



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0114803
(43) 공개일자 2020년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 1/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04L 1/0015 (2013.01)

H04L 1/0057 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0037108

(22) 출원일자 2019년03월29일

심사청구일자 2019년03월29일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

최수용

경기도 성남시 분당구 동판교로 122, 211동 603호 (백현동, 백현마을2단지아파트)

이장원

서울특별시 서초구 서초대로 385, 7동 202호 (서초동, 진흥아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 인코딩 운용 방법 및 그를 위한 장치

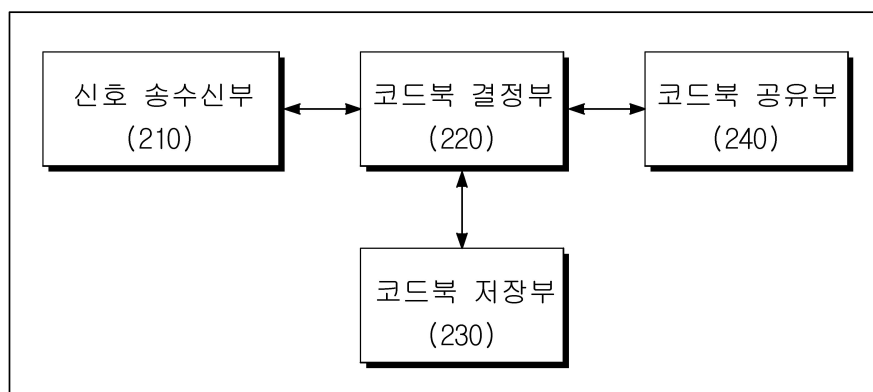
(57) 요약

데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 인코딩 운용 방법 및 그를 위한 장치를 개시한다.

본 발명의 실시예에 따른 인코딩 운용 장치는 코드북 설정 요청신호를 획득하는 신호 송수신부; 상기 코드북 설정 요청신호에 근거하여 채널 통신 상태를 분석하고, 상기 채널 통신 상태에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 고려하여 인코딩을 위한 코드북을 결정하는 코드북 결정부; 및 결정된 상기 코드북을 이용하여 데이터 및 전력 동시 전송을 위한 인코딩이 수행되도록 상기 코드북에 대한 인덱스 정보를 공유하는 코드북 공유부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2

200



(52) CPC특허분류

H04L 1/203 (2013.01)

H04L 25/03942 (2013.01)

(72) 발명자

이동현

서울특별시 서대문구 신촌로7길 45, 104호 (창천동, 화현주택)

공규열

서울특별시 마포구 포은로2가길 36, 105동 602호 (합정동, 합정더힐하우스)

장영록

서울특별시 서대문구 신촌로9길 61, 301호 (창천동)

한성배

서울특별시 서대문구 연희로10길 37-4, 305호 (연희동)

명세서

청구범위

청구항 1

데이터 및 전력 동시 전송 시스템에서 인코딩 운용을 위한 장치에 있어서,

코드북 설정 요청신호를 획득하는 신호 송수신부;

상기 코드북 설정 요청신호에 근거하여 채널 통신 상태를 분석하고, 상기 채널 통신 상태에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 고려하여 인코딩을 위한 코드북을 결정하는 코드북 결정부; 및

결정된 상기 코드북을 이용하여 데이터 및 전력 동시 전송을 위한 인코딩이 수행되도록 상기 코드북에 대한 인덱스 정보를 공유하는 코드북 공유부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 신호 송수신부는,

파일럿 신호와 데이터 요구량 정보 및 에너지 요구량 정보 중 적어도 하나를 포함하는 상기 코드북 설정 요청신호를 획득하고, 상기 코드북 설정 요청신호를 기반으로 상기 코드북이 결정되도록 하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 코드북 결정부는,

상기 파일럿 신호를 이용하여 채널 통신 환경의 신호대잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)를 계산하고, 상기 신호대잡음비의 계산 결과를 기반으로 상기 데이터 요구량 정보 및 상기 에너지 요구량 정보에 대한 조건을 만족하는 상기 코드북을 결정하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 코드북 결정부는,

상기 신호대잡음비에 따른 상기 데이터 전송량 및 상기 에너지 수급량을 예측하고, 상기 데이터 전송량 및 상기 에너지 수급량 간의 트레이드 오프(Trade Off) 현상을 고려하여 상기 코드북을 결정하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 코드북 결정부는,

상기 채널 통신 환경의 비트 에러율(BER: Bit Error Ratio) 성능에 대한 조건을 추가로 고려하여 상기 코드북을 결정하되,

기 설정된 최소 비트 에러율 성능을 갖는 후보 코드북을 추출하고, 상기 후보 코드북 중 상기 에너지 수급량 조건을 만족하는 상기 코드북을 최종적으로 결정하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 코드북 결정부는,

인코딩 후 신호 길이, 인코딩 전 신호 길이 및 최소 해밍 거리를 포함하는 블록 코드에 대한 적어도 하나의 코드워드(Codeword)를 선택하여 생성된 복수의 코드북 중 하나의 상기 코드북을 결정하되,

상기 코드북 결정부는 상기 적어도 하나의 코드워드 내에 포함된 이진코드 중 1의 개수를 고려하여 상기 코드북을 결정하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 코드북 결정부는,

상기 이진 코드 중 1의 개수에 따라 발생하는 코드북 별 상기 데이터 전송량 및 상기 에너지 수급량 간의 트레이드 오프(Trade Off) 현상을 확인하여 후보 코드북을 추출하고, 상기 후보 코드북 중 상기 에너지 수급량 조건을 만족하는 상기 코드북을 최종적으로 결정하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 신호 송수신부는,

상기 인코딩 운용 장치가 송신 장치에서 동작하는 경우, 수신 장치로부터 상기 코드북 설정 요청신호를 획득하며, 상기 코드북 설정 요청신호는 상기 파일럿 신호, 상기 데이터 요구량 정보 및 상기 에너지 요구량 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 신호 송수신부는,

상기 인코딩 운용 장치가 수신 장치에서 동작하는 경우, 송신 장치로부터 상기 코드북 설정 요청신호를 획득하며, 상기 코드북 설정 요청신호는 상기 파일럿 신호 및 상기 데이터 요구량 정보를 포함하되, 상기 수신 장치의 전력 잔여량을 확인하여 에너지 요구량 정보를 추가로 생성하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 10

제2항에 있어서,

상기 신호 송수신부는,

채널 통신 상태를 파악하기 위한 상태 정보를 포함하는 상기 파일럿 신호를 획득하여 채널에 대한 신호대잡음비가 계산되도록 하고, 상기 코드북 결정을 위하여 수신 장치에서 필요로 하는 상기 데이터의 요구량 정보 및 상기 에너지 수급량 정보를 상기 파일럿 신호와 함께 획득하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 코드북 공유부는,

상기 인코딩 운용 장치가 송신 장치에서 동작하는 경우, 상기 코드북에 대한 인덱스 정보를 상기 송신 장치에서 수신 장치로 전송하며,

상기 인코딩 운용 장치가 수신 장치에서 동작하는 경우, 상기 코드북에 대한 인덱스 정보를 상기 수신 장치에서 송신 장치로 전송하여 공유하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 장치.

청구항 12

데이터 및 전력 동시 전송 시스템에서 인코딩 운용을 위한 방법에 있어서,

코드북 설정 요청신호를 획득하는 신호 송수신 단계;

상기 코드북 설정 요청신호에 근거하여 채널 통신 상태를 분석하고, 상기 채널 통신 상태에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 고려하여 인코딩을 위한 코드북을 결정하는 코드북 결정 단계; 및

결정된 상기 코드북을 이용하여 데이터 및 전력 동시 전송을 위한 인코딩이 수행되도록 상기 코드북에 대한 인덱스 정보를 공유하는 코드북 공유 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 신호 송수신 단계는 파일럿 신호와 데이터 요구량 정보 및 에너지 요구량 정보 중 적어도 하나를 포함하는 상기 코드북 설정 요청신호를 획득하고,

상기 코드북 결정 단계는 상기 파일럿 신호를 이용하여 채널 통신 환경의 신호대잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)를 계산하고, 상기 신호대잡음비의 계산 결과를 기반으로 상기 데이터 요구량 정보 및 상기 에너지 요구량 정보에 대한 조건을 만족하는 상기 코드북을 결정하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 코드북 결정 단계는,

상기 채널 통신 환경의 비트 에러율(BER: Bit Error Ratio) 성능에 대한 조건을 추가로 고려하여 상기 코드북을 결정하되, 기 설정된 최소 비트 에러율 성능을 갖는 후보 코드북을 추출하고, 상기 후보 코드북 중 상기 에너지 수급량 조건을 만족하는 상기 코드북을 최종적으로 결정하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 코드북 결정 단계는,

인코딩 후 신호 길이, 인코딩 전 신호 길이 및 최소 해밍 거리를 포함하는 블록 코드에 대한 적어도 하나의 코드워드(Codeword)를 선택하여 생성된 복수의 코드북 중 하나의 상기 코드북을 결정하되,

