



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0093494
(43) 공개일자 2025년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) G06N 3/02 (2023.01)
H04B 7/06 (2017.01) H04L 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 27/2601 (2013.01)
G06N 3/02 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2025-7012715
(22) 출원일자(국제) 2023년03월30일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년04월17일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2023/004224
(87) 국제공개번호 WO 2024/090690
국제공개일자 2024년05월02일
(30) 우선권주장
63/418,989 2022년10월25일 미국(US)

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이상립
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허
센터
이남윤
서울특별시 성북구 안암로 145
이승훈
서울특별시 성북구 안암로 145
(74) 대리인
인비전 특허법인

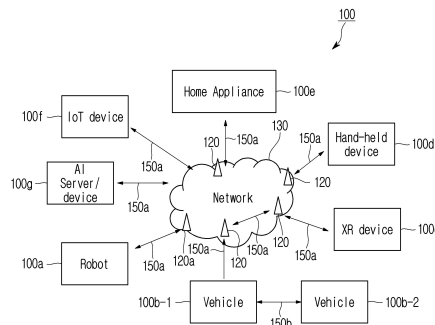
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 시맨틱 통신을 위한 부호화 및 복호화를 수행하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 개시는 무선 통신 시스템에서 시맨틱(semantic) 통신을 위한 부호화 및 복호화를 수행하기 위한 것으로, 제1 장치의 동작 방법은, 제2 장치에게 기준 신호 또는 동기 신호를 송신하는 단계, 상기 제2 장치로부터 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 생성된 채널 정보를 수신하는 단계, 정보를 부호화함으로써 데이터를 생성하는 단계, 및 상기 데이터를 포함하는 신호를 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04B 7/0626 (2013.01)

H04L 1/0009 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 제1 장치의 동작 방법에 있어서,
제2 장치에게 기준 신호 또는 동기 신호를 송신하는 단계;
상기 제2 장치로부터 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 생성된 채널 정보를 수신하는 단계;
정보를 부호화함으로써 데이터를 생성하는 단계; 및
상기 데이터를 포함하는 신호를 송신하는 단계를 포함하며,
상기 데이터는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제2 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 부호화함으로써 생성되는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 데이터를 생성하는 단계는,
상기 소스 정보로부터 상기 잠재 요소들을 생성하는 단계;
상기 잠재 요소들에 대한 확률 모델의 통계 정보에 기반하여 상기 잠재 요소들 중 송신되는 상기 적어도 하나의 잠재 요소를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
상기 적어도 하나의 잠재 요소는, 상기 잠재 요소들 중 상대적으로 큰 분산또는 큰 표준 편차를 가지는 적어도 하나의 잠재 요소를 포함하는 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,
상기 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력을 결정하는 단계를 더 포함하며,
상기 송신 전력은, 해당 잠재 요소의 분산 또는 표준 편차가 클수록 크게 결정되는 방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서,
상기 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력은, 가용한 전체 송신 전력에서 상기 잠재 요소들 중 일부를 송신에서 제외함에 의해 발생하는 잔여 전력을 재분배함으로써 결정되며,
상기 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력은, 채널의 잡음의 분산, 상기 가용한 전체 송신 전력, 상기 적어도 하나의 잠재 요소의 분산, 분산에 대한 임계치에 기반하여 결정되는 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,
상기 적어도 하나의 잠재 요소를 지시하는 정보 및 상기 적어도 하나의 잠재 요소에 할당된 전력에 관련된 정보 중 적어도 하나를 송신하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 컨텍스트 정보의 적어도 일부를 송신하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 컨텍스트 정보의 적어도 일부는, 엔트로피(entropy) 부호화 및 채널 부호화에 의해 압축된 후, 송신되는 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 잠재 요소들은, 훈련된 신경망을 이용하여 상기 소스 정보로부터 생성되는 방법.

청구항 10

무선 통신 시스템에서 제2 장치의 동작 방법에 있어서,

제1 장치로부터 기준 신호 또는 동기 신호를 수신하는 단계;

상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 채널 정보를 생성하는 단계;

상기 채널 정보를 상기 제1 장치에게 송신하는 단계;

상기 제1 장치로부터 부호화된 데이터를 수신하는 단계; 및

상기 부호화된 데이터에 포함된 정보를 복원하는 단계를 포함하며,

상기 정보는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보로서, 상기 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제1 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소에 대한 추정 값으로부터 복원되는 정보를 포함하는 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 정보를 복원하는 단계는,

상기 컨텍스트 정보에 포함되는 상기 잠재 요소들에 대한 확률 모델의 통계 정보에 기반하여 상기 잠재 요소들 중 상기 제1 장치에서 송신되는 상기 적어도 하나의 잠재 요소를 확인하는 단계;

상기 컨텍스트 정보 및 상기 채널 정보에 기반한 복호화를 통해 상기 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 검출하는 단계;

훈련된 신경망을 이용하여 상기 적어도 하나의 잠재 요소의 값으로부터 상기 소스 정보를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력을 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 송신 전력은, 해당 잠재 요소의 분산 또는 표준 편차가 클수록 크게 결정되는 방법.

청구항 13

청구항 10에 있어서,

상기 적어도 하나의 잠재 요소를 지시하는 정보 및 상기 적어도 하나의 잠재 요소에 할당된 전력에 관련된 정보

중 적어도 하나를 수신하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 14

청구항 10에 있어서,

상기 컨텍스트 정보의 적어도 일부를 수신하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 15

무선 통신 시스템에서 제1 장치에 있어서,

송수신기; 및

상기 송수신기와 연결된 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는,

제2 장치에게 기준 신호 또는 동기 신호를 송신하고,

상기 제2 장치로부터 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 생성된 채널 정보를 수신하고,

정보를 부호화함으로써 데이터를 생성하고,

상기 데이터를 포함하는 신호를 송신하도록 제어하며,

상기 데이터는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제2 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 부호화함으로써 생성되는 제1 장치.

청구항 16

무선 통신 시스템에서 제2 장치에 있어서,

송수신기; 및

상기 송수신기와 연결된 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는,

제1 장치로부터 기준 신호 또는 동기 신호를 수신하고,

상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 채널 정보를 생성하고,

상기 채널 정보를 상기 제1 장치에게 송신하고,

상기 제1 장치로부터 부호화된 데이터를 수신하고,

상기 부호화된 데이터에 포함된 정보를 복원하도록 제어하며, 상기 정보는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보로서, 상기 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제1 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소에 대한 추정 값으로부터 복원되는 정보를 포함하는 제2 장치.

청구항 17

통신 장치에 있어서,

적어도 하나의 프로세서;

상기 적어도 하나의 프로세서와 연결되며, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행됨에 따라 동작들을 지시하는 명령어를 저장하는 적어도 하나의 컴퓨터 메모리를 포함하며,

상기 동작들은,

제2 장치에게 기준 신호 또는 동기 신호를 송신하는 단계;

상기 제2 장치로부터 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 생성된 채널 정보를 수신하는 단계;

정보를 부호화함으로써 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 데이터를 포함하는 신호를 송신하는 단계를 포함하며,

상기 데이터는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제2 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 부호화함으로써 생성되는 통신 장치.

청구항 18

적어도 하나의 명령어(instructions)을 저장하는 비-일시적인(non-transitory) 컴퓨터 판독 가능 매체 (computer-readable medium)에 있어서,

프로세서에 의해 실행 가능한(executable) 상기 적어도 하나의 명령어를 포함하며,

상기 적어도 하나의 명령어는, 장치가,

다른 장치에게 기준 신호 또는 동기 신호를 송신하고,

상기 다른 장치로부터 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 생성된 채널 정보를 수신하고,

정보를 부호화함으로써 데이터를 생성하고,

상기 데이터를 포함하는 신호를 송신하도록 제어하며,

상기 데이터는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 다른 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 부호화함으로써 생성되는 컴퓨터 판독 가능 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 무선 통신 시스템에서 시맨틱(semantic) 통신을 위한 부호화 및 복호화를 수행하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 접속 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선 접속 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 전력 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.

[0003] 특히, 많은 통신 장치들이 큰 통신 용량을 요구하게 됨에 따라 기존 RAT(radio access technology)에 비해 향상된 모바일 브로드밴드(enhanced mobile broadband, eMBB) 통신 기술이 제안되고 있다. 또한 다수의 장치 및 사물들을 연결하여 언제 어디서나 다양한 서비스를 제공하는 mMTC(massive machine type communications) 뿐만 아니라 신뢰성(reliability) 및 지연(latency) 민감한 서비스/UE(user equipment)를 고려한 통신 시스템이 제안되고 있다. 이를 위한 다양한 기술 구성들이 제안되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 컨텍스트(context) 정보를 기반으로 시맨틱(semantic) 통신을 위한 부호화 및 복호화를 수행하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0005] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 공동 소스-채널 부호화(joint source and channel coding, JSCC)을 이용하여 소스(source)를 압축 및 전송하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

- [0006] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 부호화된 소스들의 평균 제곱 오차(mean-squared error, MSE)를 최소화하기 위한 공동 소스-채널 부호화를 수행하는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0007] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 정보 및 컨텍스트 정보를 기반으로 데이터를 코딩하여 송신하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0008] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 정보 및 컨텍스트 정보를 기반으로 수신 데이터를 디코딩하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0009] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 정보 및 컨텍스트 정보를 기반으로 소스의 잠재 요소들에 할당될 송신 전력을 결정하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0010] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 정보 및 컨텍스트 정보를 기반으로 결정된 송신 전력을 이용하여 적어도 하나의 잠재 요소를 송신하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0011] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 송신 전력 할당 정보를 기반으로 수신 데이터를 복호화함으로써 소스를 획득하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0012] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 정보 및 컨텍스트 정보를 기반으로 소스에 대한 코딩 방법을 확인하고, 코딩 방법에 기초하여 수신 데이터를 디코딩하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0013] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 채널 정보 및 컨텍스트 정보를 기반으로 워터필링(water-filling) 알고리즘을 이용하여 소스의 잠재 요소들에 할당될 송신 전력을 결정하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0014] 본 개시에서 이루고자 하는 기술적 목적들은 이상에서 언급한 사항들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하 설명할 일 실시예들로부터 본 개시의 기술 구성이 적용되는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 개시의 일 예로서, 무선 통신 시스템에서 제1 장치의 동작 방법은, 제2 장치에게 기준 신호 또는 동기 신호를 송신하는 단계, 상기 제2 장치로부터 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 생성된 채널 정보를 수신하는 단계, 정보를 부호화함으로써 데이터를 생성하는 단계, 및 상기 데이터를 포함하는 신호를 송신하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 데이터는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제2 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 부호화함으로써 생성될 수 있다.
- [0016] 본 개시의 일 예로서, 무선 통신 시스템에서 제2 장치의 동작 방법은, 제1 장치로부터 기준 신호 또는 동기 신호를 수신하는 단계, 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 채널 정보를 생성하는 단계, 상기 채널 정보를 상기 제1 장치에게 송신하는 단계, 상기 제1 장치로부터 부호화된 데이터를 수신하는 단계, 및 상기 부호화된 데이터에 포함된 정보를 복원하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 정보는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보로서, 상기 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제2 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소에 대한 추정 값으로부터 복원되는 정보를 포함할 수 있다.
- [0017] 본 개시의 일 예로서, 무선 통신 시스템에서 제1 장치는, 송수신기, 및 상기 송수신기와 연결된 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는, 제2 장치에게 기준 신호 또는 동기 신호를 송신하고, 상기 제2 장치로부터 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 생성된 채널 정보를 수신하고, 정보를 부호화함으로써 데이터를 생성하고, 상기 데이터를 포함하는 신호를 송신하도록 제어하며, 상기 데이터는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제2 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 부호화함으로써 생성될 수 있다.
- [0018] 본 개시의 일 예로서, 무선 통신 시스템에서 제2 장치는, 송수신기, 및 상기 송수신기와 연결된 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는, 제1 장치로부터 기준 신호 또는 동기 신호를 수신하고, 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 채널 정보를 생성하고, 상기 채널 정보를 상기 제1 장치에게 송신하고, 상기 제1 장치로부터 부호화된 데이터를 수신하고, 상기 부호화된 데이터에 포함된 정보를 복원하도록 제어하며, 상기 정보는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보로서, 상기 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제1 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소에

대한 추정 값으로부터 복원되는 정보를 포함할 수 있다.

[0019] 본 개시의 일 예로서, 통신 장치는, 적어도 하나의 프로세서, 상기 적어도 하나의 프로세서와 연결되며, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행됨에 따라 동작들을 지시하는 명령어를 저장하는 적어도 하나의 컴퓨터 메모리를 포함하며, 상기 동작들은, 제2 장치에게 기준 신호 또는 동기 신호를 송신하는 단계, 상기 제2 장치로부터 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 생성된 채널 정보를 수신하는 단계, 정보를 부호화함으로써 데이터를 생성하는 단계, 및 상기 데이터를 포함하는 신호를 송신하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 데이터는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 제2 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 부호화함으로써 생성될 수 있다.

[0020] 본 개시의 일 예로서, 적어도 하나의 명령어(instructions)를 저장하는 비-일시적인(non-transitory) 컴퓨터 판독 가능 매체(computer-readable medium)는, 프로세서에 의해 실행 가능한(executable) 상기 적어도 하나의 명령어를 포함하며, 상기 적어도 하나의 명령어는, 장치가, 다른 장치에게 기준 신호 또는 동기 신호를 송신하고, 상기 다른 장치로부터 상기 기준 신호 또는 상기 동기 신호에 기반하여 생성된 채널 정보를 수신하고, 정보를 부호화함으로써 데이터를 생성하고, 상기 데이터를 포함하는 신호를 송신하도록 제어하며, 상기 데이터는, 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스 정보를 표현하는 잠재 요소(latent factor)들 중 상기 다른 장치와 공유된 컨텍스트(context) 정보 및 상기 채널 정보에 기반하여 선택된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 부호화함으로써 생성될 수 있다.

[0021] 상술한 본 개시의 양태들은 본 개시의 바람직한 실시 예들 중 일부에 불과하며, 본 개시의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시 예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 개시의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 개시에 기초한 실시예들에 의해 하기와 같은 효과가 있을 수 있다.

[0023] 본 개시에 따르면, 저 지연 및 저 복잡도로 시맨틱(semantic) 통신을 위한 소스를 송신 및 수신할 수 있다.

[0024] 일 실시예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 이하의 일 실시예들에 대한 기재로부터 본 개시의 기술 구성이 적용되는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 도출되고 이해될 수 있다. 즉, 본 개시에서 서술하는 구성을 실시함에 따른 의도하지 않은 효과들 역시 일 실시예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 이하에 첨부되는 도면들은 본 개시에 관한 이해를 돕기 위한 것으로, 상세한 설명과 함께 본 개시에 대한 실시예들을 제공할 수 있다. 다만, 본 개시의 기술적 특징이 특정 도면에 한정되는 것은 아니며, 각 도면에서 개시하는 특징들은 서로 조합되어 새로운 실시예로 구성될 수 있다. 각 도면에서의 참조 번호(reference numerals)들은 구조적 구성요소(structural elements)를 의미할 수 있다.

도 1은 본 개시에 적용 가능한 통신 시스템 예를 도시한다.

도 2는 본 개시에 적용 가능한 무선 장치의 예를 도시한다.

도 3은 본 개시에 적용 가능한 전송 신호를 처리하는 방법을 도시한다.

도 4는 본 개시에 적용 가능한 단말 및 기지국 간 통신 절차를 도시한다.

도 5는 본 개시에 적용 가능한 6G(6th generation) 시스템에서 제공 가능한 통신 구조의 일례를 도시한다.

도 6은 본 개시에 적용 가능한 전자기 스펙트럼을 도시한다.

도 7은 본 개시에 적용 가능한 THz 무선 통신 송수신기를 도시한다.

도 8은 본 개시에 적용 가능한 THz 신호 생성 방법을 도시한다.

도 9는 본 개시에 적용 가능한 무선 통신 송수신기를 도시한다.

도 10은 본 개시에 적용 가능한 송신기 구조를 도시한다.

도 11은 본 개시에 적용 가능한 변조기 구조를 도시한다.

도 12는 본 개시에 적용 가능한 인공 신경망에 포함되는 퍼셉트론(perceptron)의 구조를 도시한다.

도 13은 본 개시에 적용 가능한 인공 신경망 구조를 도시한다.

도 14는 SSCC(separate source channel coding) 기법의 구조(architecture)를 도시한다.

도 15는 NTSCC(Nonlinear transform source-channel coding) 기법의 구조를 도시한다.

도 16은 본 개시의 일 실시예에 따른 공동 소스-채널 부호화(joint source and channel coding, JSCC) 기법의 구조를 도시한다.

도 17은 본 개시의 일 실시예에 따른 시맨틱 통신 시스템의 예를 도시한다.

도 18은 본 개시의 일 실시예에 따른 데이터 송신 절차의 예를 도시한다.

도 19는 본 개시의 일 실시예에 따른 데이터 수신 절차의 예를 도시한다.

도 20는 본 개시의 일 실시예에 따른 컨텍스트(context) 정보에 기반한 데이터 송신 절차의 예를 도시한다.

도 21은 본 개시의 일 실시예에 따른 컨텍스트 정보에 기반한 데이터 수신 절차의 예를 도시한다.

도 22는 본 개시의 일 실시예에 따른 장치들 간에 컨텍스트 정보를 기반으로 데이터를 송수신하는 절차의 일 예를 도시한다.

도 23는 본 개시의 일 실시예에 따른 장치들 간에 컨텍스트 정보를 기반으로 데이터를 송수신하는 절차의 다른 예를 도시한다.

도 24는 본 개시의 일 실시예에 따른 장치들의 기능적 구성의 예를 도시한다.

도 25 내지 도 28은 종래 기술 및 본 개시에서 제안하는 소스-채널 부호화 기법들의 성능 그래프를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하의 실시예들은 본 개시의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 일 실시예를 구성할 수도 있다. 일 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.

[0027] 도면에 대한 설명에서, 본 개시의 요지를 흐릴 수 있는 절차 또는 단계 등은 기술하지 않았으며, 당업자의 수준에서 이해할 수 있을 정도의 절차 또는 단계는 또한 기술하지 아니하였다.

[0028] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함(comprising 또는 including)"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 또한, "일(a 또는 an)", "하나(one)", "그(the)" 및 유사 관련어는 본 개시를 기술하는 문맥에 있어서(특히, 이하의 청구항의 문맥에서) 본 명세서에 달리 지시되거나 문맥에 의해 분명하게 반박되지 않는 한, 단수 및 복수 모두를 포함하는 의미로 사용될 수 있다.

[0029] 본 명세서에서 일 실시예들은 기지국과 이동국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 여기서, 기지국은 이동국과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미가 있다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.

[0030] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 이동국과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있다. 이때, '기지국'은 고정국(fixed station), Node B, eNB(eNode B), gNB(gNode B), ng-eNB, 발전된 기지국(advanced base station, ABS) 또는 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.

- [0031] 또한, 일 실시예들에서 단말(terminal)은 사용자 장치(user equipment, UE), 이동국(mobile station, MS), 가입자국(subscriber station, SS), 이동 가입자 단말(mobile subscriber station, MSS), 이동 단말(mobile terminal) 또는 발전된 이동 단말(advanced mobile station, AMS) 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [0032] 또한, 송신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 제공하는 고정 및/또는 이동 노드를 말하고, 수신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 수신하는 고정 및/또는 이동 노드를 의미한다. 따라서, 상향링크의 경우, 이동국이 송신단이 되고, 기지국이 수신단이 될 수 있다. 마찬가지로, 하향링크의 경우, 이동국이 수신단이 되고, 기지국이 송신단이 될 수 있다.
- [0033] 일 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802.xx 시스템, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 시스템, 3GPP LTE(Long Term Evolution) 시스템, 3GPP 5G(5th generation) NR(New Radio) 시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있으며, 특히, 일 실시예들은 3GPP TS(technical specification) 38.211, 3GPP TS 38.212, 3GPP TS 38.213, 3GPP TS 38.321 및 3GPP TS 38.331 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다.
- [0034] 또한, 일 실시예들은 다른 무선 접속 시스템에도 적용될 수 있으며, 상술한 시스템으로 한정되는 것은 아니다. 일 예로, 3GPP 5G NR 시스템 이후에 적용되는 시스템에 대해서도 적용 가능할 수 있으며, 특정 시스템에 한정되지 않는다.
- [0035] 즉, 일 실시예들 중 설명하지 않은 자명한 단계들 또는 부분들은 상기 문서들을 참조하여 설명될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [0036] 이하, 본 개시에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 개시의 예시적인 실시 형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 개시의 기술 구성이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.
- [0037] 또한, 일 실시예들에서 사용되는 특정 용어들은 본 개시의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 개시의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0038] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 적용될 수 있다.
- [0039] 하기에서는 이하 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP 통신 시스템(e.g.(예, LTE, NR 등)을 기반으로 설명하지만 본 개시의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다. LTE는 3GPP TS 36.xxx Release 8 이후의 기술을 의미할 수 있다. 세부적으로, 3GPP TS 36.xxx Release 10 이후의 LTE 기술은 LTE-A로 지칭되고, 3GPP TS 36.xxx Release 13 이후의 LTE 기술은 LTE-A pro로 지칭될 수 있다. 3GPP NR은 TS 38.xxx Release 15 이후의 기술을 의미할 수 있다. 3GPP 6G는 TS Release 17 및/또는 Release 18 이후의 기술을 의미할 수 있다. "xxx"는 표준 문서 세부 번호를 의미한다. LTE/NR/6G는 3GPP 시스템으로 통칭될 수 있다.
- [0040] 본 개시에 사용된 배경기술, 용어, 약어 등에 관해서는 본 개시 이전에 공개된 표준 문서에 기재된 사항을 참조할 수 있다. 일 예로, 36.xxx 및 38.xxx 표준 문서를 참조할 수 있다.
- [0041] **본 개시에 적용 가능한 통신 시스템**
- [0042] 이로 제한되는 것은 아니지만, 본 문서에 개시된 본 개시의 다양한 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들은 장치들 간에 무선 통신/연결(예: 5G)을 필요로 하는 다양한 분야에 적용될 수 있다.
- [0043] 이하, 도면을 참조하여 보다 구체적으로 예시한다. 이하의 도면/설명에서 동일한 도면 부호는 다르게 기술하지 않는 한, 동일하거나 대응되는 하드웨어 블록, 소프트웨어 블록 또는 기능 블록을 예시할 수 있다.
- [0044] 도 1은 본 개시에 적용되는 통신 시스템 예를 도시한다.
- [0045] 도 1을 참고하면, 본 개시에 적용되는 통신 시스템(100)은 무선 장치, 기지국 및 네트워크를 포함한다. 여기서, 무선 장치는 무선 접속 기술(예: LTE, LTE-A, LTE-A pro, NR, 5G, 5G-A, 6G)을 이용하여 통신을 수행하는 장치를 의미하며, 통신/무선/5G 장치로 지칭될 수 있다. 이로 제한되는 것은 아니지만, 무선 장치는 로봇(100a), 차량(100b-1, 100b-2), XR(extended reality) 장치(100c), 휴대 장치(hand-held device)(100d), 가전(home appliance)(100e), IoT(Internet of Thing) 장치(100f), AI(artificial intelligence) 장치/서버(100g)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 차량은 무선 통신 기능이 구비된 차량, 자율 주행 차량, 차량간 통신을 수행할 수 있

는 차량 등을 포함할 수 있다. 여기서, 차량(100b-1, 100b-2)은 UAV(unmanned aerial vehicle)(예: 드론)를 포함할 수 있다. XR 장치(100c)는 AR(augmented reality)/VR(virtual reality)/MR(mixed reality) 장치를 포함하며, HMD(head-mounted device), 차량에 구비된 HUD(head-up display), 텔레비전, 스마트폰, 컴퓨터, 웨어러블 디바이스, 가전 장치, 디지털 사이니지(signage), 차량, 로봇 등의 형태로 구현될 수 있다. 휴대 장치(100d)는 스마트폰, 스마트패드, 웨어러블 장치(예: 스마트워치, 스마트글래스), 컴퓨터(예: 노트북 등) 등을 포함할 수 있다. 가전(100e)은 TV, 냉장고, 세탁기 등을 포함할 수 있다. IoT 장치(100f)는 센서, 스마트 미터 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기지국(120), 네트워크(130)는 무선 장치로도 구현될 수 있으며, 특정 무선 장치(120a)는 다른 무선 장치에게 기지국/네트워크 노드로 동작할 수도 있다.

