 고주파 복합 신호로 변환하고 기 정해진 필터를 적용하여 송신하는 송신 모듈을 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 변조 신호는, 사용자가 송신하고자 하는 데이터를 변조한 신호이고, 상기 더미 신호는, 상기 변조 신호의 상반 대역폭에 포함되고 변조되지 않은 신호일 수 있다.
- [0010] 상기 합성 모듈은, 레벨 데이터에 따라서 내부 디지털 파형 합성기(Direct digital synthesizer)에 의해 생성된 반송파의 위상을 변조하여 변조 신호를 생성하고, 상기 변조 신호에 내부 디지털 파형 합성기에 의해 생성된 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0011] 상기 수신기는, 상기 복합 신호를 수신하고, 상기 수신된 복합 신호에 상기 수신기의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고 기 지정된 대역 통과 필터를 적용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 상기 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 디지털 신호로 변환하는 변환 모듈; 상기 변환된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 각각 추출하고 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하는 전처리 모듈; 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 추출하고, 상기 추출된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정하는 추정 모듈; 및 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호를 추출하고, 상기 추출된 변조 신호 및 상기 추정된 CSI를 이용하여 상기 변조 신호를 보정하고 복조하는 복조 모듈을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 전처리 모듈은, 상기 변환된 복합 신호에 변조 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호를 추출하고, 상기 변환된 복합 신호에 더미 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 변조 신호를 추출하며, 상기 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0013] 상기 추정 모듈은, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 상기 변조 신호의 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 추출할 수 있다.
- [0014] 상기 복조 모듈은, 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 상기 더미 신호의 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호를 추출할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 가우시안 노이즈를 억제하기 위하여 복합 신호를 이용하는 수신기에 있어서, 복합 신호를 수신하고, 상기 수신된 복합 신호에 수신기의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고 기 지정된 대역 통과 필터를 적용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 상기 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 디지털 신호로 변환하는 변환 모듈; 상기 변환된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 각각 추출하고 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성하는 전처리 모듈; 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 추출하고, 상기 추출된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정하는 추정 모듈; 및 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 상기 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호를 추출하고, 상기 추출된 변조 신호 및 상기 추정된 CSI를 이용하여 상기 변조 신호를 보정하고 복조하는 복조 모듈을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 이와 같이 본 발명에 따르면, 송신기가 변조 신호와 변조 신호의 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되는 더미 신호를 합성한 복합 신호를 전송함으로써 대역폭을 낭비하지 않고, 에너지가 집중된 더미 신호를 수득할 수 있다.

[0017] 또한, 수신기는 변조 신호와 더미 신호를 분리하고, 감산 연산을 이용하여 가우시안 노이즈(Gaussian noise)를 억제하고 인접채널간섭(Adjacent channel interference, ACI)을 제거하며, 변조되지 않은 더미 신호를 이용하여 CSI를 일정 수준 이상으로 추정함으로써 추정의 정확도를 향상시키고, 데이터 복조의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0018] 또한, 가우시안 노이즈를 억제함으로써 신호 대 잡음비(Signal-to-noise ratio, SNR)를 종래에 비해 증가시키고, 인접채널간섭 제거와 향상된 CSI를 이용하여 변조 신호를 보정함으로써 전송강도가 낮은 시그널에 대해서도 비트 오류율(Bit error ratio, BER)이 종래에 비해 크게 낮을 수 있다.

[0019] 따라서, 전송 강도를 종래에 비해 감소시킴으로써 적은 전력으로 복합 신호를 전송하더라도 낮은 비트 오류율을 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 시스템의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신기의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 송신기의 회로도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기의 구성도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기의 회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0022] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 시스템의 개략도이다.

[0024] 도 1에 도시된 바와 같이, 통신 시스템(100)은 송신기(110) 및 수신기(120)를 포함할 수 있다,

[0025] 먼저, 송신기(110)는 변조 신호와 더미 신호를 합성한 복합 신호를 생성하고, 아날로그 신호로 변환하여 전송할 수 있다.

[0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신기의 구성도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 송신기의 회로도이다.