상기 복수의 코드북은 상기 적어도 하나의 코드워드 내에 포함된 이진코드 중 1의 개수가 많은 순으로 추출된 코드북을 포함하는 것을 특징으로 하는 인코딩 운용 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 데이터 및 전력 동시 전송 시스템에서 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 고려하여 인코딩을 운용하기 위한 방법 및 그를 위한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 발명의 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 네트워크의 수명을 늘리기 위해, 무선 기기들의 배터리는 교체되거나 충전되어야 한다. 하지만 수많은 무선 기기들의 배터리를 주기적으로 관리하는 것은 현실적으로 불가능하다. 이러한 요구를 바탕으로 기기들에 에너지를 공급하기 위해 태양열, 풍력 등의 신재생 에너지원 등이 고려되었으나, 시간과 날씨에 크게 영향을 받는 특성 때문에 사용에 많은 제약이 따른다. 따라서 기지국이 송신한 RF 신호로부터 정보 전달과 에너지 수확을 동시에

수행할 수 있는 기술인

[0004] 데이터 및 전력 동시 전송(SWIPT: Simultaneous Wireless Information and Power Transmission) 시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

[0005] 종래의 무선 정보 전송 시스템과 데이터 및 전력 동시 전송 시스템은 완전히 다르기 때문에 무선 정보 전송 시스템을 위한 인코딩에 사용되는 해밍 코드(Hamming Code) 등을 데이터 및 전력 동시 전송 시스템에 그대로 적용했을 때 에너지 수급량에 있어서 성능 저하가 발생한다. 신호의 전송이 에너지 수급량과 직결되는 온오프키잉(OOK: On-Off Keying) 변조를 사용하는 데이터 및 전력 동시 전송 시스템에서 해밍 코드(Hamming Code)는 On 신호와 Off 신호의 조합은 고려하지 않는다. 실제 신호가 전송되는 On 신호에서만 에너지를 수급할 수 있는 상황에서 이는 비효율적이다. 여기서, 해밍 코드(Hamming Code)는 데이터 전송률을 높이고 오류율을 낮추고자 코드북(Codebook) 내에 포함된 코드워드(Codeword)들 간의 최소 해밍 거리(Minimum Hamming Distance) 등을 고려하여 설계되었기 때문에 코드북 내의 이진코드 중 1의 비율이 높지 않다. 즉, 종래 무선 정보 전송을 위한 인코딩 기술에서는 에너지를 수급량에 대한 고려가 없었으며, 이에 따른 에너지 수급량이 저하되는 문제가 발생하였으며, 이를 해결하기 위한 기술이 필요로 하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 데이터 및 전력 동시 전송 시스템에서 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 고려하여 정보 전송량 대비 수급할 수 있는 에너지의 총량을 현저히 증가시킬 수 있도록 인코딩을 위한 코드북을 결정하는 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 인코딩 운용 방법 및 그를 위한 장치를 제공하는 데 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 측면에 의하면, 상기 목적을 달성하기 위한 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 인코딩 운용 장치는 코드북 설정 요청신호를 획득하는 신호 송수신부; 상기 코드북 설정 요청신호에 근거하여 채널 통신 상태를 분석하고, 상기 채널 통신 상태에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 고려하여 인코딩을 위한 코드북을 결정하는 코드북 결정부; 및 결정된 상기 코드북을 이용하여 데이터 및 전력 동시 전송을 위한 인코딩이 수행되도록 상기 코드북에 대한 인덱스 정보를 공유하는 코드북 공유부를 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 본 발명의 다른 측면에 의하면, 상기 목적을 달성하기 위한 데이터 및 전력 동시 전송 시스템에서 인코딩 운용 방법은 코드북 설정 요청신호를 획득하는 신호 송수신 단계; 상기 코드북 설정 요청신호에 근거하여 채널 통신 상태를 분석하고, 상기 채널 통신 상태에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 고려하여 인코딩을 위한 코드북을 결정하는 코드북 결정 단계; 및 결정된 상기 코드북을 이용하여 데이터 및 전력 동시 전송을 위한 인코딩이 수행되도록 상기 코드북에 대한 인덱스 정보를 공유하는 코드북 공유 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0009] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 진폭 위상 변조를 사용하는 데이터 및 전력 동시 전송 시스템에서 에너지 수급의 효율성을 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

[0010] 또한, 본 발명은 수신 측(사용자)에서 필요한 데이터 전송량과 에너지 수급량에 따라 적응적으로 코드북을 적용하여 효율적으로 인코딩 운용을 할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인코딩 운용 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 인코딩 운용 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 인코딩 운용을 위한 코드북을 선택하는 동작을 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 인코딩 운용 동작을 설명하기 위한 예시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 송신 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 수신 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.

도 8 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 코드북에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 나타낸 도면이다.

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 최소 BER 조건을 만족하는 코드북에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다. 이하에서는 도면들을 참조하여 본 발명에서 제안하는 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 인코딩 운용 방법 및 그를 위한 장치에 대해 자세하게 설명하기로 한다.
- [0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템을 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0014] 본 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)를 포함한다.
- [0015] 본 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 송신 장치(110)에서 수신 장치(120)로 데이터 및 에너지를 모두 전송하는 동작을 수행한다.
- [0016] 일반적인 무선 정보 전송 시스템에서는 데이터 전송률이나 비트 에러율(BER: Bit Error Ratio)만을 고려하여 인코딩(Encoding) 운용 방식이 설계된다. 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 에너지와 정보 모두를 전송하기 때문에 기존 무선 정보 전송을 위한 인코딩 운용 방식을 사용할 시 많은 성능 열화가 발생하게 된다.
- [0017] 진폭 위상 변조(Amplitude-Shift Keying) 예컨대, 온오프키잉(OOK: On-Off Keying) 변조와 같이 전송되는 신호의 세기가 수신 장치(120)의 에너지 수급량과 직결되는 상황에서 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 On 신호와 Off 신호의 비율에 따라 성능이 크게 좌우된다.
- [0018] 본 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 데이터 및 전력을 동시에 전송하는 성능을 향상시키기 위하여 기 생성된 코드북(Codebook) 내에 포함된 코드워드(Codeword) 간의 최소 해밍 거리(Minimum Hamming Distance)를 만족하면서 코드북에 포함된 ON 신호(이진코드 중 1)의 비율을 높이면서, 데이터 전송량, 에너지 수급량 등에 대한 조건을 만족시킬 수 있는 인코딩 운용 방식이 적용되어야 한다.
- [0019] 본 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 데이터 및 전력 동시 전송 성능을 향상시키기 위하여 코드워드 간의 최소 해밍 거리를 만족하면서 코드북에 포함된 ON 신호(이진코드 중 1)의 비율을 높일 수 있는 고밀도 인코딩(High Density Encoding) 방식을 적용하여 코드북을 설계하고, 시스템 환경에 따라 코드북을 유동적으로 운용한다.
- [0020] 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 송신 장치(110) 및 수신 장치(120) 각각에서 한 개의 안테나를 사용하는 단일 입력 단일 출력(SISO: Single-Input Single-Output) 방식으로 데이터 및 에너지를 전송하는 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0021] 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)에 포함된 송신 장치(110)는 수신 장치(120)로 OOK(On-Off Keying) 신호를 전송하여 데이터 및 에너지 전송을 수행하고, 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)는 인코딩(Encoding) 및 디코딩(Decoding)을 위한 코드북을 모두 저장하고 있는 것으로 가정한다. 본 실시예에 따른 송신 장치(110) 및 수신 장치(120) 각각은 도 6 및 도 7 각각에 도시된 바와 같이 구성될 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0022] 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 사용할 채널에서 허용된 최소 비트 에러율(BER) 성능과 수신 단말(120)에서 필요로 하는 데이터 전송량, 에너지 수급량 등을 고려하고, 채널 상태와 신호대잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)에 따라 결정된 최적의 코드북을 이용하여 인코딩을 운용함으로써 효율적인 데이터 및

전력 동시 전송 통신이 가능하도록 한다.