[0046] 무선 장치(100a 내지 100f)는 기지국(120)을 통해 네트워크(130)와 연결될 수 있다. 무선 장치(100a 내지 100f)에 AI 기술이 적용될 수 있으며, 무선 장치(100a 내지 100f)는 네트워크(130)를 통해 AI 서버(100g)와 연결될 수 있다. 네트워크(130)는 3G 네트워크, 4G(예: LTE) 네트워크, 5G(예: NR) 또는 6G 네트워크 등을 이용하여 구성될 수 있다. 무선 장치(100a 내지 100f)는 기지국(120)/네트워크(130)를 통해 서로 통신할 수도 있지만, 기지국(120)/네트워크(130)를 통하지 않고 직접 통신(예: 사이드링크 통신(sidelink communication))할 수도 있다. 예를 들어, 차량들(100b-1, 100b-2)은 직접 통신(예: V2V(vehicle to vehicle)/V2X(vehicle to everything) communication)을 할 수 있다. 또한, IoT 장치(100f)(예: 센서)는 다른 IoT 장치(예: 센서) 또는 다른 무선 장치(100a 내지 100f)와 직접 통신을 할 수 있다.

[0047] 무선 장치(100a 내지 100f)/기지국(120), 기지국(120)/기지국(120) 간에는 무선 통신/연결(150a, 150b, 150c)이 이뤄질 수 있다. 여기서, 무선 통신/연결은 상향/하향링크 통신(150a)과 사이드링크 통신(150b)(또는, D2D 통신), 기지국간 통신(150c)(예: 릴레이(relay), IAB(integrated access backhaul))과 같은 다양한 무선 접속 기술을 통해 이뤄질 수 있다. 무선 통신/연결(150a, 150b, 150c)을 통해 무선 장치와 기지국/무선 장치, 기지국과 기지국은 서로 무선 신호를 송신/수신할 수 있다. 예를 들어, 무선 통신/연결(150a, 150b, 150c)은 다양한 물리 채널을 통해 신호를 송신/수신할 수 있다. 이를 위해, 본 개시의 다양한 제안들에 기반하여, 무선 신호의 송신/수신을 위한 다양한 구성정보 설정 과정, 다양한 신호 처리 과정(예: 채널 인코딩/디코딩, 변조/복조, 자원 매핑/디매핑 등), 자원 할당 과정 등 중 적어도 일부가 수행될 수 있다.

[0048] 본 개시에 적용 가능한 장치

[0049] 도 2는 본 개시에 적용될 수 있는 무선 장치의 예를 도시한다.

[0050] 도 2를 참고하면, 무선 장치(200)는 다양한 무선 접속 기술(예: LTE, LTE-A, LTE-A pro, NR, 5G, 5G-A, 6G)을 통해 무선 신호를 송수신할 수 있다. 무선 장치(200)는 적어도 하나의 프로세서(202) 및 적어도 하나의 메모리(204)를 포함하며, 추가적으로 적어도 하나의 송수신기(206) 및/또는 적어도 하나의 안테나(208)를 더 포함할 수 있다.

[0051] 프로세서(202)는 메모리(204) 및/또는 송수신기(206)를 제어하며, 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들을 구현하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(202)는 메모리(204) 내의 정보를 처리하여 제1 정보/신호를 생성한 뒤, 송수신기(206)을 통해 제1 정보/신호를 포함하는 무선 신호를 전송할 수 있다. 또한, 프로세서(202)는 송수신기(206)를 통해 제2 정보/신호를 포함하는 무선 신호를 수신한 뒤, 제2 정보/신호의 신호 처리로부터 얻은 정보를 메모리(204)에 저장할 수 있다. 메모리(204)는 프로세서(202)와 연결될 수 있고, 프로세서(202)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(204)는 프로세서(202)에 의해 제어되는 프로세스들 중 일부 또는 전부를 수행하거나, 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들을 수행하기 위한 명령들을 포함하는 소프트웨어 코드를 저장할 수 있다. 여기서, 프로세서(202)와 메모리(204)는 무선 통신 기술을 구현하도록 설계된 통신 모듈/회로/칩의 일부일 수 있다. 송수신기(206)는 프로세서(202)와 연결될 수 있고, 적어도 하나의 안테나(208)를 통해 무선 신호를 송신 및/또는 수신할 수 있다. 송수신기(206)는 송신기 및/또는 수신기를 포함할 수 있다. 송수신기(206)는 RF(radio frequency) 유닛과 혼용될 수 있다. 본 개시에서 무선 장치는 통신 모듈/회로/칩을 의미할 수도 있다.

[0052] 이하, 무선 장치(200)의 하드웨어 요소에 대해 보다 구체적으로 설명한다. 이로 제한되는 것은 아니지만, 적어도 하나의 프로토콜 계층이 적어도 하나의 프로세서(202)에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 프로세서(202)는 적어도 하나의 계층(예: PHY(physical), MAC(media access control), RLC(radio link control), PDCP(packet data convergence protocol), RRC(radio resource control), SDAP(service data adaptation protocol)와 같은 기능적 계층)을 구현할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서(202)는 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들에 따라 적어도 하나의 PDU(Protocol Data Unit) 및/또는 적어도

하나의 SDU(service data unit)를 생성할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서(202)는 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들에 따라 메시지, 제어정보, 데이터 또는 정보를 생성할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서(202)는 본 문서에 개시된 기능, 절차, 제안 및/또는 방법에 따라 PDU, SDU, 메시지, 제어정보, 데이터 또는 정보를 포함하는 신호(예: 베이스밴드 신호)를 생성하여, 적어도 하나의 송수신기(206)에게 제공할 수 있다. 적어도 하나의 프로세서(202)는 적어도 하나의 송수신기(206)로부터 신호(예: 베이스밴드 신호)를 수신할 수 있고, 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들에 따라 PDU, SDU, 메시지, 제어정보, 데이터 또는 정보를 획득할 수 있다.

[0053] 적어도 하나의 프로세서(202)는 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 또는 마이크로 컴퓨터로 지칭될 수 있다. 적어도 하나의 프로세서(202)는 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합에 의해 구현될 수 있다. 일 예로, 적어도 하나의 ASIC(application specific integrated circuit), 적어도 하나의 DSP(digital signal processor), 적어도 하나의 DSPD(digital signal processing device), 적어도 하나의 PLD(programmable logic device) 또는 적어도 하나의 FPGA(field programmable gate arrays)가 적어도 하나의 프로세서(202)에 포함될 수 있다. 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들은 펌웨어 또는 소프트웨어를 사용하여 구현될 수 있고, 펌웨어 또는 소프트웨어는 모듈, 절차, 기능 등을 포함하도록 구현될 수 있다. 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들은 수행하도록 설정된 펌웨어 또는 소프트웨어는 적어도 하나의 프로세서(202)에 포함되거나, 적어도 하나의 메모리(204)에 저장되어 적어도 하나의 프로세서(202)에 의해 구동될 수 있다. 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도들은 코드, 명령어 및/또는 명령어의 집합 형태로 펌웨어 또는 소프트웨어를 사용하여 구현될 수 있다.

[0054] 적어도 하나의 메모리(204)는 적어도 하나의 프로세서(202)와 연결될 수 있고, 다양한 형태의 데이터, 신호, 메시지, 정보, 프로그램, 코드, 지시 및/또는 명령을 저장할 수 있다. 적어도 하나의 메모리(204)는 ROM(read only memory), RAM(random access memory), EPROM(erasable programmable read only memory), 플래시 메모리, 하드 드라이브, 레지스터, 캐쉬 메모리, 컴퓨터 판독 저장 매체 및/또는 이들의 조합으로 구성될 수 있다. 적어도 하나의 메모리(204)는 적어도 하나의 프로세서(202)의 내부 및/또는 외부에 위치할 수 있다. 또한, 적어도 하나의 메모리(204)는 유선 또는 무선 연결과 같은 다양한 기술을 통해 적어도 하나의 프로세서(202)와 연결될 수 있다.

[0055] 적어도 하나의 송수신기(206)는 적어도 하나의 다른 장치에게 본 문서의 방법들 및/또는 동작 순서도 등에서 언급되는 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 전송할 수 있다. 적어도 하나의 송수신기(206)는 적어도 하나의 다른 장치로부터 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도 등에서 언급되는 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 수신할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 송수신기(206)는 적어도 하나의 프로세서(202)와 연결될 수 있고, 무선 신호를 송수신할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 프로세서(202)는 적어도 하나의 송수신기(206)가 적어도 하나의 다른 장치에게 사용자 데이터, 제어 정보 또는 무선 신호를 전송하도록 제어할 수 있다. 또한, 적어도 하나의 프로세서(202)는 적어도 하나의 송수신기(206)가 적어도 하나의 다른 장치로부터 사용자 데이터, 제어 정보 또는 무선 신호를 수신하도록 제어할 수 있다. 또한, 적어도 하나의 송수신기(206)는 적어도 하나의 안테나(208)와 연결될 수 있고, 적어도 하나의 송수신기(206)는 적어도 하나의 안테나(208)를 통해 본 문서에 개시된 설명, 기능, 절차, 제안, 방법 및/또는 동작 순서도 등에서 언급되는 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 송수신하도록 설정될 수 있다. 본 문서에서, 적어도 하나의 안테나는 복수의 물리 안테나이거나, 복수의 논리 안테나(예: 안테나 포트)일 수 있다. 적어도 하나의 송수신기(206)는 수신된 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 적어도 하나의 프로세서(202)를 이용하여 처리하기 위해, 수신된 무선 신호/채널 등을 RF 밴드 신호에서 베이스밴드 신호로 변환(convert)할 수 있다. 적어도 하나의 송수신기(206)는 적어도 하나의 프로세서(202)를 이용하여 처리된 사용자 데이터, 제어 정보, 무선 신호/채널 등을 베이스밴드 신호에서 RF 밴드 신호로 변환할 수 있다. 이를 위하여, 적어도 하나의 송수신기(206)는 (아날로그) 오실레이터 및/또는 필터를 포함할 수 있다.

[0056] 도 2를 참고하여 설명한 무선 장치의 구성요소들은 기능적인 측면에서 다른 용어로 지칭될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(202)는 제어부, 송수신기(206)는 통신부, 메모리(204)는 저장부로 지칭될 수 있다. 경우에 따라, 통신부는 프로세서(202)의 적어도 일부 및 송수신기(206)를 포함하는 의미로 사용될 수 있다.

[0057] 도 2를 참고하여 설명한 무선 장치의 구조는 다양한 장치의 적어도 일부의 구조로 이해될 수 있다. 예를 들어, 도 2에 예시된 무선 장치의 구조는, 도 1을 참고하여 설명한 다양한 장치들(예: 로봇(100a), 차량(100b-1, 100b-2), XR 장치(100c), 휴대 장치(100d), 가전(100e), IoT 장치(100f), AI 장치/서버(100g))의 적어도 일부

일 수 있다. 나아가, 다양한 실시예들에 따라, 도 2에 예시된 구성요소들 외, 장치는 다른 구성요소들을 더 포함할 수 있다.

[0058] 예를 들어, 장치는 스마트폰, 스마트패드, 웨어러블 장치(예: 스마트 워치, 스마트 글래스), 휴대용 컴퓨터(예: 노트북 등)와 같은 휴대 장치일 수 있다. 이 경우, 장치는 전원을 공급하며, 유/무선 충전 회로, 배터리 등을 포함하는 전원공급부, 다른 장치와의 연결을 위한 적어도 하나의 포트(예: 오디오 입/출력 포트, 비디오 입/출력 포트)를 포함하는 인터페이스부, 영상 정보/신호, 오디오 정보/신호, 데이터, 및/또는 사용자로부터 입력되는 정보를 입력 및 출력하기 위한 입출력부 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0059] 예를 들어, 장치는 이동형 로봇, 차량, 기차, 유/무인 비행체(aerial vehicle, AV), 선박 등과 같은 이동 장치일 수 있다. 이 경우, 장치는 장치의 엔진, 모터, 파워 트레인, 바퀴, 브레이크, 조향 장치 중 적어도 하나를 포함하는 구동부, 전원을 공급하며, 유/무선 충전 회로, 배터리 등을 포함하는 전원공급부, 장치 또는 장치 주변의 상태 정보, 환경 정보, 사용자 정보를 센싱하는 센서부, 경로 유지, 속도 조절, 목적지 설정 등의 기능을 수행하는 자율 주행부, GPS(global positioning system) 및 다양한 센서를 통하여 이동체 위치 정보를 획득하는 위치 측정부 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0060] 예를 들어, 장치는 HMD, 차량에 구비된 HUD(head-up display), 텔레비전, 스마트폰, 컴퓨터, 웨어러블 디바이스, 가전 장치, 디지털 사이니지(signage), 차량, 로봇 등과 같은 XR 장치일 수 있다. 이 경우, 장치는, 전원을 공급하며, 유/무선 충전 회로, 배터리 등을 포함하는 전원공급부, 외부로부터 제어 정보, 데이터 등을 획득하며, 생성된 XR 오브젝트를 출력하는 입출력부, 장치 또는 장치 주변의 상태 정보, 환경 정보, 사용자 정보를 센싱하는 센서부 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0061] 예를 들어, 장치는 사용 목적이나 분야에 따라 산업용, 의료용, 가정용, 군사용 등으로 분류 가능한 로봇일 수 있다. 이 경우, 장치는 장치 또는 장치 주변의 상태 정보, 환경 정보, 사용자 정보를 센싱하는 센서부, 로봇 관절을 움직이는 등의 다양한 물리적 동작을 수행하는 구동부 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0062] 예를 들어, 장치는 TV, 프로젝터, 스마트폰, PC, 노트북, 디지털방송용 단말기, 태블릿 PC, 웨어러블 장치, 셋톱박스(STB), 라디오, 세탁기, 냉장고, 디지털 사이니지, 로봇, 차량 등과 같은 AI 장치일 수 있다. 이 경우, 장치는 외부로부터 다양한 종류의 데이터를 획득하는 입력부, 시각, 청각 또는 촉각 등과 관련된 출력을 생성하는 출력부, 장치 또는 장치 주변의 상태 정보, 환경 정보, 사용자 정보를 센싱하는 센서부, 학습 데이터를 이용하여 인공 신경망으로 구성된 모델을 학습하는 훈련부(training unit) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0063] 도 2에 예시된 무선 장치의 구조는, RAN 노드(예: 기지국, DU, RU, RRH 등)의 일부로 이해될 수 있다. 즉, 도 2에 예시된 장치는 RAN 노드일 수 있다. 이 경우, 장치는 프론트 홀(front haul) 및/또는 백홀(back haul) 통신을 위한 유선 송수신기를 더 포함할 수 있다. 다만, 프론트 홀 및/또는 백홀 통신이 무선 통신에 기반하면, 도 2에 예시된 적어도 하나의 송수신기(206)가 프론트 홀 및/또는 백홀 통신을 위해 사용되고, 유선 송수신기는 포함되지 아니할 수 있다.

[0064] 도 3은 본 개시에 적용되는 전송 신호를 처리하는 방법을 도시한다. 일 예로, 전송 신호는 신호 처리 회로에 의해 처리될 수 있다. 이때, 신호 처리 회로(300)는 스캐램블러(310), 변조기(320), 레이어 매핑(330), 프리코더(340), 자원 매핑(350), 신호 생성기(360)를 포함할 수 있다. 이때, 일 예로, 도 3의 동작/기능은 도 2의 프로세서(202) 및/또는 송수신기(206)에서 수행될 수 있다. 또한, 일 예로, 도 3의 하드웨어 요소는 도 2의 프로세서(202) 및/또는 송수신기(206)에서 구현될 수 있다. 일 예로, 블록 310 내지 360은 도 2의 프로세서(202)에서 구현될 수 있다. 또한, 블록 310 내지 350은 도 2의 프로세서(202)에서 구현되고, 블록 360은 도 2의 송수신기(206)에서 구현될 수 있으며, 상술한 실시예로 한정되지 않는다.

[0065] 코드워드는 도 3의 신호 처리 회로(300)를 거쳐 무선 신호로 변환될 수 있다. 여기서, 코드워드는 정보블록의 부호화된 비트 시퀀스이다. 정보블록은 전송블록(예: UL-SCH 전송블록, DL-SCH 전송블록)을 포함할 수 있다. 무선 신호는 다양한 물리 채널(예: PUSCH, PDSCH)을 통해 전송될 수 있다. 구체적으로, 코드워드는 스캐램블러(310)에 의해 스캐램블된 비트 시퀀스로 변환될 수 있다. 스캐램블에 사용되는 스캐램블 시퀀스는 초기화 값에 기반하여 생성되며, 초기화 값은 무선 장치의 ID 정보 등이 포함될 수 있다. 스캐램블된 비트 시퀀스는 변조기(320)에 의해 변조 심볼 시퀀스로 변조될 수 있다. 변조 방식은 $\pi/2$ -BPSK($\pi/2$ -binary phase shift keying), m-PSK(m-phase shift keying), m-QAM(m-quadrature amplitude modulation) 등을 포함할 수 있다.

[0066] 복소 변조 심볼 시퀀스는 레이어 매핑(330)에 의해 적어도 하나의 전송 레이어로 매핑될 수 있다. 각 전송 레이어의 변조 심볼들은 프리코더(340)에 의해 해당 안테나 포트(들)로 매핑될 수 있다. 프리코더(340)의 출력 z 는

레이어 매핑(330)의 출력 y 를 $N \times M$ 의 프리코딩 행렬 W 와 곱함으로써 얻어질 수 있다. 여기서, N 은 안테나 포트의 개수, M 은 전송 레이어의 개수이다. 여기서, 프리코더(340)는 복소 변조 심볼들에 대한 트랜스폼(transform) 프리코딩(예: DFT(discrete fourier transform) 변환)을 수행한 이후에 프리코딩을 수행할 수 있다. 또한, 프리코더(340)는 트랜스폼 프리코딩을 수행하지 않고 프리코딩을 수행할 수 있다.

[0067] 자원 매핑(350)은 각 안테나 포트의 변조 심볼들을 시간-주파수 자원에 매핑할 수 있다. 시간-주파수 자원은 시간 도메인에서 복수의 심볼(예: CP-OFDMA 심볼, DFT-s-OFDMA 심볼)을 포함하고, 주파수 도메인에서 복수의 부반송파를 포함할 수 있다. 신호 생성기(360)는 매핑된 변조 심볼들로부터 무선 신호를 생성하며, 생성된 무선 신호는 각 안테나를 통해 다른 장치로 전송될 수 있다. 이를 위해, 신호 생성기(360)는 IFFT(inverse fast fourier transform) 모듈 및 CP(cyclic prefix) 삽입기, DAC(digital-to-analog converter), 주파수 상향 변환기(frequency uplink converter) 등을 포함할 수 있다.

[0068] 무선 장치에서 수신 신호를 위한 신호 처리 과정은 도 3의 신호 처리 과정(310 내지 360)의 역으로 구성될 수 있다. 일 예로, 무선 장치(예: 도 2의 200)는 안테나 포트/송수신기를 통해 외부로부터 무선 신호를 수신할 수 있다. 수신된 무선 신호는 신호 복원기를 통해 베이스밴드 신호로 변환될 수 있다. 이를 위해, 신호 복원기는 주파수 하향 변환기(frequency downlink converter), ADC(analog-to-digital converter), CP 제거기, FFT(fast fourier transform) 모듈을 포함할 수 있다. 이후, 베이스밴드 신호는 자원 디-매핑 과정, 포스트코딩(postcoding) 과정, 복조 과정 및 디-스크램블 과정을 거쳐 코드워드로 복원될 수 있다. 코드워드는 복호(decoding)를 거쳐 원래의 정보블록으로 복원될 수 있다. 따라서, 수신 신호를 위한 신호 처리 회로(미도시)는 신호 복원기, 자원 디-매핑, 포스트코더, 복조기, 디-스크램블러 및 복호기를 포함할 수 있다.

[0069] 도 4는 본 개시에 적용 가능한 단말 및 기지국 간 통신 절차를 도시한다. 도 4는 단말(410) 및 기지국(420)이 데이터를 송신 및/또는 수신하는 동작 및 이에 앞서 수행되는 동작들을 예시한다.

[0070] 도 4를 참고하면, 401 단계에서, 단말(410) 및 기지국(420)은 동기화를 수행한다. 예를 들어, 단말(410)은 초기 셀 탐색(initial cell search) 동작을 수행한다. 구체적으로, 단말(410)은 기지국(420)에서 미리 정의된 규칙에 따라 송신되는 적어도 하나의 동기 신호를 검출할 수 있다. 여기서, 동기 신호는 구조 또는 용도에 따라 분류되는 복수의 동기 신호들(예: 프라이머리 동기 신호, 세컨더리 동기 신호)을 포함할 수 있다. 이를 통해, 단말(410)은 기지국(420)의 프레임, 서브프레임, 슬롯 및/또는 심볼의 경계(boundary)를 확인하고, 기지국(420)에 대한 정보(예: 셀 식별자)를 획득할 수 있다.