- [0027] 도 2에 도시된 바와 같이, 송신기(110)는 합성 모듈(111), 변환 모듈(112) 및 송신 모듈(113)을 포함할 수 있다.
- [0028] 도 3에 도시된 바와 같이, 합성 모듈(111)은 변조 신호와 더미 신호를 합성하여 복합 신호를 생성할 수 있다. 여기서, 변조 신호는 사용자가 송신하고자 하는 데이터를 변조한 신호이고, 더미 신호는 변조 신호의 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되고 변조되지 않은 신호이며, 합성 모듈(111)은 내부 디지털 과형 합성기(Direct digital synthesizer, DDS) 등을 이용하여 더미 신호를 생성할 수 있다.
- [0029] 부연하자면, 합성 모듈(111)은 사용자가 송신하고자 하는 데이터를 기 지정된 종류의 인코더를 사용하여 레벨 데이터를 생성하고, 생성된 레벨 데이터에 따라서 내부 디지털 과형 합성기에 의해 생성된 반송파의 위상을 변조하여 변조 신호를 생성할 수 있다. 여기서, 인코더는 디지털 신호를 인코딩하는 것으로, NRZ(Non-return-to-zero) 인코더, NRZI(Non-return-to-zero-inverted) 인코더, RZ(Return-to-zero) 인코더, 맨체스터(Manchester) 인코더 등의 직렬방식 인코더 중 어느 하나일 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 합성 모듈(111)은 NRZ 인코더를 이용하여 생성된 레벨 데이터에 내부 디지털 과형 합성기에 의해 생성된 반송파를 이용하여 위상 변조를 수행하여 변조 신호를 생성할 수 있다 ($\cos(2\pi f_m n + m\pi)$). 여기서, n 은 자연수로, 디지털 과형 합성기에 의해 생성된 신호의 샘플링 인덱스이고, m 은 0 또는 1 중 어느 하나의 값을 갖는 변조 위상이다.
- [0031] 또한, 합성 모듈(111)은 생성된 변조 신호($\cos(2\pi f_m n + m\pi)$)에 내부 디지털 과형 합성기에 의해 생성된 더미 신호($\sin(2\pi f_a n)$)를 합성하여 복합 신호를 생성할 수 있다. 여기서, f_m 은 변조 신호의 주파수이고, f_a 는 더미 신호의 주파수이다.
- [0032] 또한, 변환 모듈(112)은 복합 신호를 아날로그 신호로 변환할 수 있다.
- [0033] 부연하자면, 변환 모듈(112)은 디지털-아날로그 컨버터(Digital-to-analog converter, DAC)를 통해 중간(Intermediate) 주파수 복합 아날로그 신호로 변환할 수 있고, 중간 주파수 복합 아날로그 신호와 오실레이터 신호와의 곱을 통해 고주파 복합 신호로 변환할 수 있다.
- [0034] 또한, 송신 모듈(113)은 아날로그 신호로 변환된 복합 신호에 고역 통과 필터(High pass filter, HPF)를 적용하고 수신기(120)로 복합 신호를 송신할 수 있다. 이때, 아날로그 신호로 변환된 복합 신호는 고주파 복합 신호일 수 있다.
- [0035] 다음으로, 수신기(120)는 송신기(110)로부터 복합 신호를 수신하여 디지털 신호로 변환하고, 복합 신호를 더미 신호와 변조 신호로 분리하여 감산 연산을 수행하며, 더미 신호를 이용하여 CSI(Channel state information)를 추정하고, 추정된 CSI를 사용하여 변조 신호의 신호 왜곡을 보정하고 변조 신호를 복조할 수 있다.
- [0036] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기의 구성도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기의 회로도이다.
- [0037] 도 4에 도시된 바와 같이, 수신기(120)는 변환 모듈(121), 전처리 모듈(122), 추정 모듈(123) 및 복조 모듈(124)을 포함할 수 있다.
- [0038] 먼저, 변환 모듈(121)은 복합 신호를 수신하고, 수신된 복합 신호에 수신기(120)의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고 기 지정된 대역 통과 필터(Band pass filter, BPF)를 적용하여 주파수를 하향 변환(Down conversion)하며, 주파수가 하향 변환된 복합 신호를 디지털 신호로 변환할 수 있다.
- [0039] 도 5에 도시된 바와 같이, 변환 모듈(121)은 수신된 복합 신호와 수신기(120)의 오실레이터를 이용하여 생성된 정현파를 곱하고 주파수를 중간 주파수로 하향 변환하며, 주파수가 중간 주파수로 하향 변환된 복합 신호를 아날로그 신호로 변환하고, 대역 통과 필터를 사용하여 노이즈를 제거하며, 아날로그-디지털 컨버터(Analog-to-digital converter, ADC)를 통해 디지털 신호로 변환할 수 있다. 이때, 수신된 복합 신호는 복합 아날로그 신호(Compound analog signal)일 수 있다.
- [0040] 또한, 변환 모듈(121)은 디지털 신호로 변환된 복합 신호를 전처리 모듈(122) 또는 추정 모듈(123)에 전달할 수 있다.