- [0023] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인코딩 운용 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0024] 본 실시예에 따른 인코딩 운용 장치(200)는 신호 송수신부(210), 코드북 결정부(220), 코드북 저장부(230) 및 코드북 공유부(240)를 포함한다. 도 2의 인코딩 운용 장치(200)는 일 실시예에 따른 것으로서, 도 2에 도시된 모든 블록이 필수 구성요소는 아니며, 다른 실시예에서 인코딩 운용 장치(200)에 포함된 일부 블록이 추가, 변경 또는 삭제될 수 있다.
- [0025] 인코딩 운용 장치(200)는 이진코드로 설계된 코드북을 저장하고, 채널의 신호대잡음비, 비트 에러율, 송신 장치(110) 또는 수신 장치(120)에서 요구된 데이터 전송량 및 에너지 수급량 등을 고려하여 인코딩 운용을 위한 코드북을 결정하는 동작을 수행한다.
- [0026] 인코딩 운용 장치(200)는 송신 장치(110) 및 수신 장치(120) 중 하나의 장치에 탑재되어 동작할 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)에 모두 탑재된 상태에서 인코딩을 위한 코드북을 결정하는 주체에 따라 송신 장치(110) 및 수신 장치(120) 중 하나의 장치에서 동작될 수 있다. 한편, 인코딩 운용 장치(200)는 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)와 연동하는 별도의 장치로 구현될 수도 있다.
- [0027] 이하, 인코딩 운용 장치(200)에 포함된 구성요소 각각에 대해 설명하도록 한다.
- [0028] 신호 송수신부(210)는 코드북 설정 요청신호를 획득한다. 여기서, 코드북 설정 요청신호는 파일럿 신호, 데이터 요구량 정보, 에너지 요구량 정보 등을 포함할 수 있다. 여기서, 코드북 설정 요청신호는 채널 통신 상태를 판단할 수 있는 정보와 송수신 단의 요구 정보를 포함하고 있다면 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0029] 신호 송수신부(210)는 인코딩 운용 장치(200)가 송신 장치(110)에서 동작하는 경우, 수신 장치(120)로부터 코드북 설정 요청신호를 획득하며, 코드북 설정 요청신호는 파일럿 신호, 데이터 요구량 정보 및 에너지 요구량 정보를 포함한다.
- [0030] 한편, 신호 송수신부(210)는 인코딩 운용 장치(200)가 수신 장치(120)에서 동작하는 경우, 송신 장치(110)로부터 코드북 설정 요청신호를 획득하며, 코드북 설정 요청신호는 파일럿 신호 및 데이터 요구량 정보를 포함한다.
- [0031] 신호 송수신부(210)에서 획득하는 파일럿 신호는 기 설정된 주기 또는 랜덤으로 생성된 신호이며, 기 약속된 임의의 코드일 수 있다. 파일럿 신호는 채널 통신 상태를 파악하기 위한 상태 정보를 포함한다.
- [0032] 또한, 신호 송수신부(210)에서 획득하는 데이터 요구량 정보는 수신 장치(120)에서 필요로 하는 데이터의 요구량(예: 비트 단위)을 포함한다. 여기서, 코드북 설정 요청신호를 전송하는 주체가 수신 장치(120)인 경우에는 수신 장치(120)에서 필요로 하는 데이터량을 자체 측정하여 생성된 데이터 요구량 정보를 송신 장치(110)로 전송할 수 있다. 한편, 코드북 설정 요청신호를 전송하는 주체가 송신 장치(110)인 경우에는 수신 장치(120)의 필요 데이터량을 예측하거나, 송신 장치(110)에서 전송 가능한 최대 데이터량을 측정하여 생성된 데이터 요구량 정보를 수신 장치(110)로 전송할 수 있다.
- [0033] 또한, 신호 송수신부(210)에서 획득하는 에너지 요구량 정보는 수신 장치(120)에서 필요로 하는 에너지의 요구량을 포함한다. 에너지 요구량 정보는 수신 장치(120)의 배터리 상태, 잔여 전력 등을 고려하여 필요한 에너지량을 포함하며, 에너지 표시 단위 또는 코드북에 따른 에너지 수급량 레벨(예: 코드북 80 번째 이상) 등과 같이 표현될 수 있다. 여기서, 에너지 요구량 정보는 코드북 설정 요청신호를 전송하는 주체가 수신 장치(120)인 경우에만 코드북 설정 요청신호에 포함되어 송신 장치(110)로 전송된다.
- [0034] 코드북 결정부(220)는 획득한 코드북 설정 요청신호에 근거하여 채널 통신 상태를 분석하고, 채널 통신 상태에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 고려하여 인코딩을 위한 코드북을 결정한다. 구체적으로, 코드북 결정부(220)는 코드북 설정 요청신호에 포함된 파일럿 신호를 이용하여 채널 통신 환경의 신호대잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)를 계산하고, 신호대잡음비의 계산 결과를 기반으로 데이터 요구량 정보 및 상기 에너지 요구량 정보에 대한 조건을 만족하는 코드북을 결정한다.
- [0035] 코드북 결정부(220)는 신호대잡음비에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 예측하고, 데이터 전송량 및 에너지 수급량 간의 트레이드 오프(Trade Off) 현상을 고려하여 복수의 코드북 중 인코딩을 위한 하나의 코드북을 결정한다. 복수의 코드북에는 데이터 전송량이 가장 높은 코드북, 에너지 수급량이 가장 높은 코드북 등 다양한 코드북이 포함될 수 있다. 예를 들어, 코드북 결정부(220)는 기 설정된 임계치를 초과하는 데이터 전송량을 갖는 코드북을 1차 후보 코드북으로 추출하고, 1차 후보 코드북 중 기 설정된 임계치를 초과하는 에너지 수급량을

갖는 코드북을 최종 코드북으로 결정할 수 있다. 여기서, 코드북 결정부(220)는 데이터 전송량을 기반으로 1차 후보 코드북을 추출하고, 에너지 수급량을 기반으로 최종 코드북을 결정하는 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 에너지 수급량을 기반으로 1차 후보 코드북을 추출하고, 데이터 전송량을 기반으로 최종 코드북을 결정할 수도 있다.

[0036] 코드북 결정부(220)는 신호대잡음비에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 [수학식 1] 및 [수학식 2]를 통해 예측할 수 있다.

수학식 1

$$\text{데이터 전송량(Throughput)} = \frac{k}{n} \times (1 - \text{BER})$$

[0037]

[0038] (n: 인코딩 후 신호 길이, k: 인코딩 전 신호 길이, BER: 비트 에러율)

수학식 2

$$\text{에너지 수급량} = \frac{\text{codebook weight}}{n}$$

[0039]

[0040] (n: 인코딩 후 신호 길이, Codebook weight: 코드북 내의 1의 개수)

[0041] 코드북 결정부(220)는 채널 통신 환경의 비트 에러율(BER: Bit Error Ratio) 성능에 대한 조건을 추가로 고려하여 코드북을 결정할 수도 있다. 코드북 결정부(220)는 기 설정된 최소 비트 에러율 성능을 추가로 설정하여 데이터 전송량 기반의 후보 코드북을 추출하고, 후보 코드북 중 에너지 수급량 조건을 만족하는 코드북을 최종적으로 결정할 수 있다. 여기서, 최소 비트 에러율 성능은 10^{-2} 와 같이 설정될 수 있다.

[0042] 코드북 결정부(220)는 인코딩 후 신호 길이(n), 인코딩 전 신호 길이(k) 및 최소 해밍 거리(d, Minimum Hamming Distance)를 포함하는 블록 코드(n, k, d)에 대한 적어도 하나의 코드워드(Codeword)를 선택하여 생성된 복수의 코드북 중 하나의 코드북을 결정할 수 있다. 코드북 결정부(220)는 적어도 하나의 코드워드 내에 포함된 이진코드 중 1의 개수를 고려하여 생성된 복수의 코드북 중 하나의 코드북을 결정할 수 있다. 여기서, 복수의 코드북은 상기 적어도 하나의 코드워드 내에 포함된 이진코드 중 1의 개수가 많은 순으로 추출된 코드북을 포함할 수 있다.

[0043] 코드북 결정부(220)는 이진 코드 중 1의 개수에 따라 발생하는 코드북 별 데이터 전송량 및 에너지 수급량 간의 트레이드 오프(Trade Off) 현상을 확인하고, 트레이드 오프(Trade Off) 현상의 확인 결과에 따라 후보 코드북을 추출한다. 여기서, 코드북 결정부(220)는 추출된 후보 코드북 중 에너지 수급량 조건을 만족하는 하나의 코드북을 최종적으로 결정한다.

[0044] 코드북 저장부(230)는 코드북을 저장 및 관리하는 동작을 수행한다.

[0045] 코드북 저장부(230)는 송신 장치(110) 및 수신 장치(120) 간의 통신을 위하여 약속된 복수의 코드북을 저장한다. 여기서, 코드북 저장부(230)는 데이터베이스(Database)와 같은 형태로 구현될 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 복수의 코드북을 저장할 수 있다면 다양한 형태의 저장소로 구현될 수 있다.

[0046] 코드북 저장부(230)는 인코딩 운용 장치(200)에 포함된 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 외부 장치, 외부 서버, 클라우드 서버 등으로 구현될 수 있다.

[0047] 코드북 저장부(230)는 복수의 코드북, 각각의 코드북에 따른 인덱스 정보 등을 저장할 수 있다. 여기서, 복수의 코드북 각각은 이진코드 중 1의 개수를 고려하여 추출된 코드워드(Codeword)를 포함한다. 여기서, 코드워드의 개수 및 이진코드의 개수는 기 설정된 블록 코드(n, k, d)에 의해 결정될 수 있다.