[0071] 403 단계에서, 단말(410)은 기지국(420)에서 송신되는 시스템 정보를 획득한다. 시스템 정보는 기지국(420)에 접속하고, 서비스를 이용하기 위해 필요한 기지국(420)의 속성, 특성, 및/또는 능력에 관련된 정보로서, 내용(예: 접속을 위해 필수적으로 필요한지 여부), 송신 구조(예: 사용되는 채널, 요구에 따라(on-demand) 제공되는지 여부) 등에 따라 분류될 수 있으며, 예를 들어, MIB(master information block) 및 SIB(system information block)로 분류될 수 있다. 필요에 따라, 단말(410)은 시스템 정보를 수신하기에 앞서 시스템 정보를 요청하는 신호를 송신할 수 있다. 다만, 시스템 정보의 요청 및 제공은 후술되는 랜덤 액세스(random access) 절차 이후에 수행될 수 있다.

[0072] 405 단계에서, 단말(410) 및 기지국(420)은 랜덤 액세스 절차를 수행한다. 단말(410)은 시스템 정보를 통해 획득된 기지국(420)의 랜덤 액세스 채널에 관련된 정보(예: 채널 위치, 채널 구조, 지원되는 프리앰블의 구조 등)에 기반하여 랜덤 액세스 절차를 위한 적어도 하나의 메시지(예: 랜덤 액세스 프리앰블, RAR(random access response) 메시지 등)을 송신 및/또는 수신할 수 있다. 예를 들어, 단말(410)은 랜덤 액세스 채널을 통해 프리앰블(예: MSG1)을 송신하고, RAR 메시지(예: MSG2)를 수신하고, RAR 메시지에 포함되는 스케줄링 정보를 이용하여 단말(410)에 관련된 정보(예: 식별 정보)를 포함하는 메시지(예: MSG3)를 기지국(420)에게 송신하고, 경쟁 해소(contention resolution) 및/또는 연결 설정을 위한 메시지(예: MSG4)를 수신할 수 있다. 다른 예로, MSG1 및 MSG3이 하나의 메시지로, 또는 MSG2 및 MSG4가 하나의 메시지로 송신 및 수신될 수 있다.

[0073] 407 단계에서, 단말(410) 및 기지국(420)은 제어 정보의 시그널링을 수행한다. 여기서, 제어 정보는 제어 정보는 연결을 제어하는 계층(예: RRC(radio resource control) 계층), 논리 채널 및 전송 채널 간 매핑을 처리하는 계층(예: MAC(media access control) 계층), 물리 채널을 처리하는 계층(예: PHY(physical) 계층) 등 다양한 계층들에서 정의될 수 있다. 예를 들어, 단말(410) 및 기지국(420)은 연결을 수립하기 위한 시그널링, 통신과 관련된 설정을 결정하기 위한 시그널링, 할당된 자원을 지시하기 위한 시그널링 중 적어도 하나를 수행할 수 있다.

[0074] 409 단계에서, 단말(410) 및 기지국(420)은 데이터를 송신 및/또는 수신한다. 다시 말해, 단말(410) 및 기지국(420)은 제어 정보의 시그널링에 기반하여 데이터를 처리하고, 송신 및/또는 수신할 수 있다. 예를 들어, 데이터를 송신하는 경우, 단말(410) 또는 기지국(420)은 정보 비트들에 대하여 채널 인코딩, 레이트 매칭(rate matching), 스크램블링, 성상도 맵핑, 레이어 맵핑, 파형(waveform) 변조, 안테나 맵핑, 자원 맵핑 중 적어도 하나를 수행할 수 있다. 반대로, 데이터를 수신하는 경우, 단말(410) 또는 기지국(420)은 자원에서 신호 추출, 안테나 별 파형 복조, 레이어 맵핑을 고려한 신호 배치, 성상도 디매핑, 디스크램블링, 채널 디코딩 중 적어도 하나를 수행할 수 있다.

[0075] **6G 통신 시스템 및 6G 시스템의 핵심 구현 기술**

[0076] 5G 시스템은 410MHz 내지 7125MHz를 포함하는 FR1(frequency range 1) 및 24,250MHz 내지 71,000MHz를 포함하는 FR2(frequency range 2) 내에서 다양한 동작 대역들을 정의한다. 이후의 6G 시스템의 동작 대역들로서 다양한 주파수들이 논의되고 있는데, 더 넓은 대역폭 및 더 높은 전송 속도를 위해 5G 시스템보다 높은 주파수의 사용도 고려되고 있다. 그중 하나로서, 약 100GHz 내지 10THz를 포함하며 THz(Terahertz) 주파수 대역의 사용이 논의되고 있다. THz 주파수 대역은 전파의 투과성 및 광파의 직진성을 모두 가진 대역이며, THz 주파수 대역을 이용한 통신은 기존의 전파 중심의 통신에서 광파 기반의 통신으로의 과도기적 역할을 수행할 것으로 기대되기도 한다.

[0077] 이와 같이 THz 주파수 대역을 활용하는 6G 시스템은 i)디바이스 당 매우 높은 데이터 속도, ii)매우 많은 수의 연결된 디바이스들, iii)글로벌 연결성(global connectivity), iv)매우 낮은 지연, v)배터리-프리(battery-free) IoT 디바이스들의 에너지 소비를 낮추고, vi)초고신뢰성 연결, vii)머신 러닝 능력을 가지는 연결된 지능 등에 목적이 있다. 6G 시스템의 비전은 "intelligent connectivity", "deep connectivity", "holographic connectivity", "ubiquitous connectivity"와 같은 4가지 측면일 수 있으며, 6G 시스템은 하기 [표 1]과 같은 요구 사항을 만족시키도록 설계될 수 있다.

표 1

[0078] Per device peak data rate	1 Tbps
E2E latency	1 ms
Maximum spectral efficiency	100 bps/Hz
Mobility support	up to 1000 km/hr
Satellite integration	Fully
AI	Fully
Autonomous vehicle	Fully
XR	Fully
Haptic Communication	Fully

[0079] 이때, 6G 시스템은 향상된 모바일 브로드밴드(enhanced mobile broadband, eMBB), 초-저지연 통신(ultra-reliable low latency communications, URLLC), mMTC (massive machine type communications), AI 통합 통신(AI integrated communication), 촉각 인터넷(tactile internet), 높은 스루풋(high throughput), 높은 네트워크 능력(high network capacity), 높은 에너지 효율(high energy efficiency), 낮은 백홀 및 접근 네트워크 혼잡(low backhaul and access network congestion) 및 향상된 데이터 보안(enhanced data security)과 같은 핵심 요소(key factor)들을 가질 수 있다.

[0080] 도 5는 본 개시에 적용 가능한 6G 시스템에서 제공 가능한 통신 구조의 일례를 도시한다. 도 5를 참고하면, 6G 시스템은 5G 무선통신 시스템보다 50배 더 높은 동시 무선통신 연결성을 가질 것으로 예상된다. 5G의 핵심 요소(key feature)인 URLLC는 6G 통신에서 1ms보다 적은 단-대-단(end-to-end) 지연을 제공함으로써 보다 더 주요한 기술이 될 것으로 예상된다. 이때, 6G 시스템은 자주 사용되는 영역 스펙트럼 효율과 달리 체적 스펙트럼 효율이 훨씬 우수할 것이다. 6G 시스템은 매우 긴 배터리 수명과 에너지 수확을 위한 고급 배터리 기술을 제공할 수 있어, 6G 시스템에서 모바일 디바이스들은 별도로 충전될 필요가 없을 수 있다.

[0081] 6G 시스템의 핵심 구현 기술로서, 인공 지능(artificial Intelligence, AI), THz(Terahertz) 통신, 광 무선 기술(optical wireless technology), FSO 백홀 네트워크, 대규모 MIMO 기술, 블록 체인, 3D 네트워킹, 양자 커뮤니케이션, 무인 항공기, 셀-프리 통신(cell-free communication), 무선 정보 및 에너지 전송(wireless information and energy transfer, WIET), 센싱과 커뮤니케이션의 통합, 액세스 백홀 네트워크의 통합, 홀로그

램 빔포밍, 빅 데이터 분석, LIS(large intelligent surface) 등의 기술들이 채택될 수 있다.

[0082] 예를 들어, THz 통신은, 도 6과 같은 0.03mm-3mm 범위의 해당 파장을 가진 0.1THz 및 10THz 사이의 주파수 대역의 스펙트럼을 이용하는 통신으로서, 도 7과 같은 구조의 회로 소자들을 이용하여 구현될 수 있다. 또한, 광 무선 기술은 광소자를 이용하여 THz 신호를 발생 및 변조하는 기술로서, 도 8, 도 9, 도 10, 도 11과 같은 구조의 장치에 기반하여 구현될 수 있다.

[0083] 또한, 인공지능은 신경망, 기계학습(machine model) 등 다양한 모델에 기반하여 구현될 수 있다. 예를 들어, 신경망 구조의 인공지능 모델은 도 12과 같은 퍼셉트론의 구조에 기반할 수 있다. 도 12을 참고하면, 인공 신경망은 여러 개의 퍼셉트론들로 구성될 수 있다. 퍼셉트론의 구조에 따라, 입력 벡터 $x=\{x_1, x_2, \dots, x_d\}$ 가 입력되면, 각 성분 x_i 에 가중치 $\{W_1, W_2, \dots, W_d\}$ 가 곱해지고, 그 결과가 모두 합산된 후, 활성화함수 $\sigma(\cdot)$ 가 적용된다. 거대한 인공 신경망 구조는 도 12에 도시한 단순화된 퍼셉트론 구조를 확장하면, 입력벡터는 서로 다른 다 차원의 퍼셉트론에 적용될 수 있다. 퍼셉트론들이 적층되면, 도 13와 같은 입력층, 은닉층, 출력층을 가지는 신경망이 구성될 수 있다.

[0084] 본 개시의 구체적인 실시예

[0085] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 소스의 컨텍스트(context) 정보를 기반으로 시맨틱(semantic) 통신을 수행하기 위한 공동 소스-채널 부호화(joint source and channel coding, JSCC) 기술에 관한 것이다. 본 개시에서, JSCC는 송신하고자 하는 소스의 컨텍스트 정보를 기반으로 소스 코딩 및 채널 코딩을 하나의 절차로서 수행하는 기법을 의미한다. 즉, 본 개시는 시맨틱 통신에서 전달되는 표현(representation)인 소스(source)에 대한 부호화 및 무선 채널의 오류 극복을 위한 채널 부호화를 결합적으로 수행하는 기술에 대한 다양한 실시예들을 제안한다.

[0086] 기존의 통신 시스템은 수행하는 태스크(task) 또는 데이터 패킷의 내용과 무관하게 이진(binary) 비트를 신뢰성 있게 전달하는 것을 목표로 설계되었다. 그러나, 시맨틱 통신 또는 목적 지향적 통신(goal-oriented communication)은 특정한 타겟 어플리케이션에서 요구하는 데이터 전달 조건 및 특성을 고려하여 데이터를 송수신하도록 설계되는 것이 일반적이다. 이를 위해, 최근 소스 코딩과 채널 코딩을 분리 수행하는 분리 소스-채널 부호화(separate source channel coding, SSCC) 기법, 및 신경망(neural network)를 통해 소스 코딩과 채널 코딩을 동시에 수행하는 비선형 변환 소스-채널 부호화(nonlinear transform source-channel coding, NTSCC) 기법이 제안된 바 있다.

[0087] 도 14는 SSCC 기법의 구조(architecture)를 도시한다. 도 14를 참고하면, 송신 장치는 송신하고자 하는 소스(source) $x(1401)$ 를 훈련된 신경망 g_s 를 통해 잠재 요소들(latent factors) $y(1403)$ 로 변환하고, 잠재 요소들 $y(1403)$ 을 비트로 변환하여 송신하기 위해 잠재 요소들 $y(1403)$ 을 양자화(quantization)한 후, 엔트로피 인코더(entropy encoder, EE)(1411)를 통해 압축한다. 이때, 송신 장치는 신경망 h_s 를 통해 잠재 요소들 $y(1403)$ 을 압축함으로써 획득되는 컨텍스트 정보 $z(1405)$ 를 기반으로 잠재 요소들의 분포의 평균 값 $\bar{\mu}(1407)$ 및 표준 편차 $\bar{\sigma}(1409)$ 를 추정하고, 추정된 평균 값 $\bar{\mu}(1407)$ 및 표준 편차 $\bar{\sigma}(1409)$ 를 기반으로 잠재 요소들 $y(1403)$ 을 압축하는 엔트로피 부호화를 수행할 수 있다. 이후, 송신 장치는 채널 인코더(channel encoder, CE)(1413)로 압축된 데이터에 대한 채널 부호화를 수행하고, 채널 인코딩된 데이터를 AWGN(additive white gaussian noise) 채널을 통해 수신 장치에게 송신한다. 추가적으로, 송신 장치는 엔트로피 인코더(1415) 및 채널 인코더(1417)를 통해 컨텍스트 정보 $z(1405)$ 를 압축 및 채널 인코딩하고, AWGN 채널을 통해 수신 장치에 송신한다.

[0088] 수신 장치는 채널 디코더(channel decoder, CD)(1421) 및 엔트로피 디코더(entropy decoder, ED)(1423)를 이용하여 AWGN 채널을 통해 수신되는 데이터에 대한 채널 디코딩 및 엔트로피 복호화를 수행함으로써 잠재 요소들에 대한 추정치 $\hat{\mathcal{Y}}(1431)$ 를 획득하고, 훈련된 신경망 g_s 를 이용하여 잠재 요소들에 대한 추정치 $\hat{\mathcal{Y}}(1431)$ 로부터 소스 복원 결과 $\hat{x}(1433)$ 를 획득한다. 이때, 수신 장치는 채널 디코더(1425) 및 엔트로피 디코더(1427)를 이용하여 AWGN 채널을 통해 수신되는 데이터로부터 컨텍스트 정보 $\bar{z}(1435)$ 를 획득하고, 신경망 h_s 를 이용하여 컨텍스트 정보로부터 잠재 요소들의 분포의 평균 값 $\bar{\mu}(1437)$ 및 표준 편차 $\bar{\sigma}(1439)$ 를 추정한 후, 추정 결과에 대하여 엔트로피 복호화를 수행함으로써, 잠재 요소들에 대한 추정치 $\hat{\mathcal{Y}}(1431)$ 를 획득할 수 있다. 즉, 종래의 SSCC

는 소스 코딩과 채널 코딩을 별도로 수행하며, 확률 모델 없이 신경망을 학습함으로써, 잡재 요소들을 송수신한다.

[0089] 도 15는 NTSCC 기법의 구조를 도시한다. 도 15를 참고하면, 송신 장치는 송신하고자 하는 소스 $x(1501)$ 를 훈련된 신경망 g_s 를 통해 잡재 요소들 $y(1503)$ 로 변환한다. 이때, 송신 장치는 신경망 h_s 를 통해 잡재 요소들 $y(1503)$ 을 압축함으로써 획득되는 컨텍스트 정보 $z(1505)$ 를 기반으로, 각 잡재 요소들에 서로 다른 레이트(rate)를 할당(1511)한다. 즉, 송신 장치는 신경망 h_s 를 이용하여 컨텍스트 정보 $z(1505)$ 로부터 잡재 요소들의 분포의 평균 값 $\bar{\mu}(1507)$ 및 표준 편차 $\bar{\sigma}(1509)$ 를 추정하고, 추정 결과를 기반으로 각 잡재 요소에 서로 다른 레이트(rate)를 할당한다. 송신 장치는 서로 다른 레이트가 할당된 잡재 요소들을 딥 공동 소스-채널 부호화를 수행하도록 설계된 신경망 $f_c(1513)$ 에 입력한 후, 신경망 $f_c(1513)$ 의 출력을 AWGN 채널을 통해 수신 장치에게 송신한다. 추가적으로, 송신 장치는 엔트로피 인코더(1515) 및 채널 인코더(1517)를 통해 컨텍스트 정보 $z(1505)$ 를 압축 및 채널 인코딩하고, AWGN 채널을 통해 수신 장치에게 송신한다.

[0090] 수신 장치는 딥 공동 소스-채널 복호화를 수행하도록 설계된 신경망 $f_d(1521)$ 를 통해 잡재 요소에 대한 추정치 $\hat{y}(1531)$ 를 획득하고, 훈련된 신경망 g_s 를 이용하여 잡재 요소들에 대한 추정치 $\hat{y}(1531)$ 로부터 소스 복원 결과 $\hat{x}(1533)$ 를 획득할 수 있다. 또한, 수신 장치는 채널 디코더(1525) 및 엔트로피 디코더(1527)를 통해 AWGN 채널을 통해 수신되는 데이터로부터 컨텍스트 정보 $\bar{z}(1535)$ 를 획득하고, 신경망 h_s 를 이용하여 컨텍스트 정보 $\bar{z}(1535)$ 로부터 잡재 요소들의 분포의 평균 값 $\bar{\mu}(1537)$ 및 표준 편차 $\bar{\sigma}(1539)$ 를 추정하고, 소스-채널 복호화를 수행함으로써 잡재 요소들에 대한 추정치 $\hat{y}$ 를 획득할 수 있다.

[0091] 그러나, 상술한 SSCC 및/또는 NTSCC 기법들은 채널 환경에 따른 성능을 분석할 수 없는 한계를 가진다. 따라서, 채널 환경이 변경될 때마다 매번 신경망을 학습해야 하는 문제점이 존재한다. 또한, 목적에 따라 별개의 학습된 신경망이 필요하여 범용성이 떨어지는 문제점이 존재한다.

[0092] 따라서, 이하 본 개시는 무선 통신 시스템에서 소스의 컨텍스트 정보 및 채널 정보를 이용하여 JSCC 기반의 부호화 및 복호화를 수행함으로써, 송신단에서 발생한 소스를 압축 및 전송하는 송신하고, 수신단에서 이를 수신하는 시스템, 및 이들의 동작 방법에 대해 설명한다. 특히, 이하 본 개시는 송신단에서 생성된 소스 부호들의 평균 제곱 오차(mean-squared error, MSE)를 최소화하는 관점에서 JSCC를 수행하는 기술을 제안한다.

[0093] 도 16은 본 개시의 일 실시예에 따른 JSCC 기법의 구조를 도시한다.

[0094] 도 16을 참고하면, 송신 장치는 송신하고자 하는 소스 $x(1601)$ 를 훈련된 신경망 g_s 를 통해 잡재 요소들 $y(1603)$ 로 변환한다. 이때, 송신 장치는 신경망 h_s 를 통해 복수의 잡재 요소들 $y(1603)$ 을 압축하여 획득되는 컨텍스트 정보 $z(1605)$ 를 기반으로, 제한된 전력 내에서 잡재 요소들 $y(1603)$ 각각에 전력을 할당한다. 즉, 송신 장치는 컨텍스트 정보 $z(1605)$ 를 신경망 h_s 에 입력하여 잡재 요소들의 분포의 평균 값 $\bar{\mu}(1607)$ 및 표준 편차 $\bar{\sigma}(1609)$ 를 추정하고, 추정 결과를 기반으로 잡재 요소들 $y(1603)$ 각각에 전력을 할당할 수 있다. 이때, 잡재 요소들 $y(1603)$ 각각은 서로 다른 평균 및 표준 편차를 가질 수 있다. 송신 장치는 수신 장치의 MSE를 최소화하는 방식으로 잡재 요소들 $y(1603)$ 각각에 전력을 할당(1611)할 수 있다. 예를 들어, 송신 장치는 잡재 요소들 $y(1603)$ 의 표준 편차를 기반으로 k 개의 잡재 요소들을 선택하고, 선택된 k 개의 잡재 요소들에 전력을 할당할 수 있다. 송신 장치는 k 개의 잡재 요소들에 전력을 할당하기 위해 워터필링(water-filling) 알고리즘을 이용할 수 있다. 즉, 상대적으로 상태가 좋은 채널에 더 많은 전력을 할당하고, 상대적으로 상태가 나쁜 채널에는 적은 전력만을 할당하거나 전력을 할당하지 아니하는 워터필링 알고리즘 또는 이와 유사한 알고리즘에 기초하여, 표준 편차가 높은 k 개의 잡재 요소들에 전력을 할당하고, 표준 편차가 낮은 다른 잡재 요소에 전력을 할당하지 않을 수 있다.

[0095] 송신 장치는 k 개의 잡재 요소들에 대한 전력 할당 정보를 기반으로 k 개의 잡재 요소들을 코딩하고, AWGN 채널을 통해 수신 장치에 송신한다. 추가적으로, 송신 장치는 엔트로피 인코더(1615) 및 채널 인코더(1617)를 통해 컨텍스트 정보 $z(1605)$ 를 압축 및 채널 인코딩한 후, AWGN 채널을 통해 수신 장치에 송신한다. 수신 장치는

MMSE(minimum mean squared error) 수신기(1621)를 이용하여, AWGN 채널을 통해 수신되는 데이터로부터 k 개의 잠재 요소들에 대한 추정치 $\hat{\mathbf{y}}(1631)$ 를 획득한다. 구체적으로, 수신 장치는 채널 디코더(1628) 및 엔트로피 디코더(1627)를 통해 AWGN 채널을 통해 수신되는 데이터로부터 컨텍스트 정보(1635)를 획득한다. 수신 장치는 컨텍스트 정보를 이용하는 신경망 h_s 를 이용하여 잠재 요소들의 분포의 평균 값 $\bar{\mu}(1637)$ 및 표준 편차 $\bar{\sigma}(1639)$ 를 획득하고, 획득된 평균 값 $\bar{\mu}(1637)$ 및 표준 편차 $\bar{\sigma}(1639)$ 를 MMSE 수신기(1621)에 입력하고, MMSE 수신기(1621)를 이용하여 k 개의 잠재 요소들에 대한 추정치들 $\hat{\mathbf{y}}(1631)$ 을 획득할 수 있다. 수신 장치는 훈련된 신경망 g_s 를 이용하여 획득된 k 개의 잠재 요소들에 대한 추정치들 $\hat{\mathbf{y}}(1631)$ 로부터 소스 복원 결과 $\hat{\mathbf{x}}(1633)$ 를 획득할 수 있다.

[0096] 도 17은 본 개시의 일 실시예에 따른 시맨틱 통신 시스템의 예를 도시한다.