- [0041] 다음으로, 전처리 모듈(122)은 변환 모듈(121)로부터 변환된 복합 신호에 대해 기 지정된 대역 저지 필터(Band reject filter, BRF)를 적용하여 가우시안 노이즈(Gaussian noise)와 인접채널간섭(Adjacent channel interference, ACI)을 포함하는 더미 신호와 변조 신호를 추출하고 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호를 생성할 수 있다.
- [0042] 부연하자면, 전처리 모듈(122)은 변환된 복합 신호에 변조 신호 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호를 추출할 수 있다.
- [0043] 또한, 전처리 모듈(122)은 변환된 복합 신호에 더미 신호를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 변조 신호를 추출할 수 있다.
- [0044] 또한, 전처리 모듈(122)은 가우시안 노이즈와 인접채널간섭을 포함하는 더미 신호와 변조 신호에 감산 연산을 수행하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합신호를 생성할 수 있다.
- [0045] 다음으로, 추정 모듈(123)은 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈와 인접채널간섭(Adjacent channel interference, ACI)이 제거된 더미 신호를 추출하고, 추출된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정할 수 있다.
- [0046] 부연하자면, 추정 모듈(123)은 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 변조 신호의 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 더미 신호를 추출할 수 있다.
- [0047] 또한, 추정 모듈(123)은 추출된 더미 신호를 이용하여 CSI를 추정하고, 추정된 CSI를 복조 모듈(124)으로 전달할 수 있다. 이때, 추정 모듈(123)은 소위 훈련 시퀀스 방법, 최소 제곱 추정 방법, MMSE 추정 방법, 신경망 추정 방법 등 중 어느 하나를 이용하여 CSI를 추정할 수 있다.
- [0048] 다음으로, 복조 모듈(124)은 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 기 지정된 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호를 추출하고, 추출된 변조 신호 및 추정된 CSI를 통해 변조 신호를 보정하고 복조할 수 있다.
- [0049] 부연하자면, 복조 모듈(124)은 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 복합 신호에 더미 신호의 범위를 제외하는 대역 저지 필터를 적용하여 가우시안 노이즈가 억제되고 인접채널간섭이 제거된 변조 신호를 추출할 수 있다.
- [0050] 또한, 복조 모듈(124)은 추출된 변조 신호와 추정된 CSI를 통해 변조 신호의 신호 왜곡을 보정하고 복조할 수 있다. 여기서, 복조 모듈(124)은 데이터를 변조하는 방법(예를 들어, 진폭 변조 방식, 주파수 변조 방식 등)과 대응되는 방법을 적용하여 복조할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수신기(120)는 사용자의 선택에 따라 더미 신호를 이용하여 채널 유무를 판단하고, 송신기(110) 및 수신기(120) 사이의 거리를 측정하거나 CSI를 제공할 수 있다.
- [0052] 이로 인하여, 종래에 비해 수신 민감도를 크게 향상시켜 전송 신호의 전송 파워를 종래에 비해 크게 감소시킬 수 있다.
- [0053] 상술한 본 발명의 실시예에 따르면, 송신기가 변조 신호와 변조 신호의 상관 대역폭(Coherence bandwidth)에 포함되는 더미 신호를 합성한 복합 신호를 전송함으로써 대역폭을 낭비하지 않고, 에너지가 집중된 더미 신호를 수득할 수 있다.
- [0054] 또한, 수신기는 변조 신호와 더미 신호를 분리하고, 감산 연산을 이용하여 가우시안 노이즈를 억제하고 인접채널간섭을 제거하며, 변조되지 않은 더미 신호를 이용하여 CSI를 일정 수준 이상으로 추정함으로써 추정의 정확도를 향상시키고, 데이터 복조의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0055] 또한, 가우시안 노이즈를 억제함으로써 신호 대 잡음비(Signal-to-noise ratio, SNR)를 종래에 비해 크게 증가시키고, 인접채널간섭 제거와 향상된 CSI를 이용하여 변조 신호의 신호 왜곡을 보정함으로써 전송강도가 낮은 시그널에 대해서도 비트 오류율(Bit error ratio, BER)이 종래에 비해 크게 낮을 수 있다. 따라서, 송신 강도를 종래에 비해 크게 감소시킴으로써 적은 전력으로 복합 신호를 전송하더라도 낮은 비트 오류율을 유지할 수 있다.
- [0056] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하