- [0048] 코드북 공유부(240)는 코드북 결정부(220)에서 결정된 코드북을 이용하여 데이터 및 전력 동시 전송을 위한 인코딩 및 디코딩이 수행되도록 코드북에 대한 인덱스 정보를 공유한다.
- [0049] 코드북 공유부(240)는 인코딩 운용 장치(200)가 송신 장치(110)에서 동작하는 경우, 결정된 코드북에 대한 인덱스 정보를 수신 장치(120)로 전송하여 공유한다. 한편, 코드북 공유부(240)는 인코딩 운용 장치(200)가 수신 장치(120)에서 동작하는 경우, 결정된 코드북에 대한 인덱스 정보를 송신 장치(110)로 전송하여 공유한다.
- [0050] 코드북 공유부(240)에서 공유 처리하는 인덱스 정보는 송신 장치(110)에서 데이터 및 에너지를 전송하기 위한 인코딩에 필요한 코드북에 대한 식별(색인) 정보를 의미한다. 수신 장치(120)는 공유된 인덱스 정보를 이용하여 수신된 데이터 및 에너지 전송신호를 디코딩할 수 있다. 여기서, 코드북 공유부(240)에서 공유 처리하는 인덱스 정보는 인코딩을 위하여 결정된 코드북을 탐색할 수 있다면 다양한 형태의 정보로 구현될 수 있다.
- [0051] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 인코딩 운용 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0052] 인코딩 운용 장치(200)는 송신 장치(110) 및 수신 장치(120) 간에 기 설정된 복수의 코드북을 저장한다(S310). 인코딩 운용 장치(200)는 적어도 하나의 코드워드 내에 포함된 이진코드 중 1의 개수를 고려하여 생성된 코드북을 저장할 수 있다.
- [0053] 인코딩 운용 장치(200)는 파일럿 신호, 데이터 요구량 정보, 에너지 요구량 정보 중 적어도 하나의 정보를 포함하는 코드북 설정 요청신호를 획득한다(S320).
- [0054] 인코딩 운용 장치(200)가 송신 장치(110)에서 동작하는 경우, 인코딩 운용 장치(200)는 수신 장치(120)로부터 전송된 코드북 설정 요청신호를 획득한다. 수신 장치(120)로부터 전송된 코드북 설정 요청신호는 파일럿 신호, 데이터 요구량 정보 및 에너지 요구량 정보를 포함한다.
- [0055] 한편, 인코딩 운용 장치(200)가 수신 장치(120)에서 동작하는 경우, 인코딩 운용 장치(200)는 송신 장치(110)로부터 전송된 코드북 설정 요청신호를 획득한다. 송신 장치(110)로부터 전송된 코드북 설정 요청신호는 파일럿 신호 및 데이터 요구량 정보를 포함한다.
- [0056] 인코딩 운용 장치(200)는 코드북 설정 요청신호에 근거하여 채널 통신 환경에 대한 신호대잡음비(SNR)를 계산하고, 신호대잡음비의 계산 결과를 기반으로 데이터 요구량 정보 및 상기 에너지 요구량 정보에 대한 조건을 분석한다(S330).
- [0057] 인코딩 운용 장치(200)는 코드북 설정 요청신호에 포함된 파일럿 신호를 이용하여 채널 통신 환경의 신호대잡음비를 계산할 수 있다. 또한, 인코딩 운용 장치(200)는 신호대잡음비에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 예측하고, 데이터 전송량 및 에너지 수급량 간의 트레이드 오프(Trade Off) 현상을 분석한다.
- [0058] 인코딩 운용 장치(200)는 신호대잡음비에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 예측하고, 데이터 전송량 및 에너지 수급량 간의 트레이드 오프(Trade Off) 현상을 고려하여 복수의 코드북 중 인코딩을 위한 하나의 코드북을 결정한다(S340). 예를 들어, 인코딩 운용 장치(200)는 복수의 코드북 중 기 설정된 임계치를 초과하는 데이터 전송량을 갖는 코드북을 1차 후보 코드북으로 추출하고, 1차 후보 코드북 중 기 설정된 임계치를 초과하는 에너지 수급량을 갖는 코드북을 최종 코드북으로 결정할 수 있다. 여기서, 인코딩 운용 장치(200)는 데이터 전송량을 기반으로 1차 후보 코드북을 추출하고, 에너지 수급량을 기반으로 최종 코드북을 결정하는 것으로 기재하고 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 에너지 수급량을 기반으로 1차 후보 코드북을 추출하고, 데이터 전송량을 기반으로 최종 코드북을 결정할 수도 있다.
- [0059] 인코딩 운용 장치(200)는 결정된 코드북을 이용하여 인코딩을 수행하여 데이터 및 전력을 동시 전송하기 위한 통신을 수행한다(S350). 여기서, 인코딩 운용 장치(200)는 결정된 코드북을 이용하여 인코딩 및 디코딩이 수행되도록 하기 위하여 코드북에 대한 인덱스 정보를 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)에 공유한다. 여기서, 인덱스 정보는 데이터 및 전력을 송수신하기 위한 인코딩 및 디코딩에 사용되는 코드북에 대한 식별(색인) 정보를 의미한다.
- [0060] 도 3에서는 각 단계를 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 도 3에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 3은 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.
- [0061] 도 3에 기재된 본 실시예에 따른 인코딩 운용 방법은 애플리케이션(또는 프로그램)으로 구현되고 단말장치(또는 컴퓨터)로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 본 실시예에 따른 인코딩 운용 방법을 구현하기 위한 애플

리케이션(또는 프로그램)이 기록되고 단말장치(또는 컴퓨터)가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨팅 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치 또는 매체를 포함한다.

- [0062] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 인코딩 운용을 위한 코드북을 선택하는 동작을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0063] 도 4a는 송신 장치(110)에서 인코딩 운용 장치(200)가 동작하는 예시도이고, 도 4b는 수신 장치(120)에서 인코딩 운용 장치(200)가 동작하는 예시도이다.
- [0064] 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)는 통신 환경의 변화에 대응하기 위하여 파일럿 신호를 주기적으로 전송한다.
- [0065] 도 4a에서는 송신 장치(110)가 요구량을 결정하는 주체이며, 인코딩 운용 장치(200)는 수신 장치(120)로부터 코드북 설정 요청신호를 획득한다(S410). 여기서, 코드북 설정 요청신호는 파일럿 신호, 데이터 요구량 정보 및 에너지 요구량 정보를 포함한다.
- [0066] 인코딩 운용 장치(200)는 코드북 설정 요청신호에 포함된 파일럿 신호를 이용하여 채널 통신 환경의 신호대잡음비(SNR)를 계산하고, 신호대잡음비의 계산 결과를 기반으로 데이터 요구량 정보 및 에너지 요구량 정보와 채널 통신 환경에서 허용된 최소 비트 에러율 성능에 대한 조건을 만족하는 코드북을 결정한다.
- [0067] 인코딩 운용 장치(200)는 결정된 코드북을 이용하여 데이터 및 전력 동시 전송을 위한 인코딩 및 디코딩이 수행되도록 코드북의 인덱스 정보를 수신 장치(120)로 공유한다(S420).
- [0068] 도 4b에서는 수신 장치(120)가 요구량을 결정하는 주체이며, 인코딩 운용 장치(200)는 송신 장치(110)로부터 코드북 설정 요청신호를 획득한다(S430). 여기서, 코드북 설정 요청신호는 파일럿 신호, 데이터 요구량 정보를 포함한다.
- [0069] 인코딩 운용 장치(200)는 수신 장치(120)의 전력 잔여량을 확인하고, 전력 잔여량을 고려하여 에너지 요구량 정보를 생성한다.
- [0070] 인코딩 운용 장치(200)는 코드북 설정 요청신호에 포함된 파일럿 신호를 이용하여 채널 통신 환경의 신호대잡음비(SNR)를 계산하고, 신호대잡음비의 계산 결과를 기반으로 데이터 요구량 정보 및 에너지 요구량 정보와 채널 통신 환경에서 허용된 최소 비트 에러율 성능에 대한 조건을 만족하는 코드북을 결정한다.
- [0071] 인코딩 운용 장치(200)는 결정된 코드북을 이용하여 데이터 및 전력 동시 전송을 위한 인코딩 및 디코딩이 수행되도록 코드북의 인덱스 정보를 송신 장치(110)로 공유한다(S440).
- [0072] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 인코딩 운용 동작을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0073] 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 온오프키잉(OOK: On-Off Keying) 변조를 사용하여 통신을 수행하며, 전송할 비트(Bit)를 인코딩한 신호 그대로 전송한다. 이에 따라, 인코딩에 사용될 코드북 결정시 이진코드 중 On 신호를 나타내는 1의 개수가 에너지를 공급하는 측면에서 중요하다.
- [0074] 인코딩 운용 장치(200)는 최소 해밍 거리와 코드워드에 포함된 1의 개수에 따른 데이터 전송과 에너지 공급량의 트레이드 오프(Trade Off) 현상을 고려해야 한다.
- [0075] 일반적으로 블록 코드(block code)는 (n, k, d) 로 나타낼 수 있다. 여기서, 블록 코드 (n, k, d) 는 인코딩 후 신호 길이 (n) , 인코딩 전 신호 길이 (k) 및 최소 해밍 거리 $(d, \text{Minimum Hamming Distance})$ 를 포함하는 형태로 표현된다.
- [0076] 도 5는 블록 코드 $(3, 2, d)$ 에 대한 코드북 설계에 대한 예시이다. 인코딩 운용 장치(200)는 최소 해밍 거리 (d) 를 만족하면서 인코딩 후 신호 길이 (n) 가 3인 서로 다른 코드워드(Codeword)를 선택한다.
- [0077] 도 5의 (a)는 인코딩 후 신호 길이 (n) 가 3인 이진 코드워드 4 개를 선택할 때, 코드워드 간 최소 해밍 거리 (d) 가 1을 만족하면서 코드워드 내의 1의 개수가 최대한 많은 코드북을 나타낸다.
- [0078] 도 5의 (b)는 인코딩 후 신호 길이 (n) 가 3인 이진 코드워드 4 개를 선택할 때, 코드워드 간 최소 해밍 거리 (d) 가 2를 만족하면서 코드워드 내의 1의 개수가 최대한 많은 코드북을 나타낸다.
- [0079] 도 5의 (a)는 최소 해밍 거리 (d) 가 1이고, 코드북 내의 1의 개수가 9이다. 한편, 도 5의 (b)는 최소 해밍 거리 (d) 가 2이고, 코드북 내의 1의 개수가 6이다.
- [0080] 따라서, 최소 해밍 거리 (d) 에 크게 영향을 받는 비트 에러율(BER) 성능은 (b)가 높고 이진코드 1의 개수에 크게

영향을 받는 에너지 수급량(Energy Harvesting) 성능은 (a)가 높게 된다.