[0097] 도 17을 참고하면, 시맨틱 통신 시스템에서, 소스(1701)는 송신 장치(1710)에서 수신 장치(1720)에게 전달되는 정보로서, 컨텍스트 정보(1703)에 기반하여 송신 및 수신될 수 있다. 이를 위해, 송신 장치(1710) 및 수신 장치(1720)가 소스(1701)에 대한 컨텍스트 정보(1703)를 공유한다. 일 실시예에 따르면, 송신 장치(1710)가 수신 장치(1720)에게 컨텍스트 정보(1703)를 송신함으로써, 송신 장치(1710)와 수신 장치(1720)가 동일한 컨텍스트 정보를 보유할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 설계자, 사업자, 사용자, 운영자 및/또는 다른 장치의 제어에 의해, 송신 장치(1710) 및 수신 장치(1720) 각각에 사전에 컨텍스트 정보가 제공 및 저장됨으로써, 송신 장치(1710) 및 수신 장치(1720)가 동일한 컨텍스트 정보를 보유할 수 있다.

[0098] 도 17과 같이, 송신 장치(1710)는 수신 장치(1720)에게 소스를 송신한다. 여기서, 소스는 시맨틱 통신을 위해 전달하고자 하는 콘텐츠로서, 예를 들어, 이미지, 음성, 텍스트, 비트열 중 적어도 하나의 형태를 가질 수 있다. 이때, 송신 장치(1710)는 소스를 잠재 요소들로 변환하고, JSCC 기법에 기반하여 적어도 하나의 잠재 요소를 처리한 후, 수신 장치(1720)에게 송신할 수 있다. 잠재 요소는 레이턴트(latent), 잠재 표현(latent representation), 잠재 변수(latent variable), 소스 심볼 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다양한 명칭으로 지칭될 수 있고, 소스의 형태에 따라, 피처(feature), 변환 벡터 등으로도 지칭될 수 있다.

[0099] 잠재 요소들은 $\mathbf{y} \in \mathbb{R}^N$ 인 잠재 요소 벡터로 표현될 수 있다. 잠재 요소 벡터의 성분인 잠재 요소들은 확률적으로 모델링될 수 있다. 예를 들어, 본 개시는 잠재 요소 $i \in [N]$ 에 대하여, $y_i \sim \mathcal{N}(\mu_{y_i}, \sigma_{y_i}^2)$ 와 같은 독립적인 가우시안 분포를 따른다고 가정한다. 여기서, y_i 는 i 번째 잠재 요소, μ_{y_i} 는 i 번째 잠재 요소의 평균, $\sigma_{y_i}^2$ 는 i 번째 잠재 요소의 분산을 의미한다. 가우시안 분포의 평균 μ_{y_i} 및 분산 $\sigma_{y_i}^2$ 은 잠재 요소 별로 다를 수 있다. 다만, 잠재 요소들이 i.i.d(identically and independent distribution) 가우시안 분포를 따를 경우, 모든 잠재 요소들의 평균 및 분산은 동일할 것이다.

[0100] 잠재 요소들의 평균 및 분산에 대한 정보는 무손실 압축 및 채널 코딩을 이용하여 적은 자원으로도 공유할 수 있다는 것이 알려져 있다. 따라서, 일 실시예에서, 송신 장치(1710) 및 수신 장치(1720)는 무손실 압축 및 채널 코딩 방식으로 분산에 대한 정보를 공유할 수 있다. 잠재 요소들의 평균 및 분산에 대한 정보는 $\{\mu_{y_i}, \sigma_{y_i}^2\}_{i=1}^N$ 로 표현될 수 있다.

[0101] 본 개시의 일 실시예에 따라 송신 장치(1710)는 JSCC 인코더를 이용하여 잠재 요소에 대한 JSCC 부호화를 수행하고, 부호화된 결과를 수신 장치(1720)에게 송신할 수 있다. 예를 들어, JSCC 인코더는 잠재 요소 벡터를 실수 값을 갖는 채널 심볼 벡터 $\mathbf{s} \in \mathbb{R}^K$ 로 부호화할 수 있다. 여기서, K 는 채널의 차원 개수, 즉, 채널의 개수를 의미하며, 잠재 요소들의 개수인 N 보다 작거나 같을 수 있다. 잠재 요소들의 개수는 소스의 차원 개수를 의미한다. 즉, 채널의 차원 개수 K 및 소스의 차원 개수 N 은 $K/N \leq 1$ 을 만족할 수 있다. JSCC 인코더는 잠재 요소 벡터를 채널 심볼 벡터로 부호화되면, 이하 [수학식 1]과 같은 전력 제한 조건 하에서 채널 심볼들이 AWGN 채널을 통해 송신될 수 있다.

수학식 1

[0102]
$$\frac{1}{K} \mathbb{E}[\mathbf{s}^T \mathbf{s}] \leq P$$

[0103] [수학식 1]에서, K 는 채널의 개수, $\mathbb{E}[\cdot]$ 는 평균 연산자, $\mathbf{s}$ 는 심볼 벡터, P 는 제한된 평균 전력을 의미한다.

[0104] 일 실시예에 따르면, 수신 장치(1720)는 송신 장치(1720)로부터 송신된 심볼 벡터를 포함하는 신호를 수신한다. 수신 장치(1720)에서의 수신 신호는 $\tilde{\mathbf{s}} = \mathbf{s} + \mathbf{n}$ 으로 표현될 수 있다. 이때, $\mathbf{n} \in \mathbb{R}^K$ 은 분산이 σ_n^2 인 AWGN으로, $\mathbf{y}_i \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \sigma_n^2)$ 로 표현될 수 있다.

[0105] 수신 장치(1720)는 JSCC 디코더를 이용하여 수신 신호로부터 잡재 요소 벡터 $\hat{\mathbf{y}} \in \mathbb{R}^K$ 를 추정한다. 이때, JSCC 디코더는 MSE를 최소화하는 잡재 요소 벡터를 추정하도록 설계될 수 있다. MSE는 이하 [수학식 2]와 같이 정의된다.

수학식 2

[0106]
$$\mathbb{E}\left[\frac{1}{N} \|\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}\|^2\right]$$

[0107] [수학식 2]에서, $\mathbb{E}[\cdot]$ 는 평균 연산자, N 은 잡재 요소들의 개수, $\mathbf{y}$ 는 잡재 요소 벡터, $\hat{\mathbf{y}}$ 는 잡재 요소 벡터에 대한 추정을 의미한다. 이때, 평균은 소스와 채널의 불확정성에 대한 평균으로 이해될 수 있다.

[0108] 본 개시는 제한된 전력 내에서 MSE를 최소화하도록 JSCC 인코더($f_e: \mathbb{R}^N \rightarrow \mathbb{R}^K$) 및 JSCC 디코더($f_d: \mathbb{R}^K \rightarrow \mathbb{R}^N$)를 설계하는 기술을 제안한다. 이러한 설계 조건은 이하 [수학식 3]과 같이 정의될 수 있다.

수학식 3

[0109]
$$\begin{aligned} & \underset{f_e(\cdot), f_d(\cdot)}{\operatorname{argmin}} \quad \mathbb{E}[\|\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}\|^2] \\ & \text{subject to } \mathbb{E}[\mathbf{s}^T \mathbf{s}] \leq KP \end{aligned}$$

[0110] [수학식 3]에서, $\mathbb{E}[\cdot]$ 는 평균 연산자, $\mathbf{y}$ 는 잡재 요소 벡터, $\hat{\mathbf{y}}$ 는 잡재 요소 벡터에 대한 추정, $\mathbf{s}$ 는 채널 심볼 벡터, K 는 채널의 개수, P 는 제한된 평균 전력을 의미한다.

[0111] 그러나, [수학식 3]과 같은 문제의 해답을 구하는 것은 매우 어려우며, i.i.d. 가우시안 분포 및/또는 $K \leq N$ 인 경우에 대해서도 그 해답이 알려져 있지 않다. 따라서, 본 개시는 선형 함수를 고려한 부호화 및 복호화 기법을 제안한다. JSCC 인코더 및 JSCC 디코더 모두 잡재 요소 벡터에 대한 확률 분포 파라미터를 알고 있으므로, JSCC 인코더는 잡재 요소 벡터를 평균이 0인 분포로 정규화한 후 송신할 수 있다. 잡재 요소 벡터는 평균 정규화 후, 아래의 [수학식 4]와 같이 선형 투사 행렬 $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{K \times N}$ 로 부호화될 수 있다.

수학식 4

[0112]
$$\mathbf{s} = \mathbf{A}(\mathbf{y} - \boldsymbol{\mu})$$

[0113] [수학식 4]에서, $\mathbf{s}$ 는 심볼 벡터, $\mathbf{A}$ 는 선형 투사 행렬, $\mathbf{y}$ 는 잡재 요소 벡터, $\boldsymbol{\mu}$ 는 평균 벡터를 의미한다. 평균 벡터는 $\boldsymbol{\mu} = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N]^T$ 로 정의될 수 있다.

[0114] 주어진 선형 부호화에 대해 최적의 MMSE를 추정하는 JSCC 디코더는 이하 [수학식 5]와 같이 정의될 수 있다.

수학식 5

$$[0115] \quad \hat{\mathbf{y}} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\Sigma}_y \mathbf{A}^T (\mathbf{A} \boldsymbol{\Sigma}_y \mathbf{A}^T + \sigma_n^2 \mathbf{I})^{-1} \tilde{\mathbf{s}}$$

[0116] [수학식 5]에서, $\hat{\mathbf{y}}$ 는 잡재 요소 벡터에 대한 추정, $\boldsymbol{\mu}$ 는 평균 벡터, $\boldsymbol{\Sigma}_y$ 는 공분산 행렬, $\mathbf{A}$ 는 선형 투사 행렬, σ_n^2 는 잡음 전력, $\tilde{\mathbf{s}}$ 는 심볼 벡터의 추정을 의미한다. 여기서, 잡재 요소들에 대한 공분산 행렬은 $\boldsymbol{\Sigma}_y = \text{diag}(\sigma_{y_1}^2, \sigma_{y_2}^2, \dots, \sigma_{y_N}^2)$ 로 정의될 수 있다. [수학식 5]와 같은 JSCC 디코더를 적용하는 경우, 오차의 공분산 행렬은 이하 [수학식 6]과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$[0117] \quad \boldsymbol{\Sigma}_{\text{est}} = \boldsymbol{\Sigma}_y - \boldsymbol{\Sigma}_y \mathbf{A}^T (\mathbf{A} \boldsymbol{\Sigma}_y \mathbf{A}^T + \sigma_n^2 \mathbf{I})^{-1} \mathbf{A} \boldsymbol{\Sigma}_y$$

[0118] [수학식 6]에서, $\boldsymbol{\Sigma}_{\text{est}}$ 는 오차의 공분산 행렬, $\boldsymbol{\Sigma}_y$ 는 잡재 요소들의 공분산 행렬, $\mathbf{A}$ 는 선형 투사 행렬, σ_n^2 는 잡음의 분산, $\tilde{\mathbf{s}}$ 는 심볼 벡터의 추정을 의미한다.

[0119] 따라서, [수학식 3]의 최적화 문제는 이하 [수학식 7]과 같이, 사영(projection) 행렬을 설계하는 문제로 변환될 수 있다.

수학식 7

$$[0120] \quad \begin{aligned} & \underset{\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{K \times N}}{\text{argmin}} && \text{Tr}(\boldsymbol{\Sigma}_{\text{est}}) \\ & \text{subject to} && \mathbb{E}[\mathbf{s}^T \mathbf{s}] \leq KP \end{aligned}$$

[0121] [수학식 7]에서, $\boldsymbol{\Sigma}_{\text{est}}$ 는 오차의 공분산 행렬, $\mathbf{y}$ 는 잡재 요소 벡터, $\mathbf{A}$ 는 선형 투사 행렬, K 는 채널의 개수, P 는 제한된 평균 전력을 의미한다. 여기서, 사영 행렬은 $N \times N$ 대각 행렬인 $\mathbf{A} = \text{diag}(\mathbf{P})$ 일 수 있다. 이때, $\mathbf{p} \in \mathbb{R}^N$ 이며, 최적화 문제는 이하 [수학식 8]과 같이 표현될 수 있다.

수학식 8

$$[0122] \quad \begin{aligned} & \underset{\mathbf{p} \in \mathbb{R}^N}{\text{argmin}} && \sum_{i=1}^N \frac{1}{\sigma_n^{-2} p_i^2 + \sigma_{y_i}^{-2}} \\ & \text{subject to} && \sum_{i=1}^N \sigma_{y_i}^2 p_i^2 = N\tilde{P} \end{aligned}$$

[0123] [수학식 8]에서, σ_n^{-2} 는 잡음의 분산의 역수, $\sigma_{y_i}^2$ 는 i 번째 잡재 요소의 분산, $\mathbf{p}_i^2$ 는 i 번째 잡재 요소에 할당된 전력, N 은 잡재 요소들의 개수, $\tilde{P}$ 는 임시로 사용된 평균 전력 크기를 의미한다.

[0124] [수학식 8]은 블록 최적화 문제로, 카루시-쿤-터커(Karush-Kuhn-Tucker, KKT) 조건을 이용하여 워터필링(water-filling)을 통해 해가 얻어질 수 있다. 이는, 기존의 통신 시스템에서 총 전송률을 최대화하기 위한 전력 할당 문제와 유사하지만, 최적화 함수가 다르다는 차이점이 있다. 최적의 해는 이하 [수학식 9]와 같이 표현될 수 있다.

수학식 9

$$p_i^2 = \max\left\{0, \sqrt{\frac{\sigma_n^2 N \tilde{P}}{\sigma_{y_i}^2 v^*}} - \frac{\sigma_n^2}{\sigma_{y_i}^2}\right\}, \quad \forall i \in [N]$$

$$\sum_{i=1}^N \sigma_{y_i}^2 p_i^2 = N \tilde{P}$$

[0125]

[0126]

[수학식 9]에서, p_i^2 는 i 번째 잡재 요소에 할당된 전력, σ_n^2 는 잡음의 분산, N 은 잡재 요소들의 개수, $\tilde{P}$ 는 임시로 사용된 평균 전력 크기, $\sigma_{y_i}^2$ 는 i 번째 잡재 요소의 분산, v^* 는 송신되는 잡재 요소를 선택하기 위한 분산의 임계치에 관련된 상수를 의미한다. 여기서, v^* 는 $\sum_{i=1}^N \sigma_{y_i}^2 p_i^2 = N \tilde{P}$ 를 만족하도록 결정되며, $\frac{\sigma_n^2}{N \tilde{P}} v^*$ 는 송신되는 잡재 요소를 선택하기 위한 분산의 임계치로 이해될 수 있다.

[0127]

위터필링 기술의 관점에서, $\frac{\sigma_n^2}{\sigma_{y_i}^2}$ 는 그라운드 레벨(ground level)을 의미하고, $\sqrt{\frac{\sigma_n^2 N \tilde{P}}{\sigma_{y_i}^2 v^*}}$ 는 워터 레벨(water level)로 이해될 수 있다.

[0128]

[수학식 9]에 따르면, 잡재 요소의 분산이 특정 값보다 작은 경우, 전력이 할당되지 아니한다. 송신 장치(1710) 및 수신 장치(1720)가 채널 잡음 분산 및 전력 제한 값을 공유하고 있는 경우, [수학식 9]의 최적해는 송신 장치(1710) 및 수신 장치(1720) 모두가 알 수 있다. 일 실시예에 따라, 송신 장치(1710) 및 수신 장치(1720)가 [수학식 9]의 최적해를 알 수 있다는 점에 기초하여, 전력이 0인 채널은 전송되지 아니할 수 있다. 즉, 전력이 0인 채널은 전송되지 아니함에 따라, 채널 사용 횟수가 감소될 수 있다. 구체적으로, $(w_i)_{i \in [N]}$ 를 전력이 0이 아닌 인덱스 집합 $\{i \in [N], p_i \neq 0\}$ 의 한 배열이라고 가정하면, 제안되는 부호화 행렬 $A \in \mathbb{R}^{N \times M}$ 는 이하 [수학식 10]과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 10

$$a_{i,j} = \begin{cases} p_{w_i} & \text{if } j = w_i, \forall i \in [N], \forall j \in [M] \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

[0129]

[0130]

[수학식 10]에서, $a_{i,j}$ 는 부호화 행렬, p_{w_i} 는 w_i 번째 잡재 요소, $\|p\|_0$ 는 채널의 차원을 의미한다. 즉, 부호화 행렬은 전력 할당 정보를 포함한다. 여기서, 전력은 $\mathbb{E}[\mathbf{s}^T \mathbf{s}] \leq KP$ 로 제한되므로, [수학식 8]에서, 평균 전력은 $\tilde{P} = \|p\|_0 P / N$ 를 만족한다.

[0131]

JSCC 기법을 이용하는 시스템은 주로 고차원의 소스 벡터를 저차원의 코드 벡터로 대응시킨다. 전술한 위터필링 기법은 소스 벡터를 저차원의 코드 벡터로 감소시킬 수는 있으나, 위터필링 기법으로 차원이 감소되는 정도는 소스의 분산, 잡음 분산, 및 전력 제한에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 위터필링 기법을 통한 소스 벡터의 차원 감소는 충분하지 아니할 수 있다.

[0132]

따라서, 일 실시예에 따라, JSCC 인코더는 특정 값보다 작은 분산을 가지는 잡재 요소들을 전송하지 아니할 수 있다. 또는, 다른 실시예에 따르면, JSCC 인코더는, 특정 값보다 큰 분산을 가지는 잡재 요소들 중에서, 큰 분산을 가지는 상위 k 개의 잡재 요소들을 선택한 후, 선택된 k 개의 잡재 요소들을 포함하는 소스 심볼들에 위터필링 기법에 따라 전력을 할당할 수 있다. 구체적으로, 선택된 심볼들의 인덱스 집합을 $S = \{i \in [N], \sigma_{u_i}^2 > \hat{v}\}$ 로 정의하면, $\hat{v}$ 는 $|S| = \tilde{K}$ 를 만족할 수 있다. 이때, [수학식 8]의 전력 할당 문제의 해는 이하 [수학식 11]과 같이 제한 조건을 포함하도록 정의될 수 있다.

수학식 11

$$\begin{aligned} & \underset{\mathbf{p} \in \mathbb{R}^N}{\operatorname{argmin}} \quad \sum_{i=1}^N \frac{1}{\sigma_n^{-2} p_i^2 + \sigma_{y_i}^{-2}} \\ & \text{subject to} \quad \sum_{i=1}^N \sigma_{y_i}^2 p_i^2 = N\hat{P} \\ & \quad p_i = 0, \forall i \in [N] \setminus \mathcal{S} \end{aligned}$$

[0133]

[0134] [수학식 11]에서, N 은 잠재 요소들의 개수, σ_n^{-2} 는 잡음의 분산의 역수, p_i^2 는 i 번째 잠재 요소에 할당되는 전력, $\sigma_{y_i}^{-2}$ 는 i 번째 잠재 요소의 분산의 역수, $\sigma_{y_i}^2$ 는 i 번째 잠재 요소의 분산, $\hat{P}$ 는 임시로 사용된 평균 전력 크기, $\mathcal{S}$ 는 선택된 심볼들의 인덱스 집합을 의미한다.

[0135]

[수학식 11]과 같은 문제의 해는 이하 [수학식 12]로 표현될 수 있다.

수학식 12

$$p_i^2 = \begin{cases} \max\left\{0, \sqrt{\frac{\sigma_n^2 N \hat{P}}{\sigma_{y_i}^2 v^*}} - \frac{\sigma_n^2}{\sigma_{y_i}^2}\right\}, & \forall i \in \mathcal{S} \\ 0, & \forall i \in [N] \setminus \mathcal{S} \end{cases}$$

[0136]

[0137] [수학식 12]에서, p_i^2 는 i 번째 잠재 요소에 할당되는 전력, σ_n^2 은 잡음의 분산, N 은 잠재 요소들의 개수, $\hat{P}$ 는 임시로 사용된 평균 전력 크기, $\sigma_{y_i}^2$ 는 i 번째 잠재 요소의 분산, v^* 는 송신된 잠재 요소들의 분산에 대한 임계치에 관련된 상수, $\mathcal{S}$ 는 선택된 심볼들의 인덱스 집합을 의미한다.

[0138] [수학식 12]에 따르면, $\frac{\sigma_n^2}{N\hat{P}} v^*$ 보다 큰 분산을 가지는 잠재 요소들이 송신되며, 잠재 요소가 큰 분산을 가질수록 높은 전력이 할당된다. 즉, 송신되는 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력은, 가용한 전체 송신 전력에서, 송신되는 적어도 하나의 잠재 요소가 아닌 나머지 일부를 송신에서 제외함에 의해 발생하는 잔여 전력을 재분배함으로써 결정되고, 이에 따라 송신되는 적어도 하나의 잠재 요소가 더 많은 전력을 사용하게 될 것이다. 이는 상대적으로 더 많은 정보를 가지는 잠재 요소를 높은 전력으로 송신함으로써, 소스의 전달의 정확도를 높이는 취지로 이해될 수 있다.

[0139] [수학식 12]를 통해 획득된 i 번째 잠재 요소에 대한 전력 값을 [수학식 10]에 대입하는 경우, 부호화 행렬이 획득될 수 있다. 즉, 부호화 행렬은 k 개의 잠재 요소들에 할당될 전력량을 나타내는 전력 할당 정보로서 사용된다. 따라서, 다양한 실시예들에 따른 송신 장치(1710) 및/또는 수신 장치(1710)는 상술한 바와 같은 전력 할당 정보를 포함하는 부호화 행렬을 기반으로, JSCC 기반의 부호화 및/또는 복호화를 수행할 수 있다.

[0140] 잠재 요소들에 할당된 송신 전력을 지시하는 전력 할당 정보는 물리 계층에서 전력을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 따라서, 잠재 요소들의 자원 맵핑은 전력 할당 정보에 기반한 전력 조절이 적용되는 자원의 단위에 따라 수행될 수 있다. 다양한 실시예들에 따라, 전력 할당 정보에 기반한 전력 조절은 OFDM 심볼, 전송 채널, 버스트, 슬롯, RB(resource block), RE(resource element) 등 다양한 자원의 단위들 중 하나를 최소 단위로 적용되도록 정의될 수 있다. 예를 들어, 전력 할당 정보에 기반한 전력 조절이 OFDM 심볼 단위로 적용되는 경우, 송신 장치(1710)는 서로 다른 송신 전력이 할당된 잠재 요소들을 서로 다른 OFDM 심볼들에 맵핑할 수 있다. 다른 예로, 전력 할당 정보에 기반한 전력 조절이 물리계층 전송 채널 단위로 적용되는 경우, 송신 장치(1710)는 서로 다른 송신 전력이 할당된 잠재 요소들을 서로 다른 전송 채널들에 맵핑할 수 있다. 또 다른 예로, 전력 할당 정보에 기반한 전력 조절이 RE 단위로 적용되는 경우, 송신 장치(1710)는 전력 할당 정보에 의해 지시되는 송신 전력에 따라 각 변조 심볼의 전력을 조절할 수 있다.