는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

100: 통신 시스템

110: 송신기

111: 합성 모듈 112: 변환 모듈

113: 송신 모듈

120: 수신기

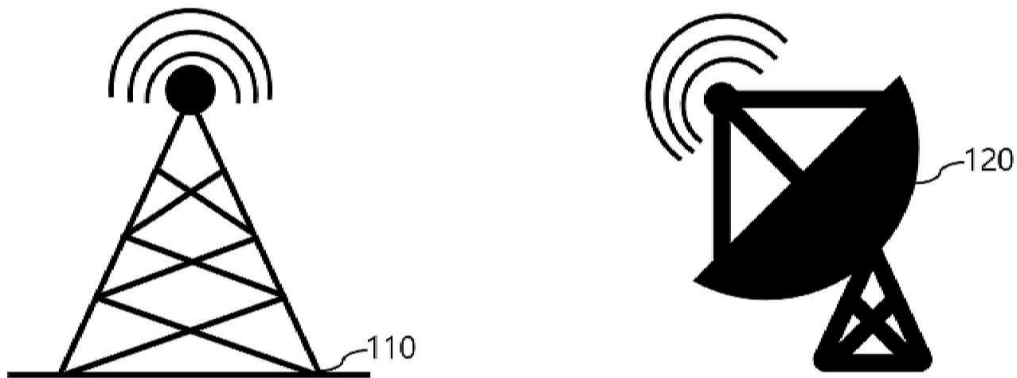
121: 변환 모듈 122: 전처리 모듈

123: 추정 모듈 124: 복조 모듈

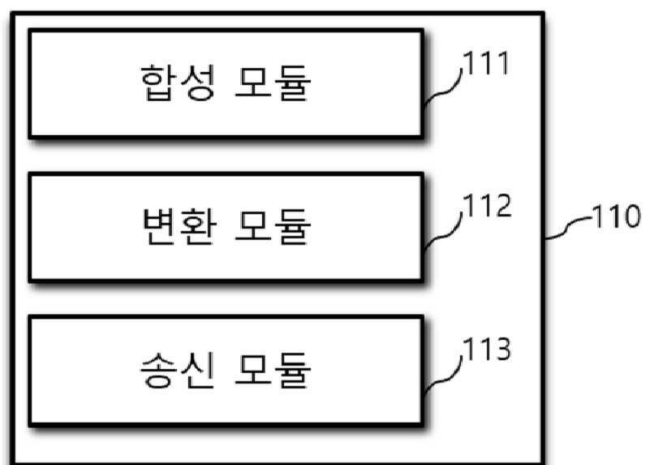
도면

도면1

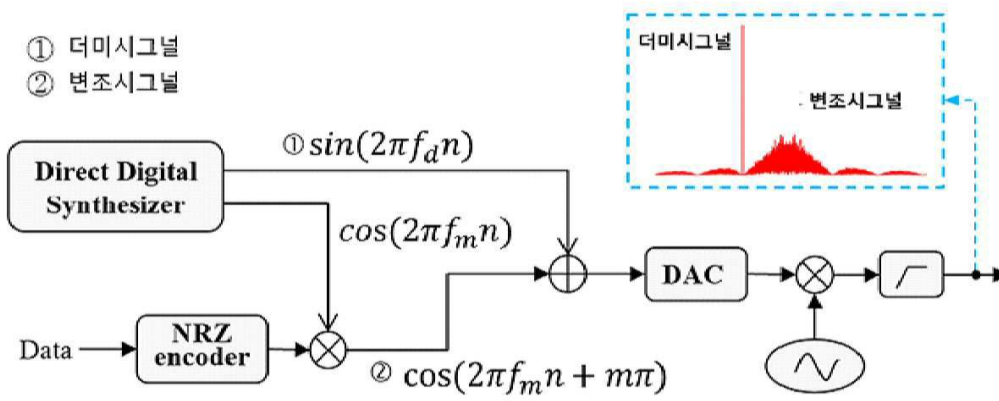
100



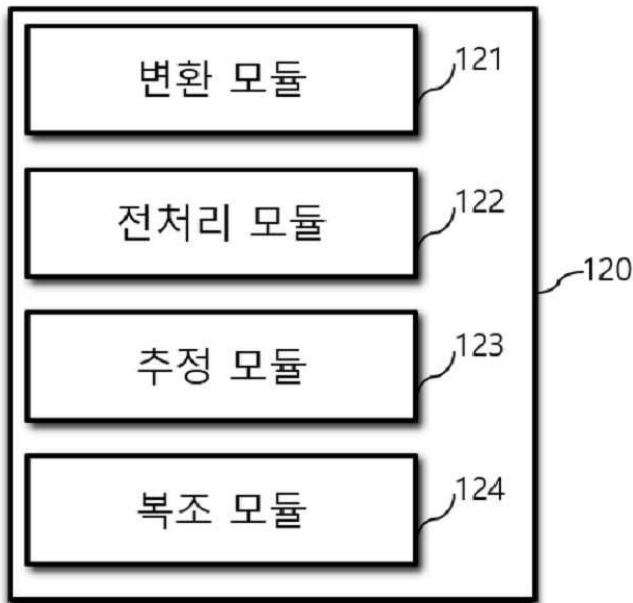
도면2



도면3



도면4



도면5