- [0081] 코드북의 최소 해밍 거리(d)가 높을수록 최대 가질 수 있는 이진코드 1의 개수는 낮아지기 때문에, 코드북에 따른 비트 에러율(BER) 성능과 에너지 수급량(Energy Harvesting) 성능 간의 트레이드 오프(Trade Off) 현상이 발생한다.
- [0082] 따라서, 정정능력이나 비트 에러율(BER) 성능만을 고려하여 최적의 코드북 하나를 고정적으로 사용하는 기존 통신 시스템과 달리, 본 발명에 따른 인코딩 운용 장치(200)는 데이터 전송률 뿐만 아니라 수신 시의 에너지 수급량까지 고려하여 코드북을 설계하고, 신호 전송 시 송신 장치(110) 또는 수신 장치(120)의 요구 데이터 전송률, 요구 에너지 수급량에 따라 인코딩에 사용될 코드북을 적응적으로 결정하여 사용되도록 한다.
- [0083] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 송신 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0084] 본 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)를 포함하며, 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 단일 입력 단일 출력(SISO: Single-Input Single-Output) 방식으로 동작하며, OOK(On-Off Keying) 신호를 전송하여 데이터 및 에너지 전송을 수행하고, 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)는 인코딩(Encoding) 및 디코딩(Decoding)을 위한 코드북을 모두 저장하고 있는 것으로 가정한다.
- [0085] 신호 발생기(610)는 전력 전송신호를 형성한다. 일 예로, 신호 발생기(610)는 서로 다른 주파수를 가지는 복수의 톤들을 선형 중첩하여 전력 전송신호를 형성한다. 전력 전송신호를 형성하기 위하여 중첩되는 톤들은 정현파(sinusoidal wave)일 수 있다.
- [0086] 변조기(620)는 수신 장치(120)로 전송하기 위한 전력 전송신호가 형성되도록 신호 발생기(610)를 제어한다. 변조기(620)는 수신 장치(120)로 전송하기 위한 전력 전송신호를 기 결정된 코드북을 이용하여 변조 처리한다. 여기서, 기 결정된 코드북은 인코딩 운용 장치(200)에 의해 결정된 코드북일 수 있다.
- [0087] 본 실시예에 따른 인코딩 운용 장치(200)는 변조기(620) 내에 포함되거나, 변조기(620)와 연동하는 별도의 모듈 형태로 구현될 수 있다. 변조기(620)는 인코딩 운용 장치(200)에 의해 결정된 코드북을 이용하여 변조 동작을 수행한다.
- [0088] 안테나 어레이(630)는 안테나 유닛(632)을 포함하며, 안테나 유닛(632)을 통해 N 개의 톤들이 중첩되어 형성된 전력 전송신호를 송출한다.
- [0089] 정합부(matching unit, 640)는 전력 전송 효율을 향상시키기 위하여 전력 전송신호의 진폭과 위상 정합을 수행한다. 일 실시예로, 정합부(640)는 수신 장치(120)가 출력한 파일럿 신호를 제공받아 단일 톤, 안테나 채널 상태를 추정하고, 추정 결과를 바탕으로 전력 전송신호의 진폭 정합과 위상 정합을 수행한다.
- [0090] 정합부(640)는 수신 장치(120)가 제공한 파일럿 신호를 수신하여 다중 톤/안테나 채널 상태 정보(CSI, Channel State Information) $\{h_{n,m} \mid n = 0, 1, \dots, N-1; m = 1\}$ 를 추정하고, 추정 결과를 바탕으로 다중 톤/안테나 출력 신호의 진폭($S_{n,m}$) 정합 및 위상($\phi_{n,m}$) 정합을 수행한다. 정합부(640)는 전력 전송신호가 통과하는 채널 이득에 비례하도록 전력 전송신호의 진폭 $S_{n,m}$ 을 정합(match)한다.
- [0091] 송신 장치(110)의 안테나 어레이(630)로 전송된 전력 전송신호는 직접 경로를 거쳐 수신 장치(120)의 안테나로 전달된다.
- [0092] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템의 수신 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0093] 본 실시예에 따른 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)를 포함하며, 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)은 단일 입력 단일 출력(SISO: Single-Input Single-Output) 방식으로 동작하며, OOK(On-Off Keying) 신호를 전송하여 데이터 및 에너지 전송을 수행하고, 송신 장치(110) 및 수신 장치(120)는 인코딩(Encoding) 및 디코딩(Decoding)을 위한 코드북을 모두 저장하고 있는 것으로 가정한다.
- [0094] 수신 장치(120)는 다이오드를 포함하여 전력 전송신호를 수신하여 정류하는 정류부(710)와, 에너지 저장 소자를 포함하여 정류부(710)가 제공한 직류 신호로 에너지 저장 소자를 충전하는 에너지 하베스트부(energy harvest unit, 720) 및 정류부(710)가 정류하여 제공한 신호로 포락선 검파(envelope detection)하여 복조하는 복조기(730)를 포함한다.

- [0095] 수신 장치(120)는 정류부(710)가 제공한 신호를 분할하는 전력 분할기(power splitter)를 더 포함할 수 있다. 전력 분할기(PS)는 정류부(710)가 출력한 신호를 분할하여 제공한다. 전력 분할기는 데이터 평활, 포락선 검출 및 복조 과정을 거쳐 전송된 데이터를 복원할 수 있는 최소 전력을 가지도록 신호를 분할하여 복조기(730)에 제공하고, 나머지 신호를 에너지 하베스트부(720)에 제공하여 에너지 전송 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0096] 일 실시예로, 에너지 하베스트부(720)는 정류부(710)가 정류하여 제공한 신호를 평활(smoothing)하는 평활부(722)와, 직류 전압을 제어하는 직류-직류 변환기(DC-DC converter, 724) 및 에너지 저장 소자를 포함하는 에너지 저장부(726)를 포함한다.
- [0097] 평활부(722)는 정류부(710)의 출력 신호를 제공받아 평활(smoothing)하는 평활 커패시터(미도시)와 저항(미도시)를 포함하며, 정류된 신호를 평활한다. 직류-직류 변환기(724)는 평활된 직류를 제공받아 맥동을 제거하고, 직류 레벨을 변환하여 에너지 저장부(726)에 제공한다. 에너지 저장부(726)는 슈퍼 커패시터(super capacitor, 미도시), 충전 가능한 배터리(rechargeable battery, 미도시), 커패시터(미도시) 등의 에너지 저장 소자를 포함하며, 전력 전송신호를 통하여 전송된 에너지를 저장한다.
- [0098] 복조기(730)는 정류부(710)가 제공한 신호를 제공받아 포락선 검파를 수행하는 포락선 검파부(732)와 전력 전송 신호의 평균값을 구하여 포락선 검파로 얻어진 전력 전송신호로 제공하는 진폭 추정기(734) 및 제공된 전력 전송신호를 복원하는 복조부(736)를 포함한다.
- [0099] 포락선 검파부(732)는 정류부가 출력한 맥동(pulse) 신호를 제공받아 전력 전송신호의 크기를 검출한다. 정류부(710)는 전력 전송신호를 정류한 맥동(pulse) 신호를 출력하므로, 맥동 신호에 대하여 포락선 검파(envelope detection)를 수행하면 전력 전송신호의 크기를 검출할 수 있다.
- [0100] 복조부(736)는 전력 전송신호를 기 결정된 코드북을 이용하여 복조를 수행하여 데이터를 복원한다. 여기서, 기 결정된 코드북은 인코딩 운용 장치(200)에 의해 결정된 코드북을 의미한다.
- [0101] 일 실시예에서 수신 장치(120)는 채널 상태 추정을 위한 파일럿 신호를 제공하는 파일럿 신호 제공부(미도시)를 더 포함하며, 파일럿 신호 제공부는 일 예로, 펄스 형태의 신호, 임펄스 형태의 신호를 파일럿 신호로 제공하며, 송신 장치(110)는 파일럿 신호를 수신하여 채널 상태를 추정할 수 있다.
- [0102] 본 실시예에 따른 인코딩 운용 장치(200)는 복조부(736) 내에 포함되거나, 복조부(736)와 연동하는 별도의 모듈 형태로 구현될 수 있다. 복조부(736)는 인코딩 운용 장치(200)에 의해 결정된 코드북을 이용하여 복조 동작을 수행한다.
- [0103] 도 8 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 코드북에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 나타낸 도면이다.
- [0104] 도 8 내지 도 12는 본 발명에 따른 인코딩 운용 장치(200)를 SISO SWIPT 시스템에 적용한 모의 실험 결과를 나타낸다.
- [0105] 도 8은 블록 코드 (8,4,3), (10,5,4), (8,4,4)에 대한 코드북을 이용하여 계산된 데이터 전송량(throughput) 및 에너지 수급량에 대한 그래프를 나타낸다. 도 8의 (a)는 데이터 전송량 그래프를 나타내며, 도 8의 (b)는 에너지 수급량 그래프를 나타낸다.
- [0106] 도 8에 도시된 바와 같이, 기 설정된 신호대잡음비(예: 8 dB 이상) 영역에서 (8,4,3), (10,5,4), (8,4,4)에 대한 코드북들의 데이터 전송량 성능은 비슷하지만, 에너지 수급량의 관점에서는 약 최대 20 %의 성능 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0107] 도 9는 블록 코드 (7,3,3), (9,4,3), (9,4,4)에 대한 코드북을 이용하여 계산된 데이터 전송량(throughput) 및 에너지 수급량에 대한 그래프를 나타낸다. 도 9의 (a)는 데이터 전송량 그래프를 나타내며, 도 9의 (b)는 에너지 수급량 그래프를 나타낸다.
- [0108] 도 9에 도시된 바와 같이, 기 설정된 신호대잡음비(예: 8 dB 이상) 영역에서 (7,3,3), (9,4,3), (9,4,4)에 대한 코드북들의 데이터 전송량 성능은 비슷하지만, 에너지 수급량의 관점에서는 약 최대 19 %의 성능 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0109] 도 10은 블록 코드 (8,4,3), (8,3,4), (9,4,4)에 대한 코드북을 이용하여 계산된 데이터 전송량(throughput) 및 에너지 수급량에 대한 그래프를 나타낸다. 도 10의 (a)는 데이터 전송량 그래프를 나타내며, 도 10의 (b)는

에너지 수급량 그래프를 나타낸다.