- [0141] 이하 본 개시는 전술한 실시예들에 따른 시맨틱 통신 절차를 설명한다. 이하 설명에서, 전술한 송신 장치 및 수신 장치는 제1 장치 및 제2 장치로 지칭될 수 있다. 여기서, 제1 장치 및 제2 장치 각각은 기지국, 단말일 수 있다. 구체적으로, 하향링크 통신의 경우 제1 장치는 기지국, 제2 장치는 단말이고, 상향링크 통신의 경우 제1 장치는 단말, 제2 장치는 기지국이고, 사이드링크 통신의 경우 제1 장치는 단말, 제2 장치는 단말일 수 있다. 즉, 후술되는 실시예들은 동종의 또는 이종의 2개의 장치들 간 적용될 수 있다.
- [0142] 도 18은 본 개시의 일 실시예에 따른 데이터 송신 절차의 예를 도시한다. 도 18은 소스를 송신하는 장치(예: 송신 장치(1710))의 동작 방법을 예시한다. 도 18을 참고한 설명에서, 소스를 송신하는 장치는 제1 장치, 소스를 수신하는 장치는 제2 장치로 지칭된다.
- [0143] 도 18을 참고하면, S1801 단계에서, 제1 장치는 제2 장치로부터 채널 정보를 수신한다. 즉, 제1 장치는 제2 장치에 의해 측정된 제1 장치 및 제2 장치 간 채널의 품질에 관련된 정보를 수신한다. 이를 위해, 본 단계에 앞서, 제1 장치는 제2 장치에게 채널을 측정(measure)하기 추정하기 위한 신호(예: 기준 신호, 동기 신호 등)를 송신할 수 있다. 추가적으로, 본 단계에 앞서, 제1 장치는 채널 정보의 피드백을 위한 설정(예: 자원, 항목, 포맷 등)에 관련된 정보를 송신 또는 수신할 수 있다.
- [0144] S1803 단계에서, 제1 장치는 컨텍스트 정보를 확인한다. 컨텍스트 정보는 제1 장치에서 송신되는 데이터에 관련된 정보로서, 데이터를 처리하기 위해 필요한 정보를 포함한다. 즉, 컨텍스트 정보는 데이터의 송신에 앞서 결정되는 정보이며, 설정(configuration) 정보 또는 제어(control) 정보의 형식으로 저장, 사전 설정(pre-configured) 또는 시그널링됨으로써 제1 장치 및 제2 장치 간 공유된 상태이다.
- [0145] S1805 단계에서, 제1 장치는 채널 정보 및 컨텍스트 정보에 기반하여 데이터를 부호화한다. 다시 말해, 제1 장치는 송신하고자 하는 정보(예: 소스)를 처리하고, 송신되는 형태로 변환한다. 일 실시예에 따라, 제1 장치는 소스의 적어도 일부를 표현하는 잠재 요소들을 생성하고, 잠재 요소들 중 적어도 하나에 대해 전력을 할당하고, 적어도 하나의 잠재 요소에 대한 채널 부호화를 수행할 수 있다. 이때, 제1 장치는 채널 정보에 기반하여 채널 부호화율을 결정할 수 있다.
- [0146] S1807 단계에서, 제1 장치는 데이터를 송신한다. 제1 장치는 부호화된 데이터를 신호들로 변환하고, 제2 장치와의 통신을 위해 할당된 자원에 신호들을 맵핑하고, 무선 채널을 통해 신호를 송신할 수 있다. 도 18에 도시되지 아니하였으나, 데이터의 수신에 앞서, 제1 장치는 데이터를 포함하는 신호의 송신을 위해 할당된 자원에 대한 정보를 송신 또는 수신할 수 있다.
- [0147] 도 18을 참고하여 설명한 실시예에 따라, 소스 정보가 제1 장치에서 제2 장치에게 송신될 수 있다. 이때, 추가적으로, 제1 장치는 채널 정보 및 컨텍스트 정보에 기반하여 적어도 하나의 잠재 요소에 전력을 할당할 수 있다. 이때, 제1 장치는 할당된 전력에 따라 신호들의 송신 전력을 제어할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 잠재 요소는 복수의 심볼들로 변환되고, 복수의 심볼들 중 적어도 하나는 해당 잠재 요소에 할당된 송신 전력에 따라 송신될 수 있다.
- [0148] 도 19는 본 개시의 일 실시예에 따른 데이터 수신 절차의 예를 도시한다. 도 19는 소스를 수신하는 장치(예: 수신 장치(1720))의 동작 방법을 예시한다. 도 19는 참고한 설명에서, 소스를 송신하는 장치는 제1 장치, 소스를 수신하는 장치는 제2 장치로 지칭된다.
- [0149] 도 19를 참고하면, S1901 단계에서, 제2 장치는 채널 정보를 송신한다. 즉, 제2 장치는 제1 장치 및 제2 장치 간 채널의 품질에 관련된 정보를 송신한다. 이를 위해, 본 단계에 앞서, 제2 장치는 채널을 측정(measure)하기 추정하기 위한 신호(예: 기준 신호, 동기 신호 등)를 제1 장치로부터 수신할 수 있다. 추가적으로, 본 단계에 앞서, 제2 장치는 채널 정보의 피드백을 위한 설정(예: 자원, 항목, 포맷 등)에 관련된 정보를 수신 또는 송신할 수 있다.
- [0150] S1903 단계에서, 제2 장치는 컨텍스트 정보를 확인한다. 컨텍스트 정보는 제1 장치에서 송신되는 데이터에 관련된 정보로서, 데이터를 처리하기 위해 필요한 정보를 포함한다. 즉, 컨텍스트 정보는 데이터의 수신에 앞서 결정되는 정보이며, 설정(configuration) 정보 또는 제어(control) 정보의 형식으로 저장, 사전 설정(pre-configured) 또는 시그널링됨으로써 제1 장치 및 제2 장치 간 공유된 상태이다. 예를 들어, 일 실시예에 따라, 제2 장치는 제1 장치로부터 컨텍스트 정보를 수신함으로써 컨텍스트 정보를 확인할 수 있다.
- [0151] S1905 단계에서, 제2 장치는 데이터를 수신한다. 제2 장치는 제1 장치에서 채널 정보 및 컨텍스트 정보에 기반하여 부호화된 데이터를 포함하는 신호를 수신할 수 있다. 신호는 무선 채널을 통해 수신되며, 소스의 적어도

일부를 표현하는 잠재 요소들 중 적어도 하나를 포함한다. 도 19에 도시되지 아니하였으나, 데이터의 수신에 앞서, 제2 장치는 데이터를 포함하는 신호의 송신을 위해 할당된 자원에 대한 정보를 송신 또는 수신할 수 있다.

[0152] S1907 단계에서, 제2 장치는 채널 정보 및 컨텍스트 정보에 기반하여 데이터를 복호화한다. 이를 위해, 제2 장치는 채널 정보 및 컨텍스트 정보에 기반하여 소스를 표현하는 잠재 요소들 중 제1 장치에서 송신되는 적어도 하나의 잠재 요소를 확인한다. 그리고, 제2 장치는 확인된 적어도 하나의 잠재 요소에 대응하는 심볼들에 대한 복조 및 복호를 수행함으로써 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 추정할 수 있다.

[0153] 도 20은 본 개시의 일 실시예에 따른 컨텍스트 정보에 기반한 데이터 송신 절차의 예를 도시한다. 도 20은 소스를 송신하는 장치(예: 송신 장치(1710))의 동작 방법을 예시한다. 도 20을 참고한 설명에서, 소스를 송신하는 장치는 제1 장치, 소스를 수신하는 장치는 제2 장치로 지칭된다.

[0154] 도 20을 참고하면, S2001 단계에서, 제1 장치는 컨텍스트 정보에 기반하여 무선 채널을 통해 송신될 적어도 하나의 잠재 요소를 확인한다. 여기서, 컨텍스트 정보는 전달하고자 하는 소스를 표현하는 잠재 요소들의 확률 모델에 대한 통계 정보를 포함한다. 예를 들어, 컨텍스트 정보는 잠재 요소들 각각의 분포에 대한 통계 정보로서, 확률 모델의 평균, 분산, 표준 편차 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 컨텍스트 정보를 이용하여, 제1 장치는 잠재 요소들 중 적어도 하나의 잠재 요소를 선택할 수 있다. 일 실시예에 따라, 제1 장치는 상대적으로 큰 분산 또는 큰 표준 편차를 가지는 적어도 하나의 잠재 요소를 선택할 수 있다. 구체적으로, 제1 장치는 임계치 이상의 분산을 가지는 적어도 하나의 잠재 요소 또는 상위의 분산을 가지는 미리 정의된 개수의 잠재 요소들을 선택할 수 있다.

[0155] S2003 단계에서, 제1 장치는 컨텍스트 정보 및 채널 정보에 기반하여 전력 할당 정보를 결정한다. 전력 할당 정보는 송신되는 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력 값들을 포함한다. 즉, 제1 장치는 S2001 단계에서 확인된 적어도 하나의 잠재 요소의 송신을 위한 전력을 할당한다. 다시 말해, 제1 장치는 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력을 결정한다. 일 실시예에 따라, 해당 잠재 요소가 큰 표준 편차 또는 분산을 가질수록, 높은 전력이 할당될 수 있다. 본 실시예에서, 송신되는 적어도 하나의 잠재 요소의 선택 동작 및 전력 할당 동작이 2개의 단계들에서 별도의 동작들로서 설명되었다. 하지만, 다른 실시예에 따라, 송신되는 적어도 하나의 잠재 요소의 선택 동작 및 전력 할당 동작은 하나의 단계에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 제1 장치는 잠재 요소들에 대해 전력을 할당하고, 이후 0보다 큰 전력이 할당된 적어도 하나의 잠재 요소들을 송신함으로써, 적어도 하나의 잠재 요소의 선택 및 전력 할당을 하나의 단계에서 수행할 수 있다.

[0156] S2005 단계에서, 제1 장치는 전력 할당 정보에 기반하여 적어도 하나의 잠재 요소를 포함하는 데이터를 송신한다. 제1 장치는 할당된 전력으로 적어도 하나의 잠재 요소를 송신한다. 이를 위해, 제1 장치는 적어도 하나의 잠재 요소를 양자화함으로써 비트열로 변환하고, 비트열에 대한 채널 부호화, 성상도 맵핑, 파형 변조(예: OFDM 변조) 등의 처리를 수행함으로써 송신 신호를 생성하고, 송신 신호를 송신할 수 있다. 이때, 제1 장치는 전력 할당 정보에 따라 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력을 조절할 수 있다. 이를 위해, 일 실시예에 따라, 제1 장치는 동일한 송신 전력이 할당된 잠재 요소들을 동일한 전력 제어가 적용되는 단위의 자원에 맵핑할 수 있다.

[0157] 도 21은 본 개시의 일 실시예에 따른 컨텍스트 정보에 기반한 데이터 수신 절차의 예를 도시한다. 도 21은 소스를 수신하는 장치(예: 수신 장치(1720))의 동작 방법을 예시한다. 도 21을 참고한 설명에서, 소스를 송신하는 장치는 제1 장치, 소스를 수신하는 장치는 제2 장치로 지칭된다.

[0158] 도 21을 참고하면, S2101 단계에서, 제2 장치는 컨텍스트 정보에 기반하여 무선 채널 통해 수신될 적어도 하나의 잠재 요소를 확인한다. 여기서, 컨텍스트 정보는 전달하고자 하는 소스를 표현하는 잠재 요소들에 대한 통계 정보를 포함한다. 예를 들어, 컨텍스트 정보는 잠재 요소들 각각의 분포에 대한 통계 정보로서, 확률 모델의 평균, 분산, 표준 편차 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 컨텍스트 정보를 이용하여, 제2 장치는 잠재 요소들 중 적어도 하나의 잠재 요소를 선택할 수 있다. 일 실시예에 따라, 제2 장치는 상대적으로 큰 분산 또는 큰 표준 편차를 가지는 적어도 하나의 잠재 요소를 선택할 수 있다. 구체적으로, 제2 장치는 임계치 이상의 분산을 가지는 적어도 하나의 잠재 요소 또는 상위의 분산을 가지는 미리 정의된 개수의 잠재 요소들을 선택할 수 있다.

[0159] S2103 단계에서, 제2 장치는 컨텍스트 정보 및 채널 정보에 기반하여 전력 할당 정보를 결정한다. 전력 할당 정보는 송신되는 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력 값들을 포함한다. 즉, 제2 장치는 S2101 단계에서 확인된 적어도 하나의 잠재 요소의 송신을 위한 전력을 할당한다. 일 실시예에 따라, 해당 잠재 요소가 큰 표준 편차 또는 분산을 가질수록, 높은 전력이 할당될 수 있다. 본 실시예에서, 송신되는 적어도 하나의 잠재 요소의 선택 동작 및 전력 할당 동작이 2개의 단계들에서 별도의 동작들로서 설명되었다. 하지만, 다른 실시예에 따라, 송신

되는 적어도 하나의 잠재 요소의 선택 동작 및 전력 할당 동작은 하나의 단계에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 제2 장치는 잠재 요소들에 대해 전력을 할당하고, 0 보다 큰 전력이 할당된 적어도 하나의 잠재 요소들을 확인함으로써, 적어도 하나의 잠재 요소의 선택 및 전력 할당을 하나의 단계에서 수행할 수 있다.

[0160] S2105 단계에서, 제2 장치는 적어도 하나의 잠재 요소를 포함하는 데이터를 수신한다. 데이터는 무선 채널을 통해 수신되며, 제1 장치에서 선택된 적어도 하나의 잠재 요소를 포함한다. 이때, 제1 장치 및 제2 장치가 동일한 컨텍스트 정보를 이용하므로, S2103 단계에서 제2 장치에 의해 선택된 적어도 하나의 잠재 요소는 제1 장치에서 선택된 적어도 하나의 잠재 요소와 동일하다. 따라서, 제2 장치는 데이터에 포함된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 알 수 없으나, 어떤 잠재 요소가 포함되는지를 파악할 수 있다.

[0161] S2107 단계에서, 제2 장치는 전력 할당 정보를 이용한 복호화를 통해 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 획득한다. 다시 말해, 제2 장치는 제1 장치에서 송신된 적어도 하나의 잠재 요소의 값을 검출한다. 예를 들어, 제2 장치는 각 잠재 요소에 대하여 할당된 전력 값을 이용하는 MMSE 복호화를 수행할 수 있다.

[0162] S2109 단계에서, 제2 장치는 적어도 하나의 잠재 요소의 값에 기반하여 소스 정보를 복원한다. 즉, 적어도 하나의 잠재 요소를 획득한 후, 제2 장치는 적어도 하나의 잠재 요소에 의해 표현되는 소스를 추정한다. 이를 위해, 일 실시예에 따라, 제2 장치는 훈련된 신경망을 이용하여 적어도 하나의 잠재 요소로부터 소스를 예측할 수 있다.

[0163] 도 22는 본 개시의 일 실시예에 따른 장치들 간에 컨텍스트 정보를 기반으로 데이터를 송수신하는 절차의 일 예를 도시한다. 도 22에서 제1 장치(2210)는 송신 장치이고, 제2 장치(2220)는 수신 장치일 수 있다. 이하 도 22에서, 적어도 일부 동작들은 순차적으로 수행될 수도 있고, 병렬적으로 수행될 수도 있다. 예를 들어, 도 22에서 일부 동작들은 적어도 일시적으로 동일한 시점에 수행될 수 있다.

[0164] 도 22를 참조하면, S2211 단계에서, 제2 장치(2220)는 제1 장치(2210)에게 채널 품질 정보를 송신한다. 예를 들어, 제2 장치(2220)는 제1 장치(2210)로부터 수신되는 신호(예: 동기 신호, 기준 신호 등)에 기초하여 제1 장치(2210)와 제2 장치(2220) 사이의 채널 품질 정보를 획득하고, 획득된 채널 품질 정보를 제1 장치(2210)에게 전송할 수 있다. 예를 들어, 채널 품질 정보는, SNR(signal to noise ratio), SINR(signal to interference and noise ratio), RSSI(received signal strength indicator), RSRP(reference signal receive power), 또는 RSRQ(reference signal receive quality) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 나열된 채널 품질 정보는 이해를 돕기 위한 예시일 뿐, 본 개시의 채널 품질 정보는 이에 한정되지 않는다.

[0165] S2213 단계에서, 제1 장치(2210)는 소스를 변환하고, 소스에 대한 컨텍스트 정보를 추출한다. 예를 들어, 제1 장치(2210)는 훈련된 제1 신경망을 통해 송신하고자 하는 소스를 복수의 잠재 요소들로 변환하고, 제2 신경망을 통해 복수의 잠재 요소들로부터 컨텍스트 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 컨텍스트 정보는 소스를 변환함으로써 획득되는 잠재 요소들의 확률 모델에 대한 통계 정보를 포함할 수 있다.

[0166] S2215 단계에서, 제1 장치(2210)는 컨텍스트 정보를 압축한다. 예를 들어, 제1 장치(2210)는 엔트로피 인코더 및 채널 인코더를 기반으로 컨텍스트 정보에 대한 무손실 압축 및 채널 부호화를 수행할 수 있다. 즉, 컨텍스트 정보는 엔트로피 부호화 및 채널 부호화함으로써 압축될 수 있다. 이에 따라, 컨텍스트 정보의 송신을 위한 오버헤드가 낮아질 수 있다.

[0167] S2217 단계에서, 제1 장치(2210)는 압축된 컨텍스트 정보를 제2 장치(2220)에게 송신한다. 예를 들어, 제1 장치(2210)는 소스에 대한 압축된 컨텍스트 정보를 무선 채널을 통해 제2 장치(2220)에게 송신할 수 있다. 추가적으로, 제1 장치(2210)는 송신될 잠재 요소들을 선택하기 위한 기준 조건(예: 분산에 대한 임계치)에 관련된 정보를 더 송신할 수 있다.

[0168] S2219 단계에서, 제1 장치(2210)는 컨텍스트 정보를 이용하여 송신될 잠재 요소들을 선택한다. 즉, 제1 장치(2210)는 소스를 변환함으로써 획득된 복수의 잠재 요소들 중에서 제2 장치(2220)에게 송신할 잠재 요소들을 컨텍스트 정보를 기반으로 선택할 수 있다. 예를 들어, 제1 장치(2210)는 컨텍스트 정보에 기반하여 복수의 잠재 요소들 각각의 정규 분포의 통계 정보(예: 평균 값 μ 및 표준 편차 σ 중 적어도 하나)를 획득하고, 획득된 통계 정보를 기반으로 잠재 요소들을 선택할 수 있다. 제1 장치(2210)는 복수의 잠재 요소들 중 큰 분산 또는 표준 편차를 갖는 k개의 잠재 요소들을 선택하거나, 기준 조건을 만족하는 분산 또는 표준 편차를 갖는 k개의 잠재 요소들을 선택할 수 있다. 제1 장치(2210)는 잠재 요소들을 선택하기 위해 채널 품질 정보를 더 이용할 수 있다. 예를 들어, 제1 장치(2210)는 제2 장치(2220)로부터 획득된 채널 품질 정보에서 채널 잡음의 분산에 관련

된 정보를 획득하고, 채널 잡음의 분산, 획득된 통계 정보를 기반으로, k 개의 잠재 요소들을 선택할 수 있다.

- [0169] S2221 단계에서, 제1 장치(2210)는 워터필링 솔루션을 이용하여 최적 JSCC 기반의 부호화를 수행한다. 예를 들어, 제1 장치(2210)는 워터필링 알고리즘을 기반으로 선택된 잠재 요소들에 전력을 할당할 수 있다. 제1 장치(2210)는 잠재 요소들의 송신 전력을 나타내는 전력 할당 정보를 기반으로 JSCC 기법에 따른 부호화를 수행할 수 있다.
- [0170] S2223 단계에서, 제2 장치(2220)는 컨텍스트 정보를 이용하여 수신될 잠재 요소들을 선택한다. 즉, 제2 장치(2220)는 복수의 잠재 요소들 중 제1 장치(2210)가 송신할 것으로 예상되는 잠재 요소들을 컨텍스트 정보를 기반으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 제2 장치(2220)는 컨텍스트 정보에 기반하여 복수의 잠재 요소들 각각의 정규 분포의 통계 정보(예: 평균 값 μ 및 표준 편차 σ 중 적어도 하나)를 획득하고, 획득된 통계 정보를 기반으로 제1 장치(2210)가 송신할 것으로 예상되는 잠재 요소들을 확인할 수 있다. 제2 장치(2220)는 잠재 요소들을 선택하기 위해 채널 품질 정보를 추가로 이용할 수 있다. 예를 들어, 제2 장치(2220)는 채널 품질 정보에서 채널 잡음 분산을 획득하고, 채널 잡음 분산, 획득된 통계 정보를 기반으로, k 개의 잠재 요소들을 선택할 수 있다. 제2 장치(2220)에서 수신될 잠재 요소를 선택하는 방식은, 제1 장치(2210)에서 송신될 잠재 요소를 선택하는 방식과 동일할 수 있다. 이때, 기준 조건이 사용되는 경우, 기준 조건에 관련된 정보는 제1 장치(2210)로부터 수신되거나 또는 컨텍스트 정보로부터 도출될 수 있다.
- [0171] S2225 단계에서, 제2 장치(2220)는 워터필링 솔루션을 이용하여 최적 JSCC 부호화 방법을 계산한다. 예를 들어, 제2 장치(2220)는 워터필링 알고리즘을 기반으로 잠재 요소들에 할당될 송신 전력을 산출하고, 전력 할당 정보를 생성할 수 있다. 제2 장치(2220)에서 잠재 요소들에 할당될 송신 전력을 확인하는 방식은, 제1 장치(2210)에서 잠재 요소들에 할당될 송신 전력을 결정하는 방식과 동일할 수 있다.
- [0172] S2227 단계에서, 제1 장치(2210)는 부호화된 잠재 요소들을 제2 장치(2220)에게 송신한다. 이에 따라, 제2 장치(2220)는 제1 장치(2210)로부터 부호화된 잠재 요소들을 수신할 수 있다. 이때, 잠재 요소들은 S2221 단계에서 결정된 송신 전력에 따라 송신될 수 있다.
- [0173] S2229 단계에서, 제2 장치(2220)는 컨텍스트 정보를 이용하여 JSCC에 기반한 복호화를 수행한다. 제2 장치(2220)는 MMSE 수신기를 기반으로 부호화된 잠재 요소에 대한 JSCC 기반의 복호화를 수행할 수 있다. 예를 들어, 제2 장치(2220)는 확인된 잠재 요소들에 대한 전력 할당 정보를 기반으로, MSE를 최소화하는 잠재 요소들의 값들을 추정할 수 있다.
- [0174] S2231 단계에서, 제2 장치(2220)는 추정된 잠재 요소들의 값들을 역변환함으로써 소스를 복원한다. 예를 들어, 제2 장치(2220)는 훈련된 제3 신경망을 이용하여 잠재 요소를 역변환함으로써, 소스를 복원할 수 있다.
- [0175] 도 22를 참고하여 설명한 실시예에서, 컨텍스트 정보가 장치들 간 시그널링됨에 의해 공유된다. 하지만, 컨텍스트 정보가 소스의 송신에 앞서 항상 시그널링되어야 하는 것은 아니며, 다른 실시예에 따라, 컨텍스트 정보는 미리 정의되거나 또는 이전의 소스 송신 시 사용된 컨텍스트 정보가 재사용될 수 있다. 일 예로, 어느 그룹에 속한 소스들이 공통되는 컨텍스트 정보를 가지는 경우, 해당 그룹 내의 소스들이 반복적으로 사용되면, 컨텍스트 정보의 시그널링이 생략되거나 또는 이전에 사용된 컨텍스트 정보를 지시하는 정보(예: 인덱스)가 시그널링될 수 있다. 예를 들어, 소스의 종류(예: 이미지, 동영상, 오디오, 문장 등)에 따라 컨텍스트 정보가 정의될 수 있다. 이 경우, 동일한 종류의 소스들을 이용하여 시맨틱 통신이 수행되는 동안, 컨텍스트 정보의 시그널링은 생략될 수 있다. 컨텍스트 정보의 시그널링이 제외된 실시 예가 이하 도 23을 참고하여 설명된다.
- [0176] 도 23은 본 개시의 일 실시예에 따른 장치들 간에 컨텍스트 정보를 기반으로 데이터를 송수신하는 절차의 다른 예를 도시한다. 도 23에서 제1 장치(2310)는 송신 장치이고, 제2 장치(2320)는 수신 장치일 수 있다. 이하 도 23에서, 적어도 일부 동작들은 순차적으로 수행될 수도 있고, 병렬적으로 수행될 수도 있다. 예를 들어, 도 23에서 일부 동작들은 적어도 일시적으로 동일한 시점에 수행될 수 있다.
- [0177] 도 23을 참조하면, S2311 단계에서, 제2 장치(2320)는 제1 장치(2310)에게 채널 품질 정보를 송신한다. 예를 들어, 제2 장치(2320)는 제1 장치(2310)로부터 수신되는 신호에 기초하여 제1 장치(2310)와 제2 장치(2320) 사이의 채널 품질 정보를 획득하고, 획득된 채널 품질 정보를 제1 장치(2310)에게 송신할 수 있다.
- [0178] S2313 단계에서, 제1 장치(2310)는 소스를 변환한다. 예를 들어, 제1 장치(2310)는 훈련된 제1 신경망을 통해 송신하고자 하는 소스를 복수의 잠재 요소들로 변환할 수 있다.
- [0179] S2315 단계에서, 제1 장치(2310)는 컨텍스트 정보를 이용하여 송신할 잠재 요소를 선택한다. 컨텍스트 정보는

제2 신경망을 통해 복수의 잠재 요소들을 압축함으로써 획득될 수 있다. 제1 장치(2310)는 소스를 변환하여 획득된 복수의 잠재 요소들 중에서 제2 장치(2320)에게 송신할 잠재 요소들을 컨텍스트 정보를 기반으로 선택할 수 있다. 예를 들어, 제1 장치(2310)는 컨텍스트 정보에 기반하여 복수의 잠재 요소들 각각의 정규 분포의 통계 정보(예: 평균 값 μ 및 표준 편차 σ 중 적어도 하나)를 획득하고, 획득된 통계 정보를 기반으로 k개의 잠재 요소들을 선택할 수 있다. 제1 장치(2310)는 잠재 요소들을 선택하기 위해 채널 품질 정보를 추가로 이용할 수 있다. 예를 들어, 제1 장치(2310)는 제2 장치(2320)로부터 획득된 채널 품질 정보에서 채널 잡음 분산을 획득하고, 채널 잡음 분산, 획득된 통계 정보를 기반으로, k개의 잠재 요소들을 선택할 수 있다.

[0180] S2317 단계에서, 제1 장치(2310)는 워터필링 솔루션을 이용하여 최적 JSCC 기반의 부호화를 수행한다. 예를 들어, 제1 장치(2310)는 워터필링 알고리즘을 기반으로 선택된 적어도 하나의 잠재 요소에 할당될 전력량을 결정하고, 이를 기반으로 JSCC 기법에 따른 부호화를 수행할 수 있다.

[0181] S2319 단계에서, 제2 장치(2320)는 컨텍스트 정보를 이용하여 수신될 잠재 요소들을 선택한다. 컨텍스트 정보는 제2 장치(2320)에 미리 저장된 것일 수 있다. 예를 들어, 컨텍스트 정보는 제1 장치(2310)로부터 사전에 획득되어 제2 장치(2320)에 저장된 것일 수도 있고, 설계자, 사업자, 사용자, 및/또는 다른 장치의 제어에 의해 사전에 획득되어 제2 장치(2320)에 저장된 것일 수도 있다. 제2 장치(2320)는 복수의 잠재 요소들 중 제1 장치(2310)가 송신할 것으로 예상되는 잠재 요소들을 컨텍스트 정보를 기반으로 확인할 수 있다. 제2 장치(2320)는 잠재 요소들을 선택하기 위해 채널 품질 정보를 추가로 이용할 수 있다. 예를 들어, 제2 장치(2320)는 채널 품질 정보에서 채널 잡음 분산을 획득하고, 채널 잡음 분산, 획득된 통계 정보를 기반으로, k개의 잠재 요소들을 선택할 수 있다. 제2 장치(2320)에서 수신될 것으로 예상되는 잠재 요소들을 선택하는 방식은, 제1 장치(2310)에서 송신될 잠재 요소들을 선택하는 방식과 동일할 수 있다.

[0182] S2321 단계에서, 제2 장치(2320)는 워터필링 솔루션을 이용하여 최적 JSCC 부호화 방법을 계산한다. 예를 들어, 제2 장치(2320)는 워터필링 알고리즘을 기반으로, 잠재 요소들에 할당될 전력량을 확인하고, 전력 할당 정보를 생성할 수 있다. 제2 장치(2320)에서 잠재 요소들에 할당될 송신 전력을 확인하는 방식은, 제1 장치(2310)에서 잠재 요소들에 할당될 송신 전력을 결정하는 방식과 동일할 수 있다. S2319 단계 및 S2321 단계는 제1 장치(2310)로부터 부호화된 잠재 요소가 수신되기 전에 수행될 수 있다.

[0183] S2323 단계에서, 제1 장치(2310)는 부호화된 잠재 요소들을 제2 장치(2320)에게 송신한다. 이에 따라, 제2 장치(2320)는 제1 장치(2310)로부터 부호화된 잠재 요소를 수신할 수 있다. 이때, 잠재 요소들은 S2317 단계에서 결정된 송신 전력에 따라 송신될 수 있다.

[0184] S2325 단계에서, 제2 장치(2320)는 컨텍스트 정보를 이용하여 JSCC에 기반한 복호화를 수행한다. 제2 장치(2320)는 최적 MMSE를 추정하는 MMSE 수신기를 기반으로 부호화된 잠재 요소들에 대한 JSCC 기반의 복호화를 수행할 수 있다. 예를 들어, 제2 장치(2320)는 확인된 잠재 요소들에 대한 전력 할당 정보를 기반으로, MSE를 최소화하는 잠재 요소들의 값들을 추정할 수 있다.

[0185] S2327 단계에서, 제2 장치(2320)는 추정된 잠재 요소들의 값들을 역변환함으로써 소스를 복원한다. 예를 들어, 제2 장치(2320)는 훈련된 제3 신경망을 이용하여 잠재 요소들의 값들을 역변환함으로써, 소스를 복원할 수 있다.

[0186] 도 23을 참고하여 설명한 실시예와 같이, 컨텍스트 정보의 시그널링 없이도 동일한 전력 할당 정보에 기반한 시맨틱 통신이 수행될 수 있다. 전술한 바와 같이, 컨텍스트 정보가 미리 정의되거나 또는 동일한 컨텍스트 정보를 가지는 소스들이 사용되는 동안, 컨텍스트 정보의 시그널링이 제외될 수 있다. 이때, 일 실시예에 따라, 동일한 컨텍스트 정보를 가지는 소스들의 그룹들이 정의되는 경우, 최초 컨텍스트 정보 및 그룹의 식별 정보가 송신되고, 이후에 식별 정보만이 송신될 수 있다. 여기서, 식별 정보는 그룹을 지시하는 것 또는 컨텍스트 정보를 지시하는 것으로 이해될 수 있다. 또는, 그룹 별 컨텍스트 정보가 미리 정의되고, 그룹의 식별 정보만이 컨텍스트 정보의 공유를 위해 시그널링될 수 있다.

[0187] 도 24는 본 개시의 일 실시예에 따른 장치들의 기능적 구성의 예를 도시한다. 도 24에 도시된 제1 장치(2410) 및 제2 장치(2420)의 블록 구성은 이해를 돕기 위한 일 예시이다. 도 24에 도시된 적어도 두 개의 구성요소들이 하나의 구성요소로 결합되거나, 하나의 구성요소가 둘 이상의 구성요소로 분리될 수 있다. 또한, 도 24에 도시되지 아니한 다른 구성 요소가 더 포함될 수도 있다.

[0188] 도 23을 참조하면, 제1 장치(2410)는 소스 변환 모듈(2411), 컨텍스트 정보 추출 모듈(2421), 잠재 요소 선택

및 전력 계산 모듈(2415), JSCC 부호화 모듈(2417), 송수신 모듈(2419)을 포함할 수 있다.

- [0189] 소스 변환 모듈(2411)은 송신하고자 하는 소스를 변환함으로써 복수의 잠재 요소들을 획득하고, 획득된 복수의 잠재 요소들을 JSCC 부호화 모듈(2417)로 제공한다. 컨텍스트 정보 추출 모듈(2421)은 컨텍스트 정보를 추출한다. 일 실시예에 따르면, 컨텍스트 정보는 소스를 복수의 잠재 요소들로 변환한 후, 복수의 잠재 요소들을 다시 압축하는 방식을 통해 추출할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 컨텍스트 정보는 제1 장치(2410)의 메모리(미도시)로부터 추출할 수 있다.
- [0190] 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2415)은 채널 품질 정보 및 컨텍스트 정보를 기반으로 복수의 잠재 요소들 중 잠재 요소들을 선택하고, 선택한 잠재 요소에 대한 전력을 계산한다. 예를 들어, 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2415)은 컨텍스트 정보로부터 잠재 요소들 각각에 대한 통계 정보(예: 평균 값 및 표준 편차 중 적어도 하나)를 획득하고, 채널 품질 정보로부터 채널 잡음 분산을 획득할 수 있다. 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2415)은 잠재 요소들 각각에 대한 통계 정보(예: 평균 값, 표준 편차, 채널 잡음 분산 중 적어도 하나)를 기반으로 적어도 하나의 잠재 요소를 선택할 수 있다. 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2415)은 위터필링 알고리즘을 기반으로 선택된 적어도 하나의 잠재 요소에 할당될 전력량을 결정하고, 적어도 하나의 잠재 요소에 할당될 전력량을 나타내는 전력 할당 정보를 포함하는 부호화 행렬을 생성한다. 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2415)은 부호화 행렬을 JSCC 부호화 모듈(2417)에게 제공한다.
- [0191] JSCC 부호화 모듈(2417)은 부호화 행렬을 기반으로, 선택된 잠재 요소에 대한 JSCC 부호화함으로써, 부호화된 소스 심볼들을 획득한다. 예를 들어, JSCC 부호화 모듈(2417)은 선택된 잠재 요소에 할당된 전력량을 나타내는 전력 할당 정보를 기반으로, JSCC 부호화를 수행할 수 있다.
- [0192] 송수신 모듈(2419)은 제2 장치(2420)로부터 채널 품질 정보를 수신하고, JSCC 부호화 모듈(2417)을 통해 부호화된 소스 심볼을 제2 장치(2420)에게 송신한다. 송수신 모듈(2419)은 소스 코딩 및 채널 코딩이 수행된 컨텍스트 정보를 제2 장치(2420)에게 송신할 수 있다.
- [0193] 제2 장치(2420)는 송수신 모듈(2425), JSCC 복호화 모듈(2427), 소스 역변환 모듈(2415), 컨텍스트 정보 추출 모듈(2417), 및 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2415)을 포함할 수 있다.
- [0194] 컨텍스트 정보 추출 모듈(2421)은 컨텍스트 정보를 추출한다. 일 실시예에 따르면, 컨텍스트 정보는 제1 장치(2410)로부터 수신된 신호에서 추출되거나, 제1 장치(2410)의 메모리(미도시)로부터 추출될 수 있다.
- [0195] 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2423)은 채널 품질 정보 및 컨텍스트 정보를 기반으로, 제1 장치(2410)가 송신할 것으로 예상되는 잠재 요소들을 선택하고, 선택한 잠재 요소에 대한 전력을 계산한다. 예를 들어, 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2423)은 컨텍스트 정보로부터 잠재 요소들 각각에 대한 통계 정보(예: 평균 값 및 표준 편차 중 적어도 하나)를 획득하고, 채널 품질 정보로부터 채널 잡음 분산을 획득할 수 있다. 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2415)은 잠재 요소들 각각에 대한 통계 정보 및 채널 잡음 분산 중 적어도 하나를 기반으로 적어도 하나의 잠재 요소를 선택할 수 있다. 잠재 요소 선택 및 전력 계산 모듈(2415)은 위터필링 알고리즘을 기반으로 선택된 적어도 하나의 잠재 요소에 할당될 전력량을 결정하고, 적어도 하나의 잠재 요소에 할당될 전력량을 나타내는 전력 할당 정보를 JSCC 복호화 모듈(2427)에게 제공한다.
- [0196] 송수신 모듈(2425)은 제1 장치(2410)와 제2 장치(2420) 사이의 채널에 대한 채널 품질 정보를 제1 장치(2410)에게 송신하고, 제1 장치(2420)로부터 JSCC 인코더에 의해 부호화된 소스 심볼을 수신한다. JSCC 복호화 모듈(2427)은 부호화 행렬을 기반으로, 부호화된 소스 심볼에 대한 JSCC 복호화를 수행한다. 예를 들어, JSCC 복호화 모듈(2427)은 선택된 잠재 요소에 할당된 전력량을 나타내는 전력 할당 정보를 기반으로, JSCC 복호화를 수행하여 잠재 요소들에 대한 추정치를 획득할 수 있다. 소스 역 변환 모듈(2429)은 잠재 요소들에 대한 추정치를 역변환함으로써 소스를 복원한다.
- [0197] 도 24를 참고하여 설명한 구조에서, 제1 장치(2410)의 송수신 모듈(2419)은 부호화된 소스 심볼들을 송신한다. 일반적인 OFDM 시스템에 따른 송신 장치는 물리 계층에서 정보 비트를 입력으로 획득하고, 획득된 정보 비트에 대한 채널 부호화를 수행한다. 이후, 송신 장치는 채널 코딩을 통해 코드화된 비트를 실수 값을 갖는 샘플들로 변조한 후, 수신 장치에게 송신할 수 있다. 예를 들어, 16-QAM 변조 방식을 지원하는 경우, 송신 장치의 물리 계층은 4개의 비트를 I/Q(In/Quadr i-phase) 반송파 심볼에 맵핑할 수 있다.
- [0198] 반면, 일 실시예에 따른 송수신 모듈(2419)은 비트를 I/Q 반송파 심볼로 맵핑하지 아니하고, 위터필링 알고리즘을 통해 JSCC 기반으로 부호화된 심볼 벡터 x 를 I/Q 반송파 심볼에 맵핑할 수 있다. 예를 들어, 송신 장치는 JSCC 기반으로 부호화된 심볼 벡터 x 의 홀수 번째 성분을 I 반송파에 맵핑하고, 짝수 번째 성분을 Q 반송파에

맵핑한 후, 변조할 수 있다. 일반적인 디지털 통신시스템은 양자화된 I/Q 반송파를 가정하나, 심볼 벡터 x 는 실수 값을 가진다. 따라서, 일 실시예에 따른 송수신 모듈(2419)은 심볼 벡터 x 를 양자화된 I/Q 반송파에 맵핑하는 동작을 추가적으로 수행할 수 있다. 이후, 송수신 모듈(2419)은 일반적인 OFDM 시스템과 같은 방식으로 I/Q 반송파 심볼들을 처리할 수 있다.

[0199] 전술한 다양한 실시예들에 따라, 소스 부호화 및 채널 부호화가 결합적으로 수행될 수 있다. 전술한 실시예들에서, 송신 장치 및 수신 장치는 공유된 컨텍스트 정보에 기반하여 무선 채널을 통해 송신될 적어도 하나의 잠재 요소 및 적어도 하나의 잠재 요소의 송신 전력을 결정하고, 이에 따라 동일한 전력 할당 정보를 보유할 수 있다. 다른 실시예에 따라, 송신 장치가 하나의 잠재 요소를 지시하는 정보 및 전력 할당 정보 중 적어도 하나를 수신 장치에게 시그널링할 수 있다. 즉, 송신 장치는 수신 장치에게 적어도 하나의 잠재 요소를 지시하는 정보 및 적어도 하나의 잠재 요소에 할당된 전력에 관련된 정보 중 적어도 하나를 포함하는 제어 정보 또는 설정 정보를 송신할 수 있다. 이 경우, 컨텍스트 정보의 시그널링이 생략되거나 또는 컨텍스트 정보의 공유가 생략될 수 있다.

[0200] 도 25 내지 도 28은 종래 기술 및 본 개시에서 제안하는 소스-채널 부호화 기법들의 성능 그래프를 도시한다. 도 25 내지 도 28에서, 'NTC+Capacity'는 이상적으로 완벽한 채널 인코더 및 디코더를 이용하는 SSCC 기법에 대한 성능을 나타낸다. 'Top-K waterfiling'은 본 개시에서 제안하는 JSCC 기법에 대한 성능을 나타낸다. 'NTSCC'는 NTSCC 기법에 대한 성능을 나타내고, 'Deep JSCC'는 인공 신경망을 이용하여 JSCC를 수행하는 기법에 대한 성능을 나타낸다.

[0201] 도 25는 SNR이 고정된 상태에서 종래 기술과 본 개시에서 제안하는 소스-채널 부호화 기법들의 CBR(Channel Bandwidth Ratio)에 따른 MS-SSIM(Multi-Scale Structural Similarity Index Measure)를 나타낸다. 도 25를 참고하면, 본 개시에서 제안하는 'Top-K waterfiling'의 CBR에 따른 MS-SSIM이 'NTC+Capacity'의 CBR에 따른 MS-SSIM 보다 낮지만, 'NTSCC' 및 'Deep JSCC'의 CBR에 따른 MS-SSIM 보다 높은 것을 알 수 있다.

[0202] 도 26은 CBR이 고정된 상태에서 종래 기술과 본 개시에서 제안하는 소스-채널 부호화 기법들의 SNR에 따른 MS-SSIM(Multi-Scale Structural Similarity Index Measure)를 나타낸다. 도 25를 참고하면, SNR이 높아질수록 본 개시에서 제안하는 'Top-K waterfiling'의 MS-SSIM이 'NTC+Capacity', 'NTSCC', 및 'Deep JSCC'의 MS-SSIM보다 높아지는 것을 알 수 있다.

[0203] 도 27은 SNR이 고정된 상태에서 종래 기술과 본 개시에서 제안하는 소스-채널 부호화 기법들의 CBR에 따른 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)를 나타낸다. 도 27을 참고하면, 본 개시에서 제안하는 'Top-K waterfiling'의 CBR에 따른 PSNR이 'NTC+Capacity'의 CBR에 따른 PSNR보다 낮지만, CNR이 높은 구간에서 'NTSCC' 및 'Deep JSCC'의 PSNR보다 높은 것을 알 수 있다.

[0204] 도 28은 CBR이 고정된 상태에서 종래 기술과 본 개시에서 제안하는 소스-채널 부호화 기법들의 SNR에 따른 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)를 나타낸다. 도 28을 참고하면, SNR이 높아질수록 본 개시에서 제안하는 'Top-K waterfiling'의 PSNR이 'NTSCC', 및 'Deep JSCC'의 PSNR보다 높아지는 것을 알 수 있다.

[0205] 상술한 바와 같이, 일 실시예에 따르면, 송신 장치는 소스의 컨텍스트 정보를 이용하여 소스의 압축 및 송수신을 합동으로 수행함으로써, MSE가 최소화되도록 소스를 수신 장치에 전달할 수 있다.

[0206] 또한, SSCC 기법에 비해 상대적으로 저 지연 및 저 복잡도로 소스를 수신단에 전달할 수 있다. 또한, SSCC 기법은 설정된 채널 환경과 실제 신호 전달 채널이 다른 경우, 디코딩에 실패하거나 최적의 전송률-왜곡 교환 관계에서 멀어지는 한계를 가진다. 반면, 본 개시에서 제안하는 기법은, MSE를 최소화함으로써 채널 환경의 불일치에 강인한 장점을 가진다.

[0207] 또한, 일 실시예에 따라 이미지의 잠재 요소들을 전송하는 경우, 수신 장치에서 복원되는 이미지의 품질을 향상시킬 수 있다.

[0208] 상기 설명한 제안 방식들은 독립적으로 구현될 수도 있지만, 일부 제안 방식들의 조합 (또는 병합) 형태로 구현될 수도 있다. 상기 제안 방법들의 적용 여부 정보 (또는 상기 제안 방법들의 규칙들에 대한 정보)는 기지국이 단말에게 사전에 정의된 시그널 (예: 물리 계층 시그널 또는 상위 계층 시그널)을 통해서 알려주도록 규칙이 정의될 수 있다.