- [0110] 도 10에 도시된 바와 같이, 기 설정된 신호대잡음비(예: 3 dB 미만) 영역에서 (8,4,3), (8,3,4), (9,4,4)에 대한 코드북들의 데이터 전송량 성능은 비슷하지만, 에너지 수급량의 관점에서는 약 최대 35 %의 성능 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0111] 도 11은 블록 코드 (9,4,3), (9,3,4), (10,4,4), (10,3,5)에 대한 코드북을 이용하여 계산된 데이터 전송량(throughput) 및 에너지 수급량에 대한 그래프를 나타낸다. 도 11의 (a)는 데이터 전송량 그래프를 나타내며, 도 10의 (b)는 에너지 수급량 그래프를 나타낸다.
- [0112] 도 10에 도시된 바와 같이, 기 설정된 신호대잡음비(예: 3 dB 미만) 영역에서 (9,4,3), (9,3,4), (10,4,4), (10,3,5)에 대한 코드북들의 데이터 전송량 성능은 비슷하지만, 에너지 수급량의 관점에서는 약 최대 35 %의 성능 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0113] 도 12는 (7,3,3), (7,4,3), (8,3,3), (8,4,3), (9,3,3), (9,4,3), (10,3,3), (10,4,3), (10,5,3), (8,3,4), (8,4,4), (9,3,4), (9,4,4), (10,3,4), (10,4,4), (10,5,4), (10,3,5)에 대한 코드북을 이용하여 계산된 데이터 전송량(throughput) 및 에너지 수급량에 대한 그래프를 나타낸다. 도 12의 (a)는 데이터 전송량 그래프를 나타내며, 도 12의 (b)는 에너지 수급량 그래프를 나타낸다.
- [0114] 도 12에서 (7,4,3) 코드북을 참고하면, (7,4,3) 코드북이 데이터 전송량 관점에서 가장 성능이 좋지만, 에너지 수급량 관점에서는 가장 성능이 좋지 않다는 것을 확인할 수 있다. 이와 같이, 코드북들 간에는 데이터 전송량과 에너지 수급량 간의 대체적인 트레이드 오프 현상이 존재한다.
- [0115] 이에 따라, 본 실시예에 따른 인코딩 운용 장치(200)는 소정의 임계치 이상의 데이터 전송량을 갖는 후보 코드북을 추출하고, 후보 코드북 중 기 확인된 요구 에너지 수급량을 만족하는 코드북을 선택하여 인코딩이 수행되도록 한다.
- [0116] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 최소 BER 조건을 만족하는 코드북에 따른 데이터 전송량 및 에너지 수급량을 나타낸 도면이다.
- [0117] 도 13의 (a)는 채널 통신 환경에서 허용된 최소 비트 에러율(BER) 성능을 10^{-2} 로 설정하였을 때 조건을 만족하는 코드북들의 데이터 전송량에 대한 그래프를 나타낸다. 도 13의 (a)에 도시된 바와 같이, 신호대잡음비의 기준에 따라 최고 성능을 보이는 코드북은 달라질 수 있다.
- [0118] 도 13의 (b)는 신호대잡음비가 8이고, 최소 비트 에러율(BER) 성능을 10^{-2} 로 설정하였을 때 조건을 만족하는 코드북들의 에너지 수급량에 대한 그래프를 나타낸다. 예를 들어, 인코딩 운용 장치(200)에서 획득한 수신 장치(120)의 요구조건이 0.4의 데이터 전송량과 1.5의 에너지 수급량일 때 (7,3,3)에 대한 코드북이 요구조건을 달성할 수 있는 유일한 코드북이 되므로 (7,3,3)에 대한 코드북의 인덱스(index) 정보를 송신 장치(110) 및 수신 장치(120) 각각에 공유한 뒤 (7,3,3) 코드북을 사용하여 통신이 이루어지도록 한다.
- [0119] 본 실시예에 따른 인코딩 운용 장치(200)는 특정 코드북이 결정된 이후 일정 시간이 경과하여 신호대잡음비와 최소 비트 에러율(BER) 성능이 변하거나, 수신 장치(120)의 요구 데이터 전송량 혹은 요구 에너지 전송량이 변화하게 되면, 앞서 실시했던 선별 과정을 통해 새롭게 코드북을 결정함으로써, 통신 환경에 맞춰 적응적(Adaptive)으로 데이터 및 전력 동시 전송 시스템(100)을 운용할 수 있다.
- [0120] 이상의 설명은 본 발명의 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명의 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

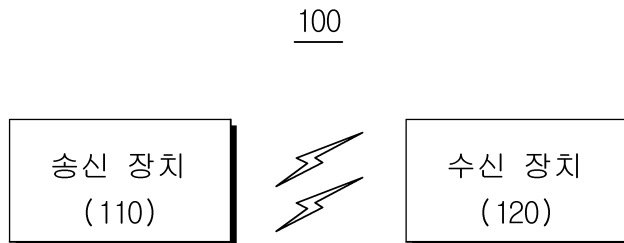
부호의 설명

- [0121] 100: 데이터 및 전력 동시 전송 시스템
110: 송신 장치 120: 수신 장치

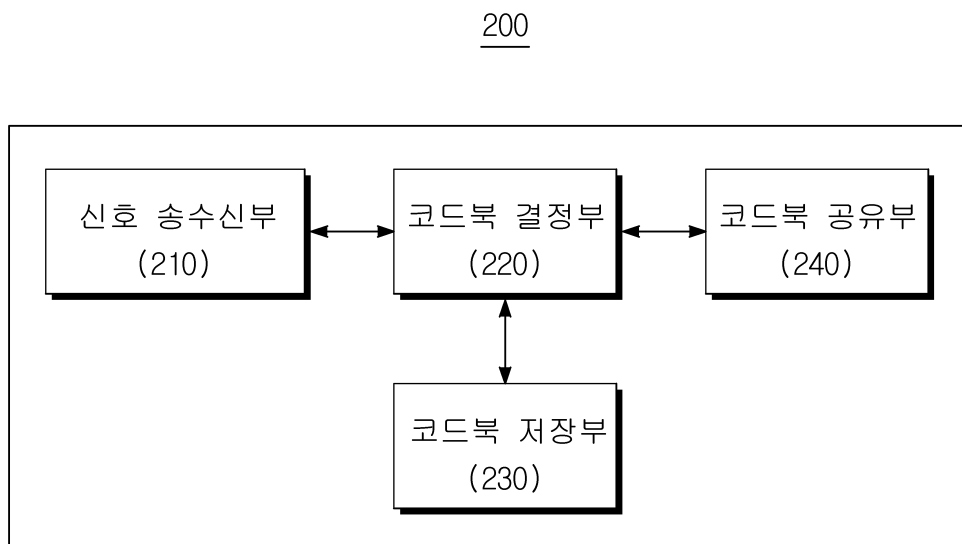
200: 인코딩 운용 장치 210: 신호 송수신부
 220: 코드북 결정부 230: 코드북 저장부
 240: 코드북 공유부