[0209] 본 개시는 본 개시에서 서술하는 기술적 아이디어 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인

것으로 고려되어야 한다. 본 개시의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 개시의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 개시의 범위에 포함된다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

산업상 이용가능성

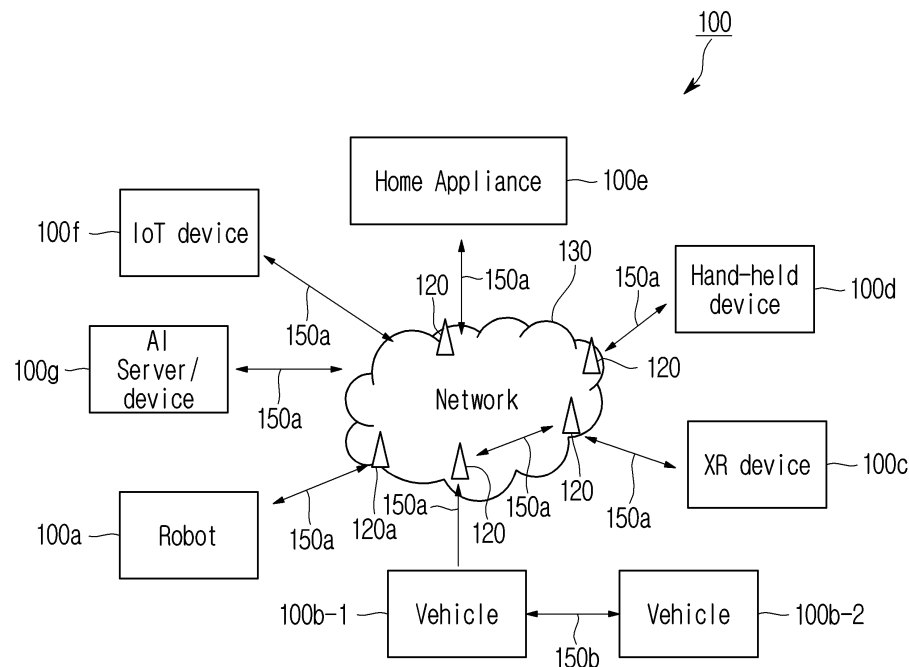
[0210] 일 실시예들은 다양한 무선접속 시스템에 적용될 수 있다. 다양한 무선접속 시스템들의 일례로서, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 또는 3GPP2 시스템 등이 있다.

[0211] 일 실시예들은 상기 다양한 무선접속 시스템뿐 아니라, 상기 다양한 무선접속 시스템을 응용한 모든 기술 분야에 적용될 수 있다. 나아가, 제안한 방법은 초고주파 대역을 이용하는 mmWave, THz 통신 시스템에도 적용될 수 있다.

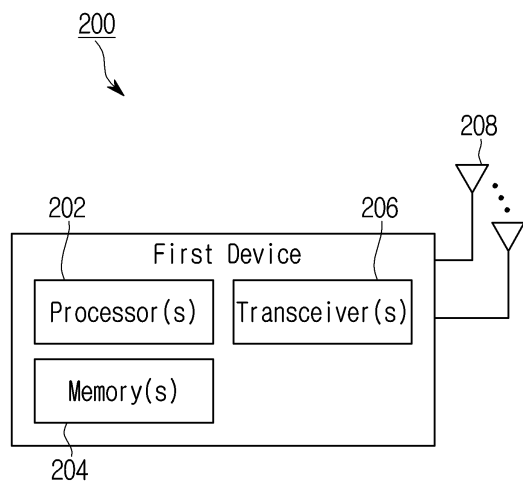
[0212] 추가적으로, 일 실시예들은 자유 주행 차량, 드론 등 다양한 애플리케이션에도 적용될 수 있다.

도면

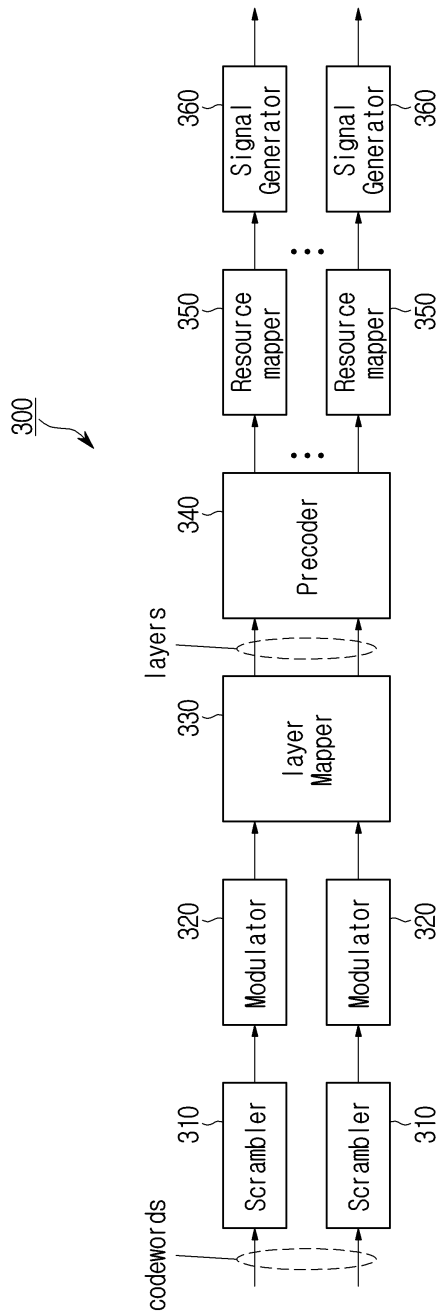
도면1



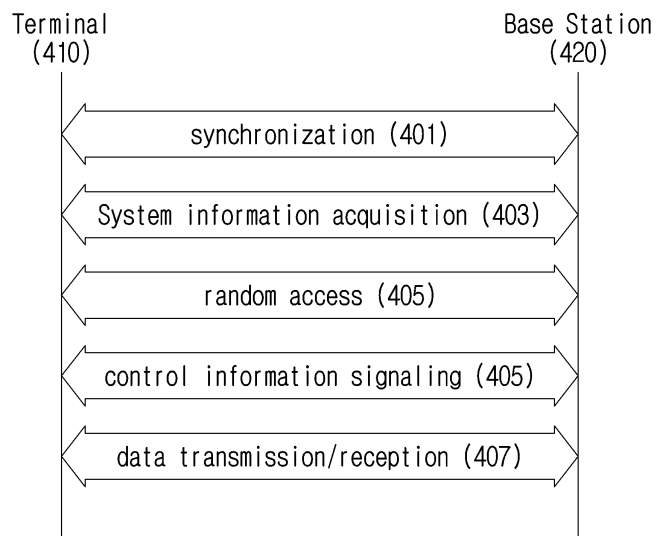
도면2



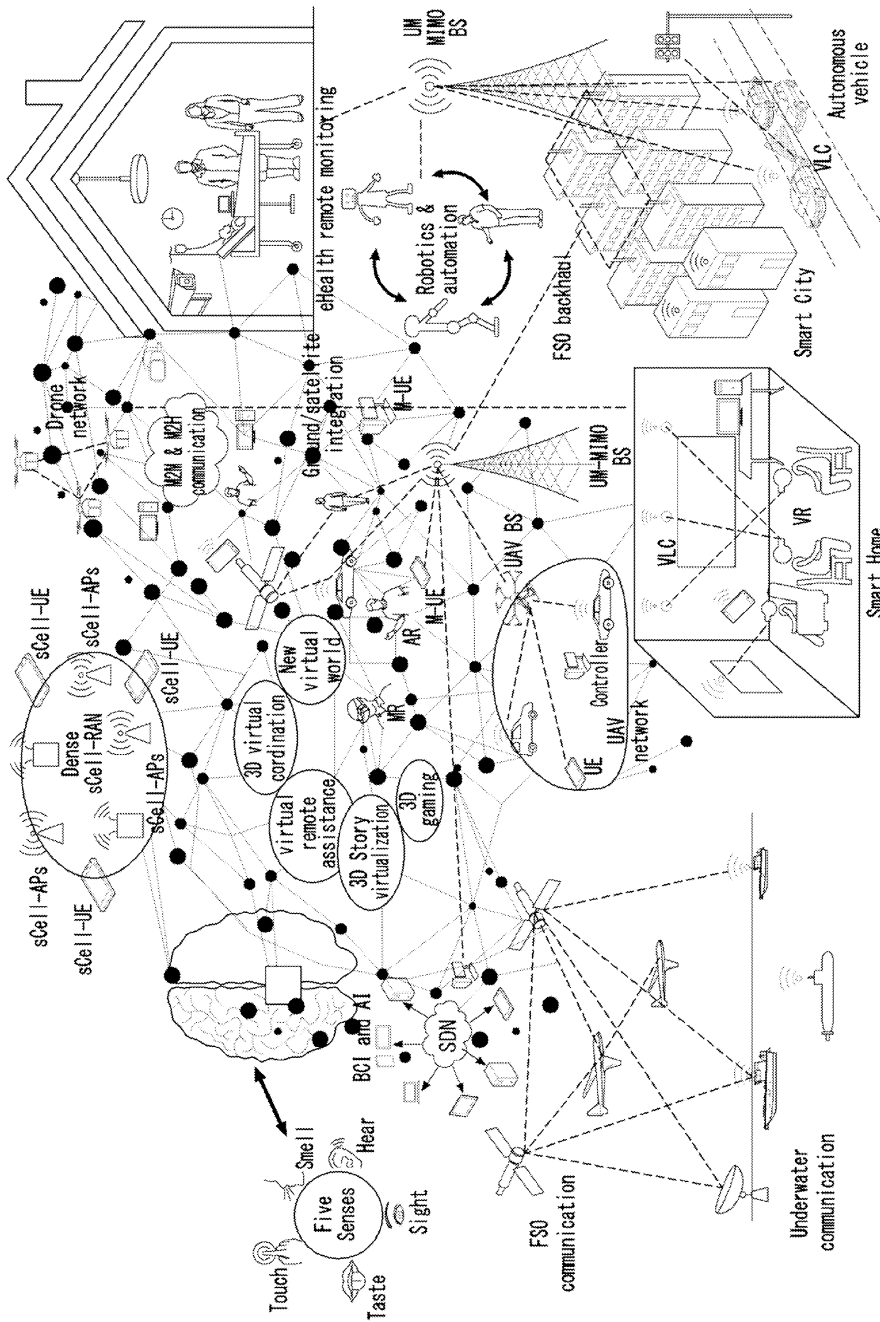
도면3



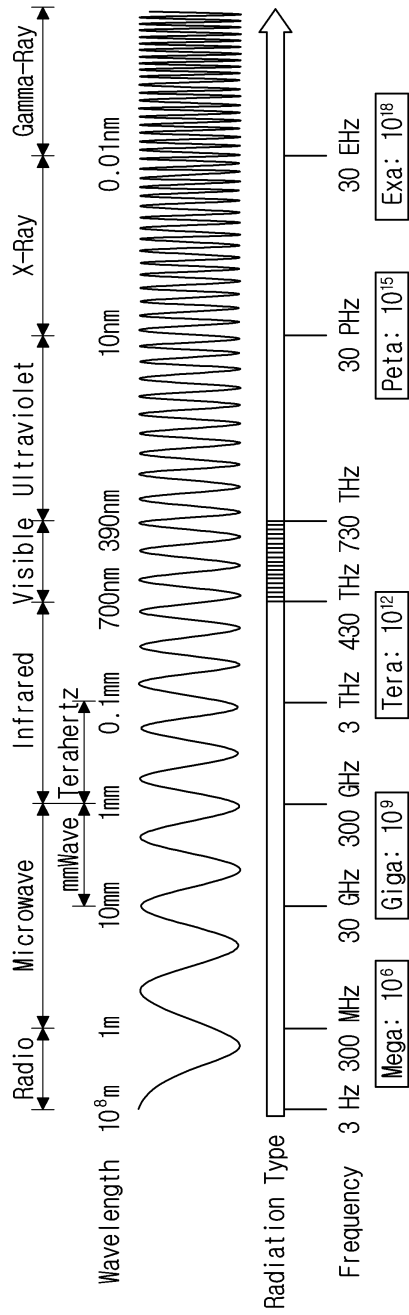
도면4



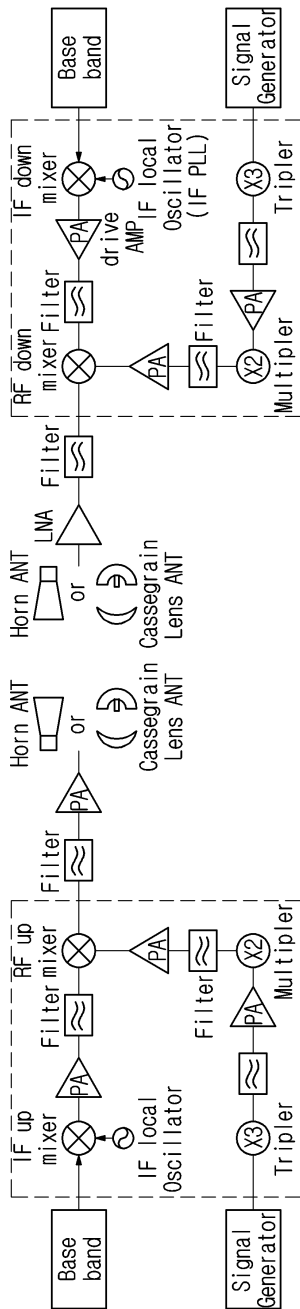
도면5



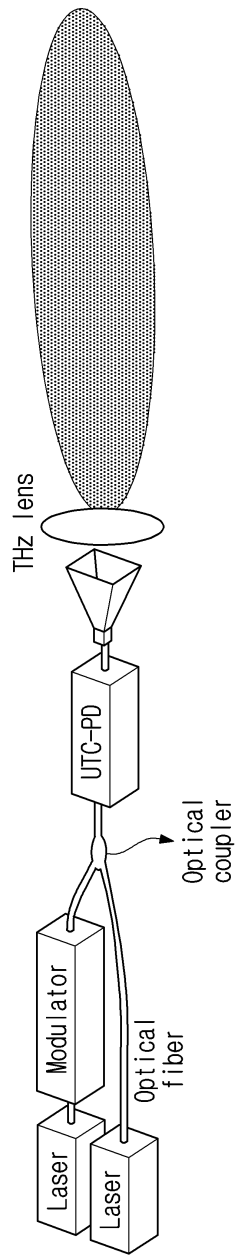
도면6



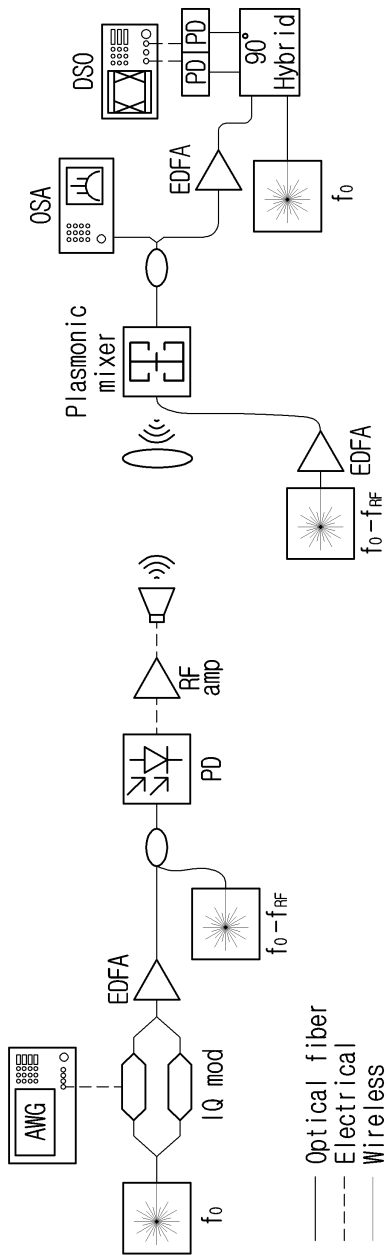
도면7



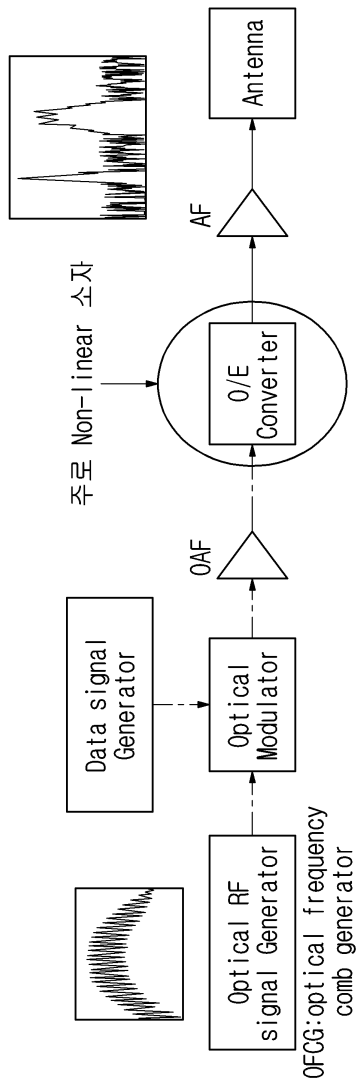
도면8



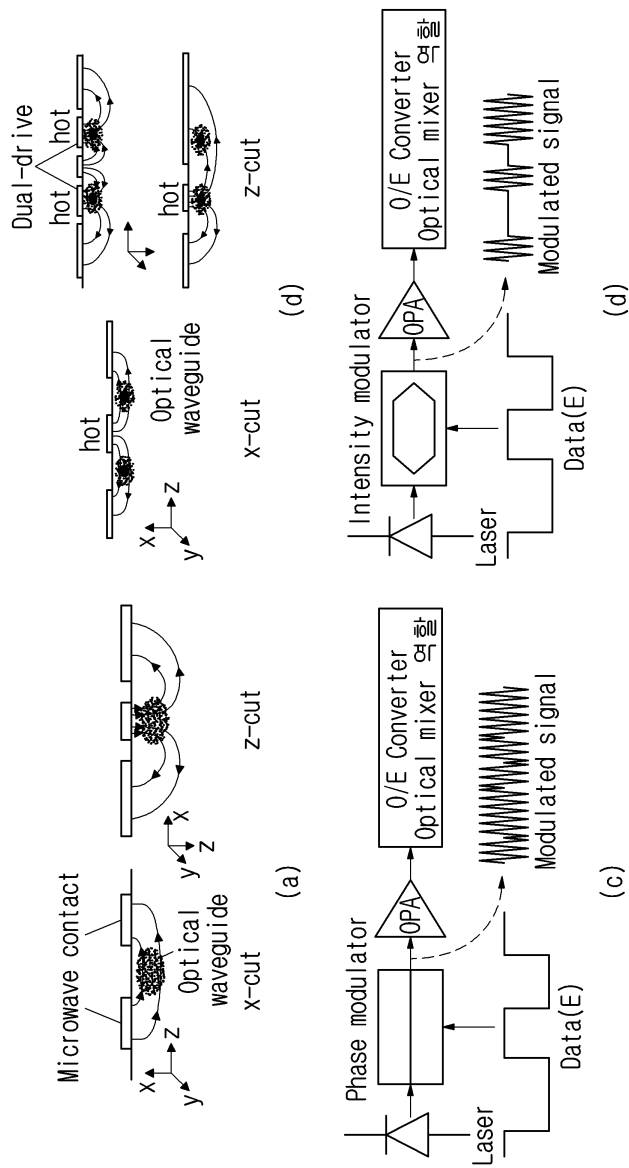
도면9



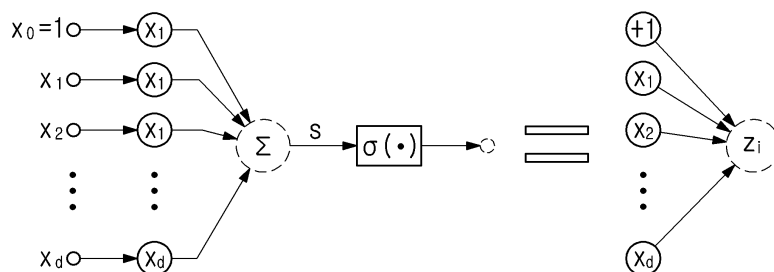
도면10



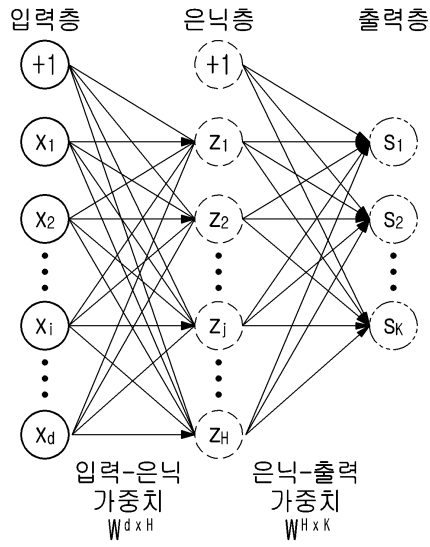
도면11



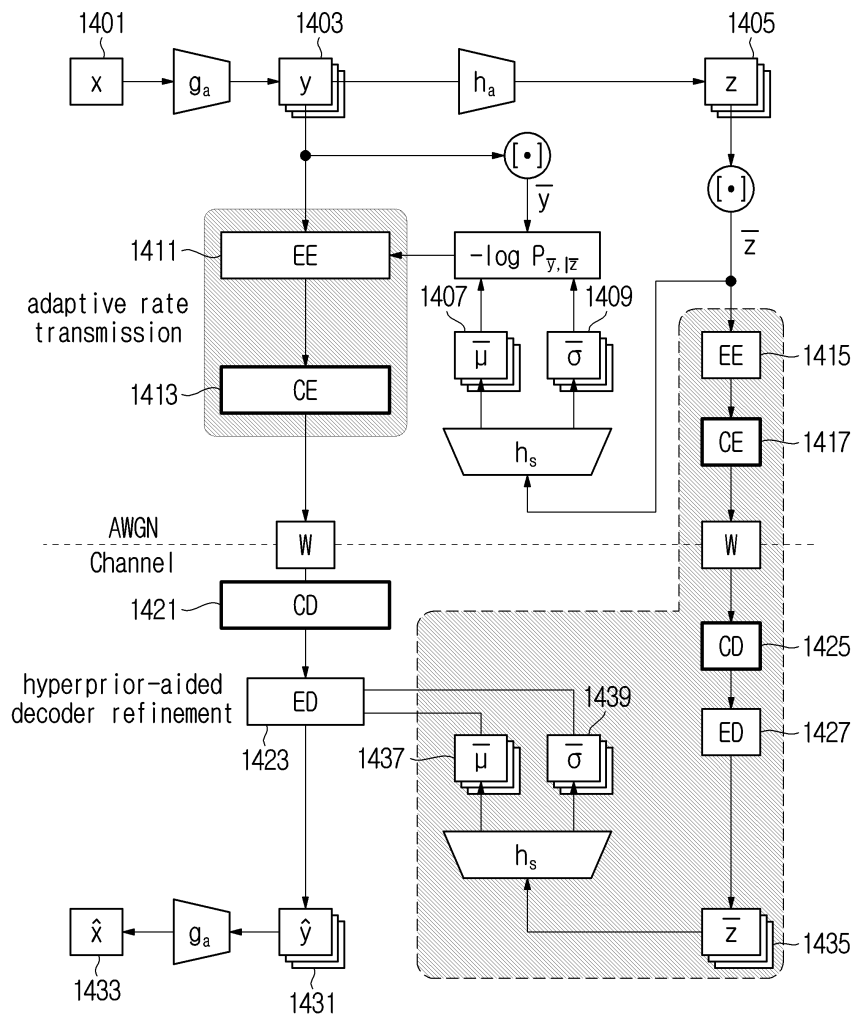
도면12



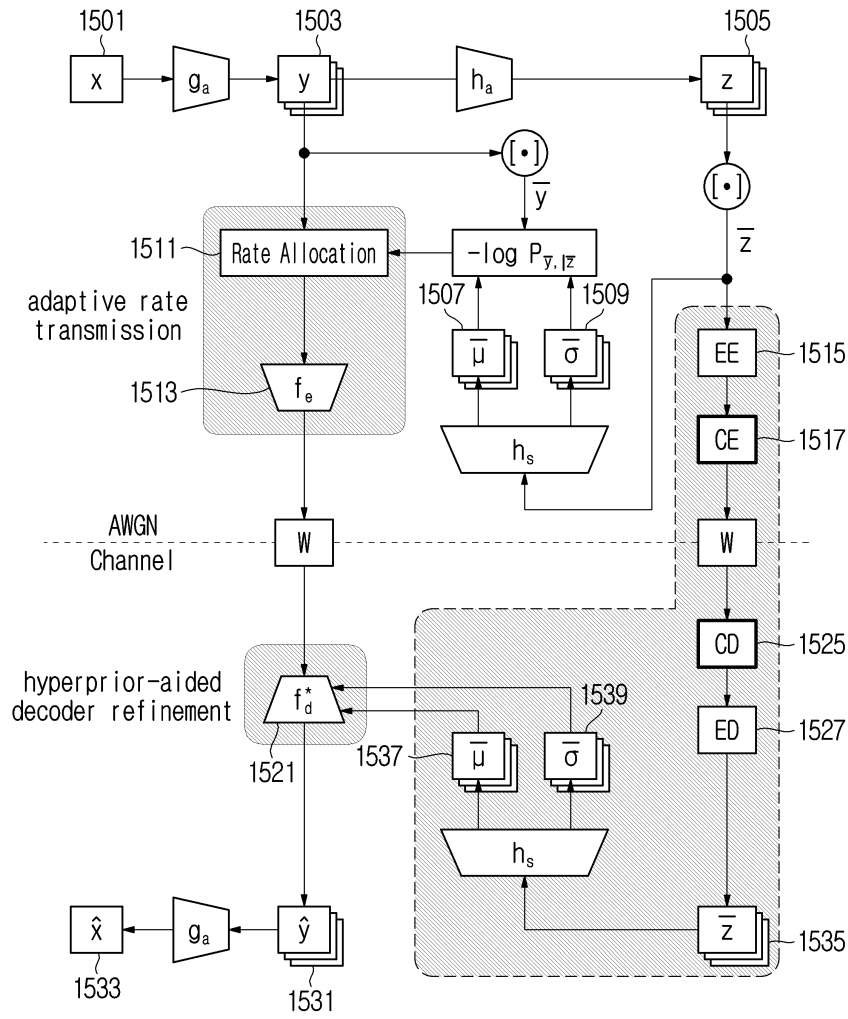
도면13



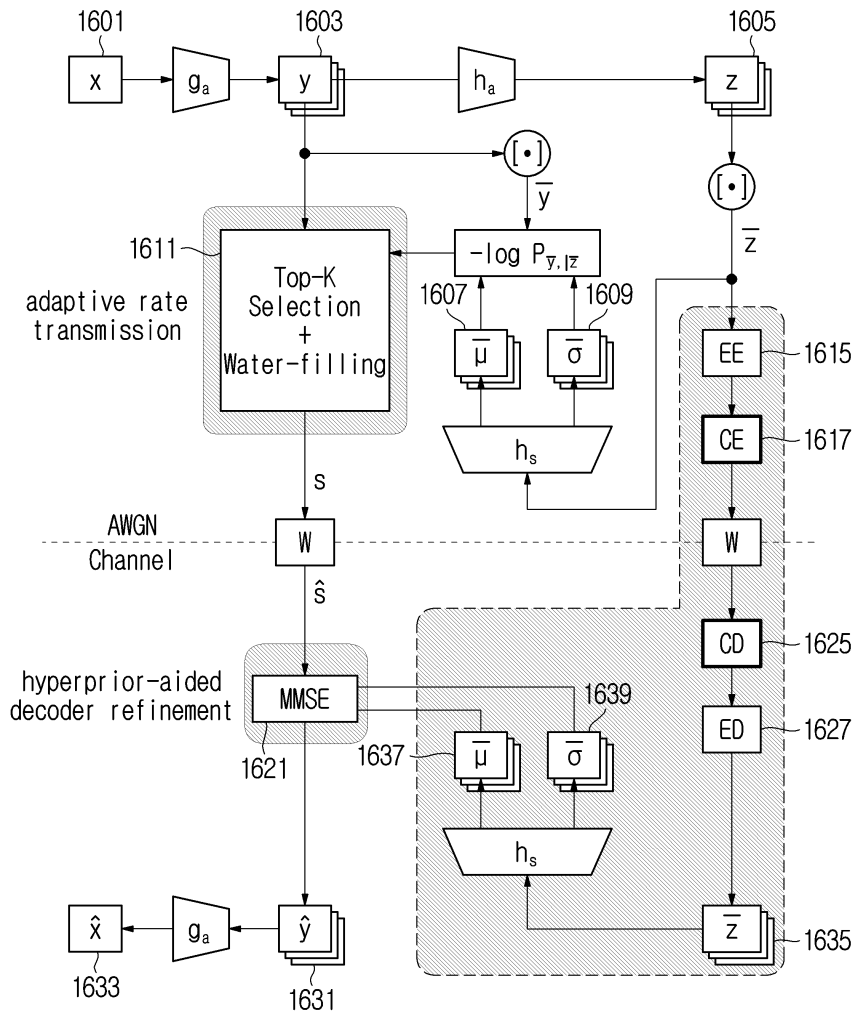
도면14



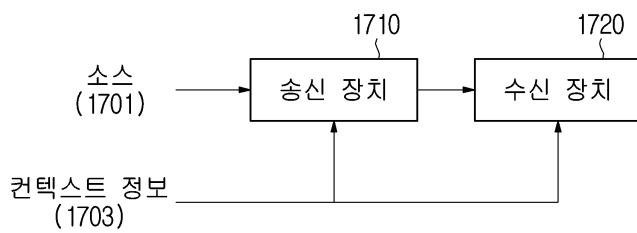
도면15



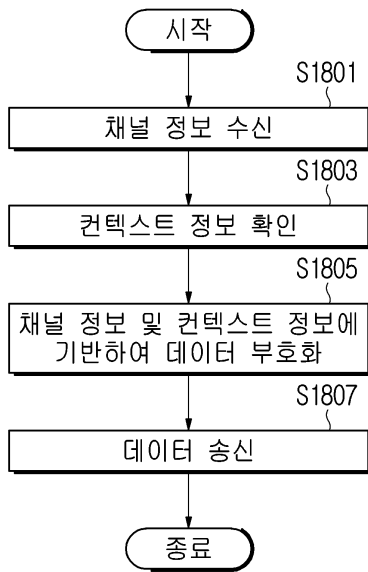
도면16



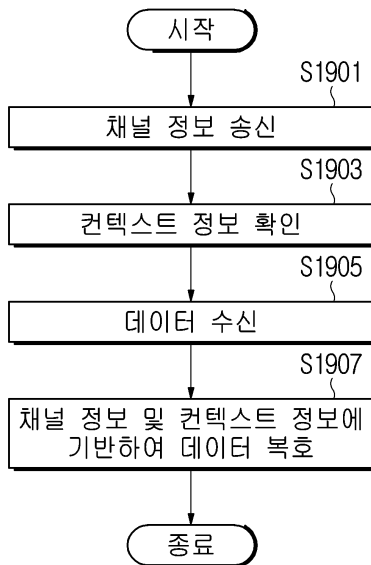
도면17



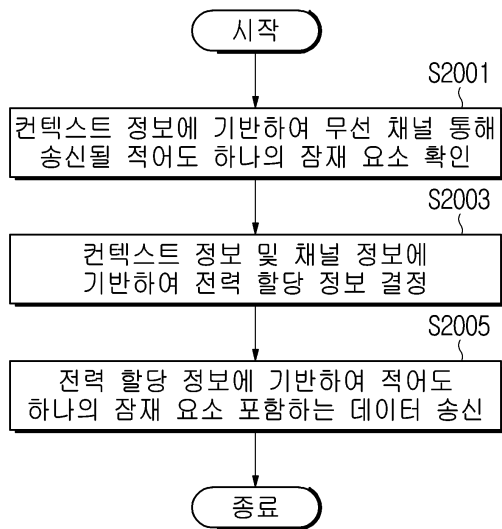
도면18



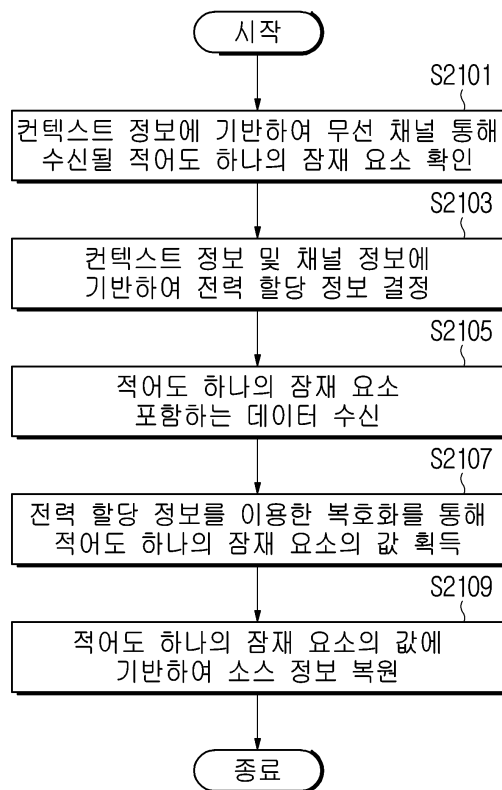
도면19



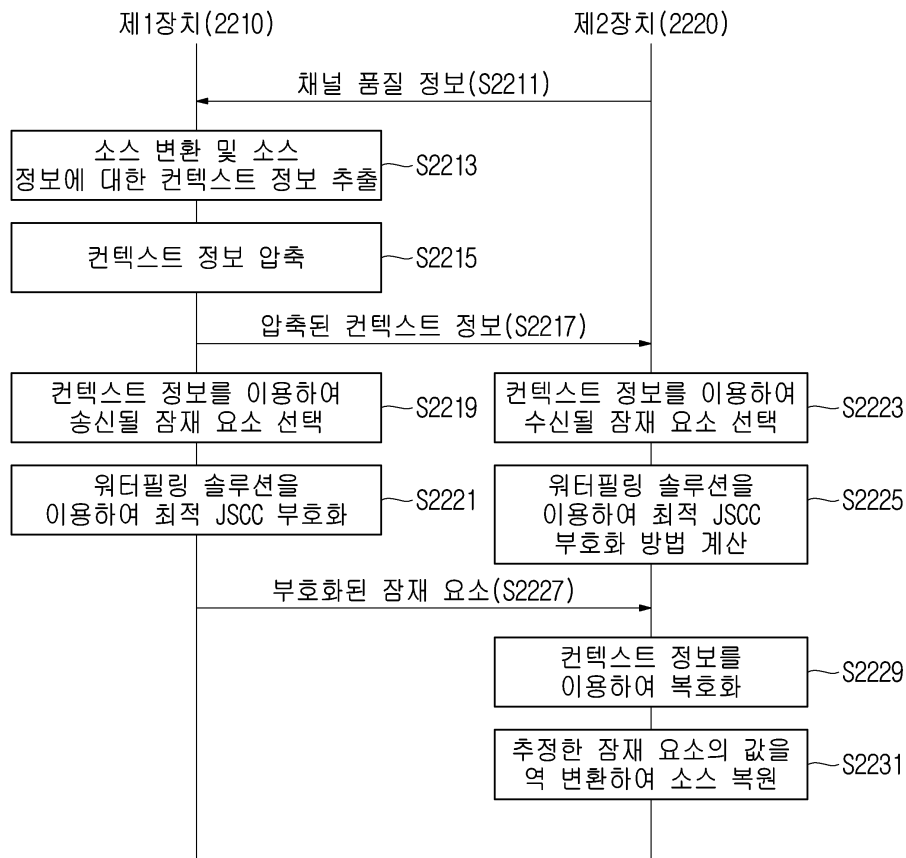
도면20



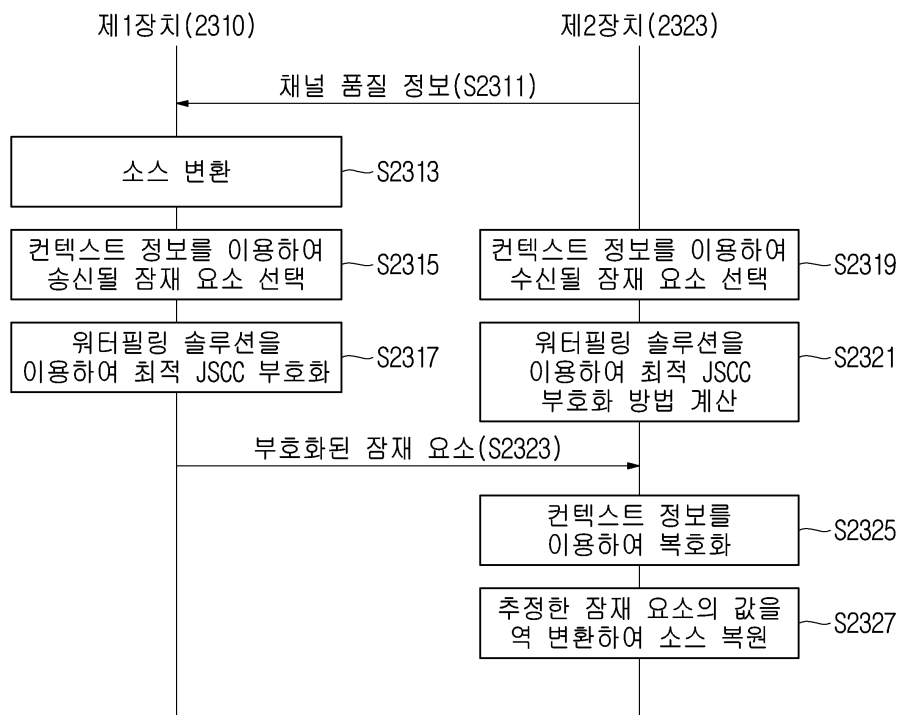
도면21



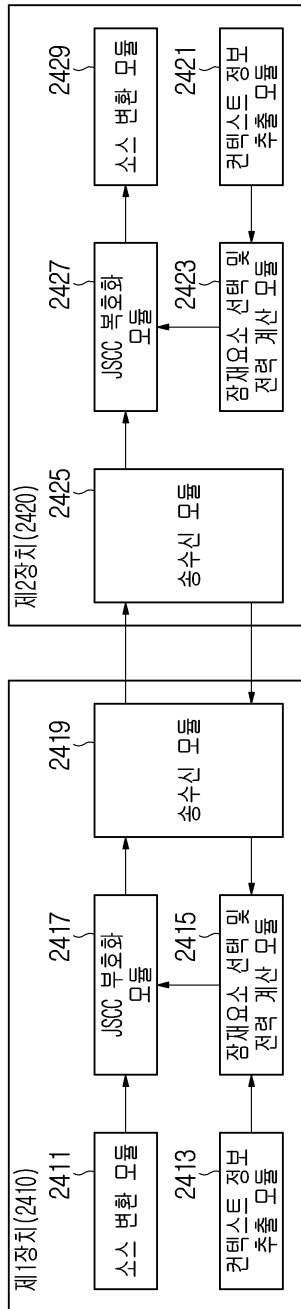
도면22



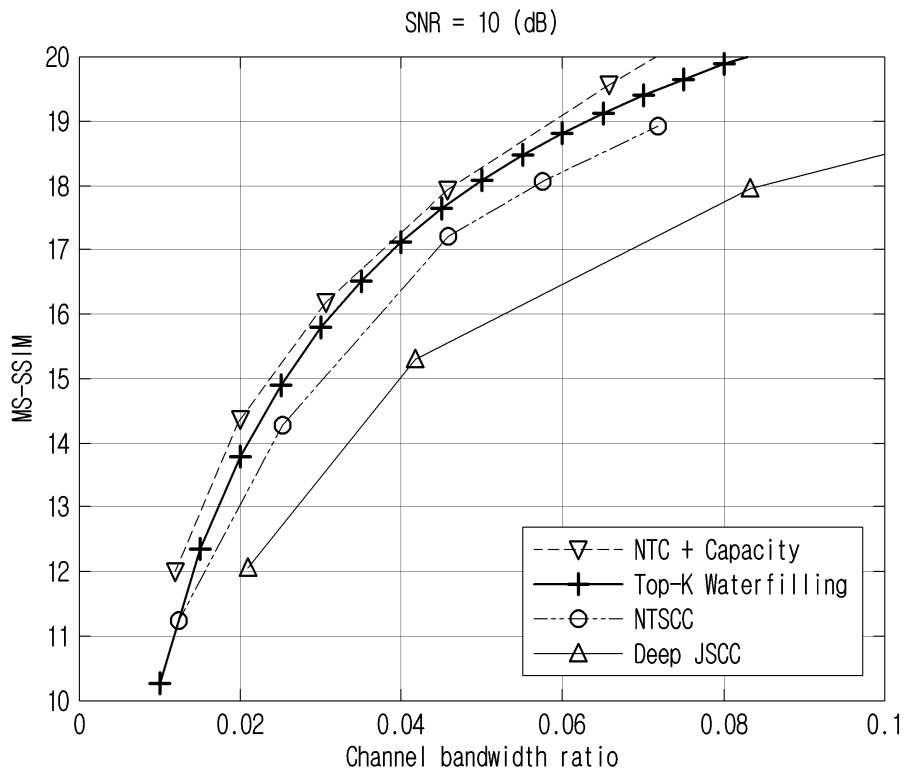
도면23



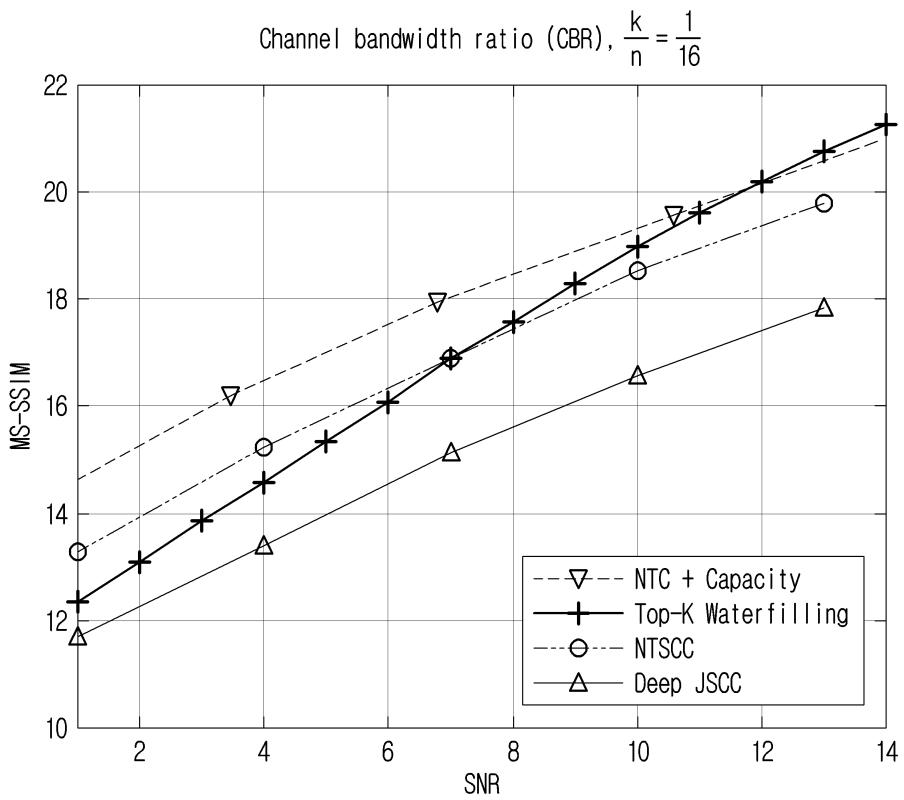
도면24



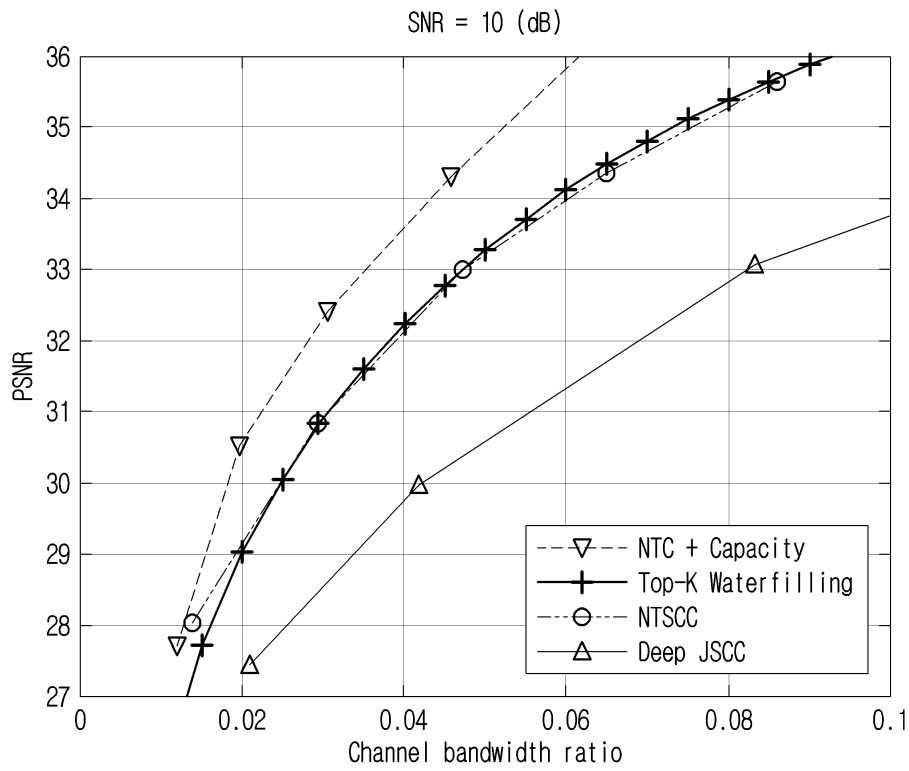
도면25



도면26



도면27



도면28