도면

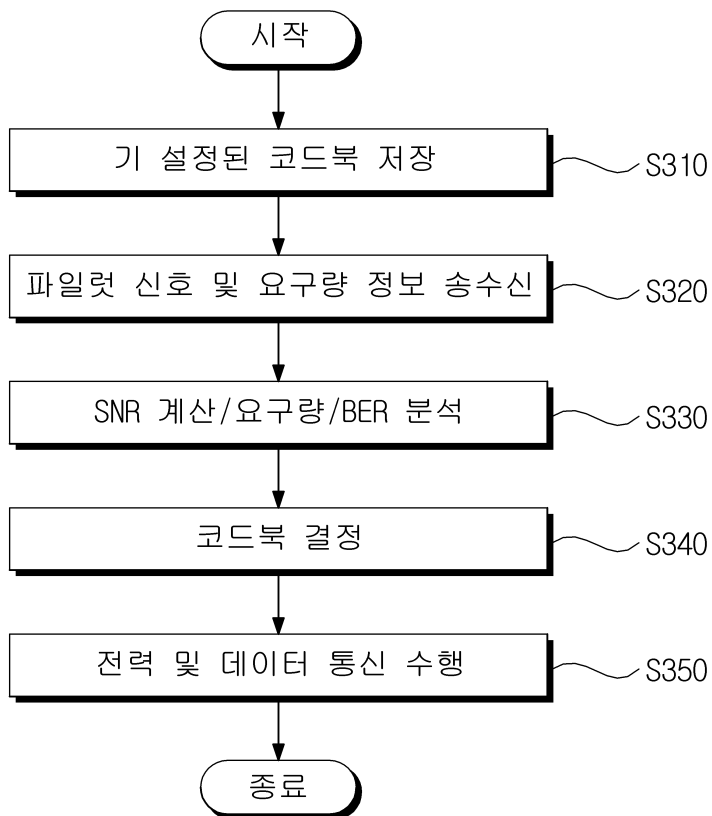
도면1



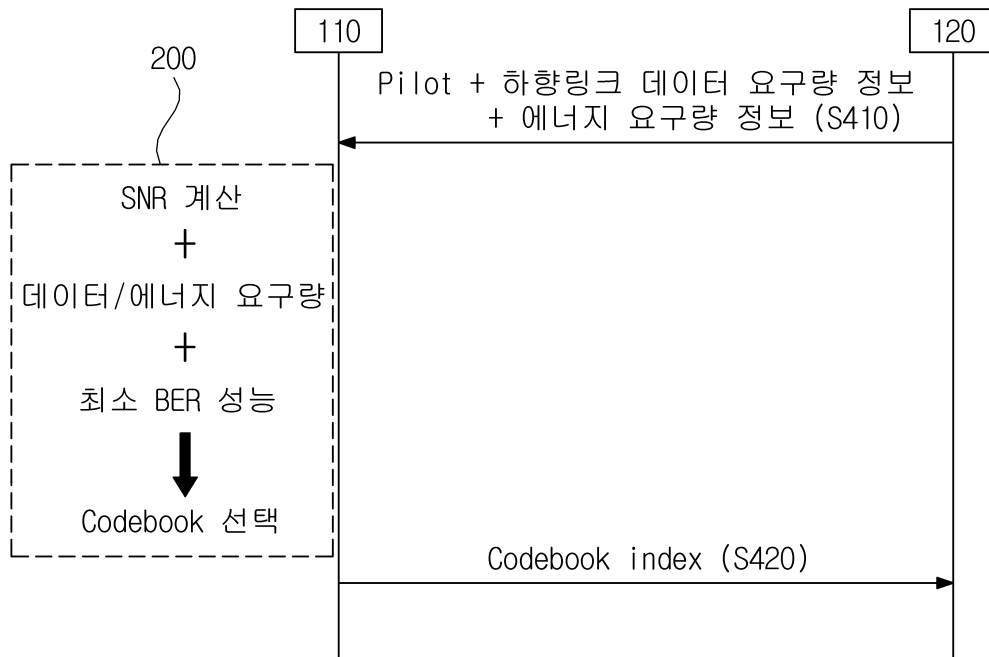
도면2



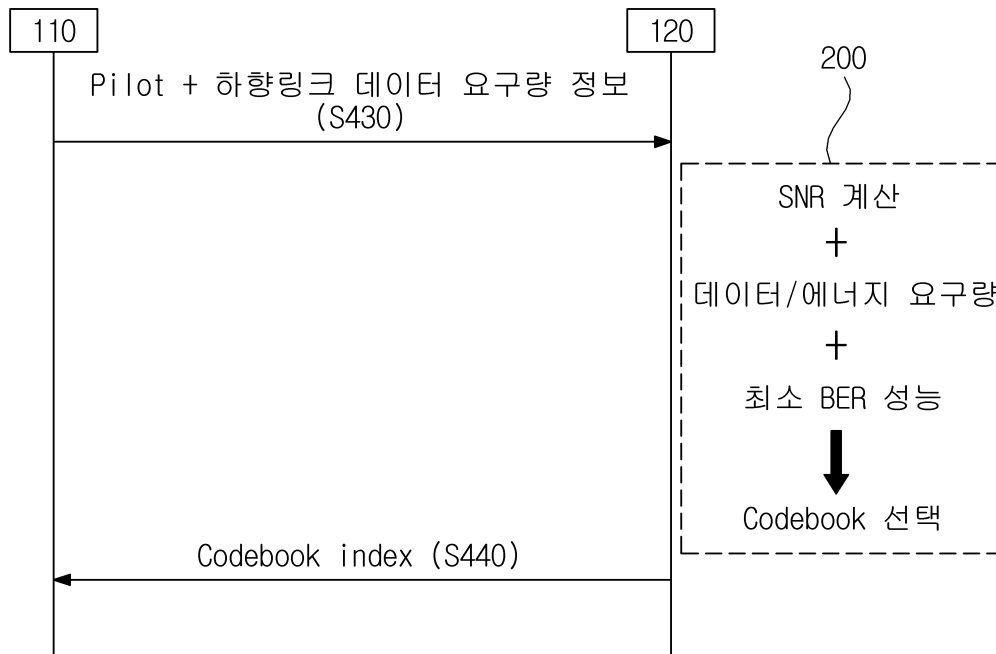
도면3



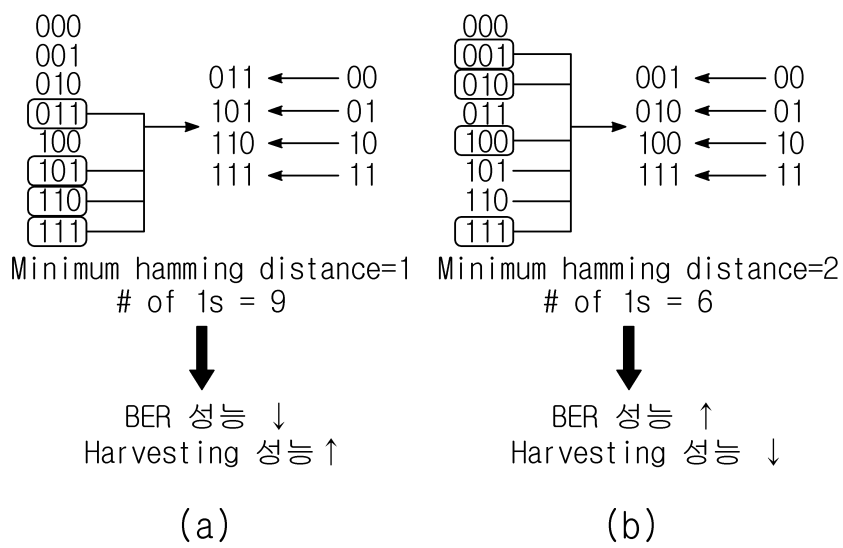
도면4a



도면4b

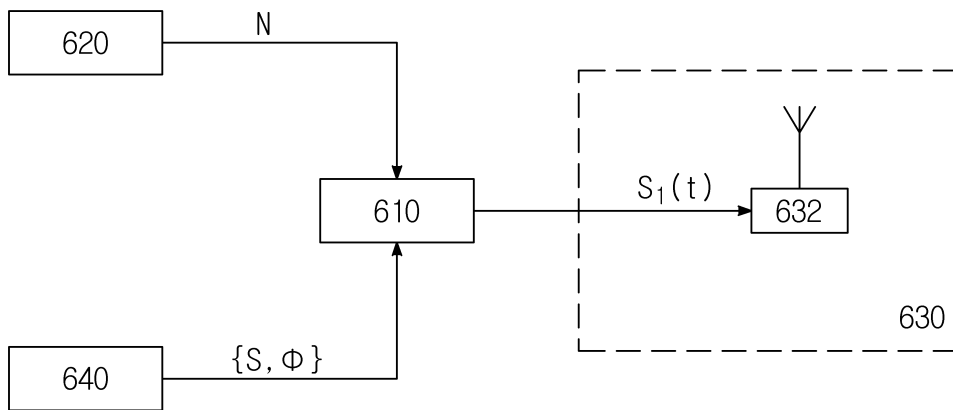


도면5



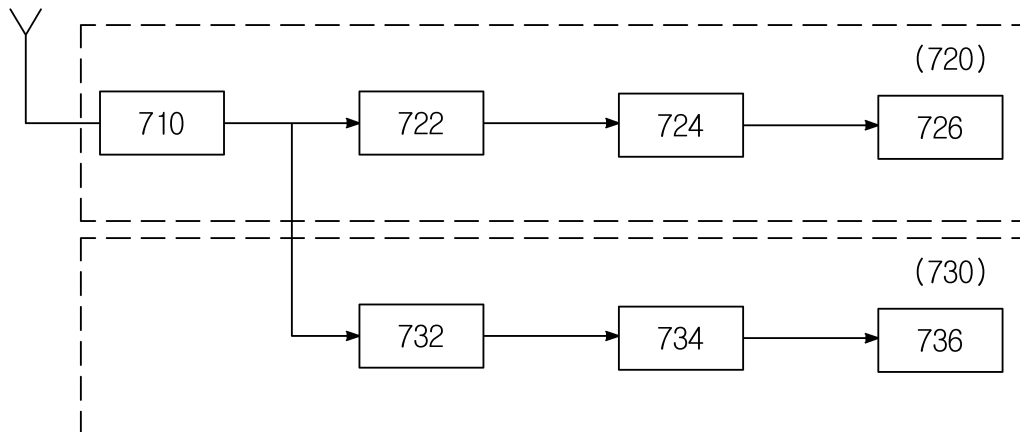
도면6

110

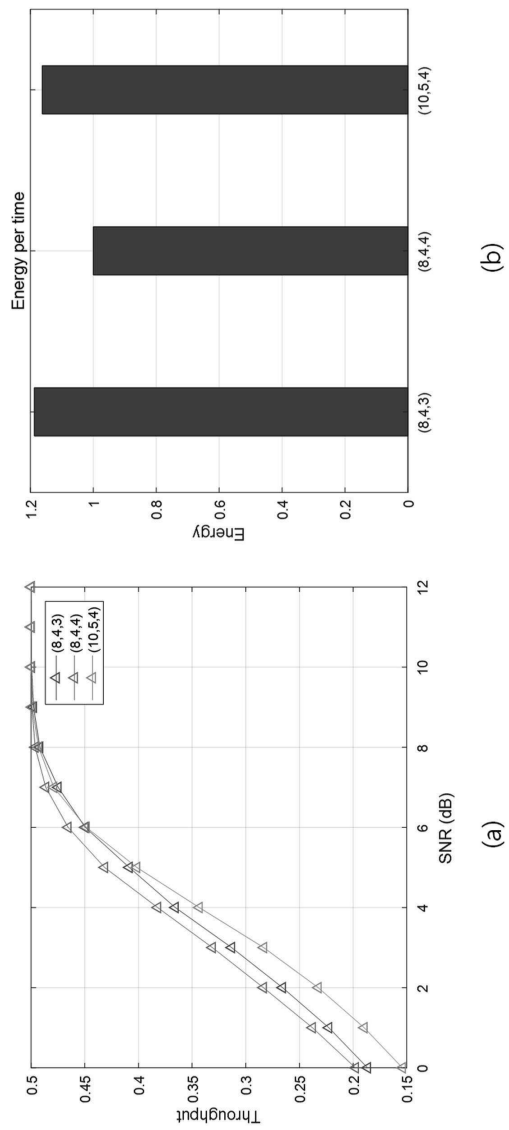


도면7

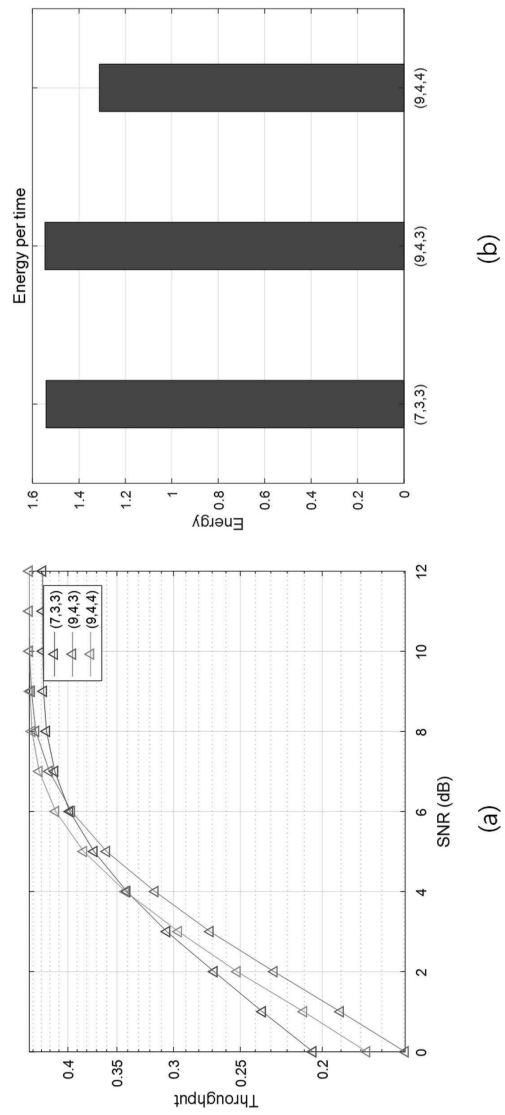
120



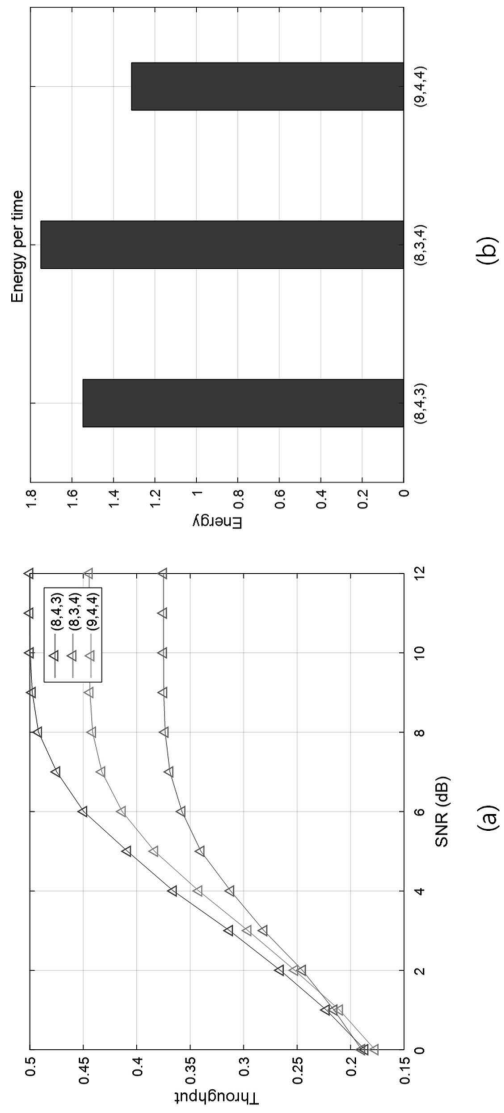
도면8



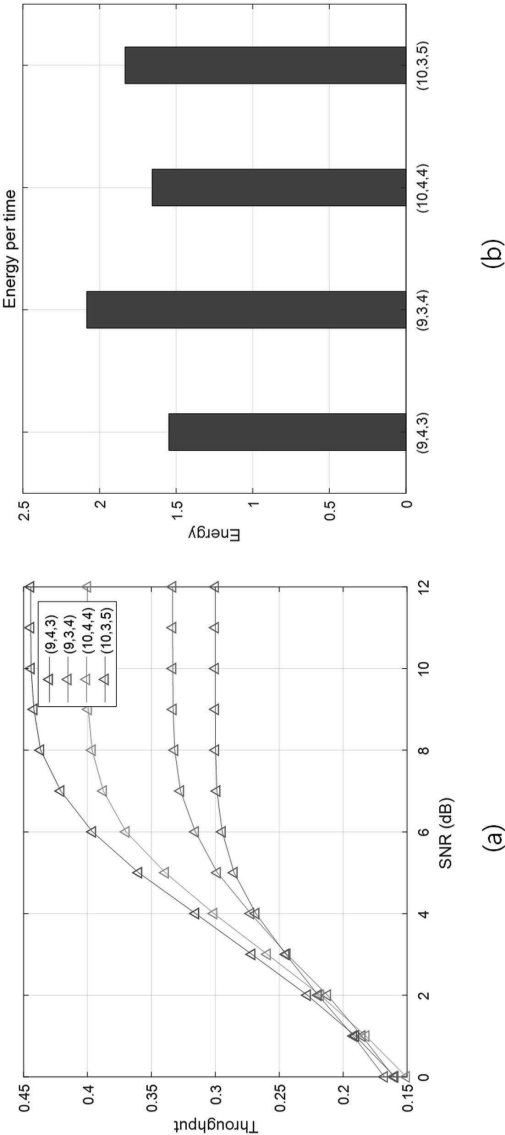
도면9



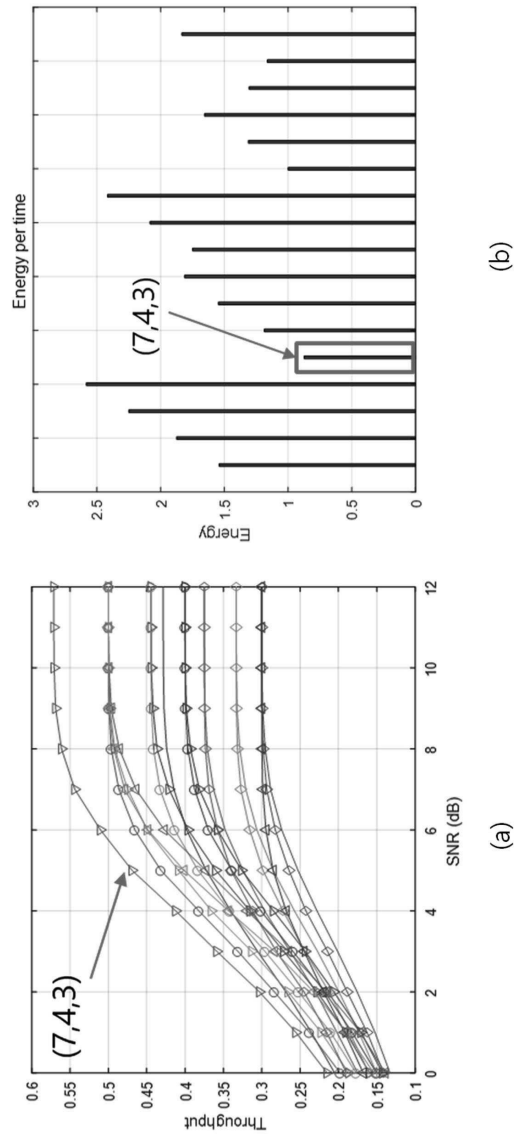
도면10



도면11



도면12



도면13

