



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월05일
(11) 등록번호 10-1895734
(24) 등록일자 2018년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 1/00 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 1/0057 (2013.01)
H04L 1/0009 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0163353
(22) 출원일자 2017년11월30일
심사청구일자 2017년11월30일
(56) 선행기술조사문헌
JP2015188268 A*
KR1020170073138 A
K. HIGUCHI, A. BENJEBBOUR, "Non-orthogonal Multiple Access with Successive Interference Cancellation for Future Radio Access", IEICE Trans. Commun., vol.E98-B, no.3, pp.403-414, March 2015
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
곽경섭
인천광역시 연수구 해돋이로84번길 10 (송도동, 송도풍림아이원6단지아파트)
류홍무
인천광역시 남구 인주대로 260, 2층(용현동)
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 8 항

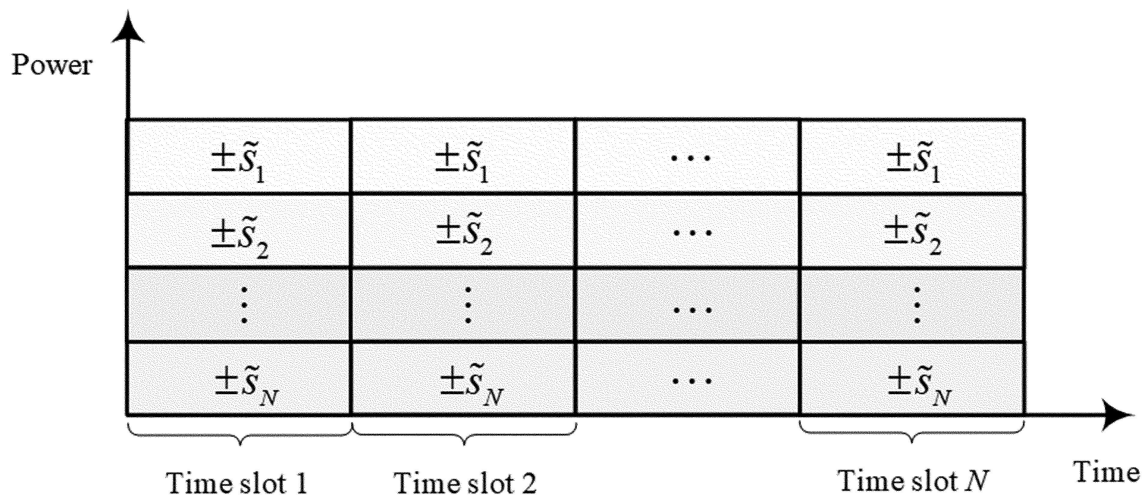
심사관 : 석상문

(54) 발명의 명칭 비직교 다중 접속을 위한 전력-시간 블록 코딩 방법 및 시스템

(57) 요약

비직교 다중 접속을 위한 전력-시간 블록 코딩 방법 및 시스템이 개시된다. 송신 장치에 속하는 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 대상으로 비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access)을 제공하는 블록 코딩 방법에 있어서, 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 채널 코딩(channel coding)을 수행하는 단계, 상기 채널 코딩이 수행된 송신 신호를 대상으로 변조(modulation)를 수행하는 단계, 변조된 상기 송신 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)을 수행하는 단계, 및 상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들로 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류

H04L 27/2614 (2013.01)

H04L 27/2627 (2013.01)

H04L 27/2649 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20140007290021001

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(IITP)

연구사업명 대학 IT연구센터 육성·지원

연구과제명 [IITP-ezbaro][정부][민간] 스마트한 주파수 이용을 위한 스펙트럼 및 전파기술(4차년도)

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016953776

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 한, 중 과학기술협력센터사업

연구과제명 [Ezbaro] 5G 이동통신시스템을 위한 에너지/스펙트럼 효율성 및 간섭 완화기술공동 연구

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 대상으로 비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access)을 제공하는 송신 장치에서의 전력-시간 블록 코딩 방법에 있어서,

상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 채널 코딩(channel coding)을 수행하는 단계;

상기 채널 코딩이 수행된 송신 신호를 대상으로 변조(modulation)를 수행하는 단계;

변조된 상기 송신 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)을 수행하는 단계; 및

상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들로 전송하는 단계

를 포함하고,

상기 전력-시간 블록 코딩을 수행하는 단계는,

각 타임 슬롯(time slot)에서 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들 각각에 해당하는 중첩 신호(superimposed signal)와 결합 계수(combining coefficient)인 하다마드 행렬의 행 엘리먼트(row elements)를 선형 결합(linear combining)하는 단계

를 포함하는 전력-시간 블록 코딩 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 사용자 단말들을 위한 신호 각각은 해당 사용자 단말관련 복수개의 심볼들(symbols)이 중첩되어 있는 중첩 신호(superimposed signal)를 나타내고,

상기 전력-시간 블록 코딩을 수행하는 단계는,

상기 중첩 신호를 상기 전력-시간 블록 코딩을 위한 함수 모듈(function module)의 입력으로서 이용하는 것을 특징으로 하는 전력-시간 블록 코딩 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 대상으로 비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access)을 제공하는 송신 장치에서의 전력-시간 블록 코딩 방법에 있어서,

상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 채널 코딩(channel coding)을 수행하는 단계;

상기 채널 코딩이 수행된 송신 신호를 대상으로 변조(modulation)를 수행하는 단계;

변조된 상기 송신 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)을 수행하는 단계; 및

상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들로 전송하는 단계

를 포함하고,

상기 전력-시간 블록 코딩을 수행하는 단계는,

복수의 타임슬롯들을 행(row)으로 하고, 상기 사용자 단말들을 열(column)로서 구성되는 하다마드(hadamard) 행

렬을 대상으로, 복수의 타임 슬롯들 중 특정 타임 슬롯 및 특정 사용자 단말에 해당하는 하다마드 행렬의 엘리먼트(element)와 상기 특정 사용자 단말에 해당하는 송신 신호의 곱을 통해 상기 특정 사용자 단말에 해당하는 중첩 신호를 계산하는 단계; 및

계산된 사용자 단말 별 중첩 신호의 합을 상기 특정 타임 슬롯에서 상기 사용자 단말들로 전송될 중첩 신호로 계산하는 단계

를 포함하는 전력-시간 블록 코딩 방법.

청구항 5

비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access) 환경에서 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 포함하는 송신 장치에 있어서,

상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 채널 코딩(channel coding)을 수행하는 채널 코딩 제어부;

상기 채널 코딩이 수행된 송신 신호를 대상으로 변조(modulation)를 수행하는 변조 제어부;

변조된 상기 송신 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)을 수행하는 블록 코딩 제어부; 및

상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들로 전송하는 전송 제어부

를 포함하고,

상기 블록 코딩 제어부는,

각 타임 슬롯(time slot)에서 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들 각각에 해당하는 중첩 신호(superimposed signal)와 결합 계수(combining coefficient)인 하다마드 행렬의 행 엘리먼트(row elements)를 선형 결합(linear combining)하는 것

을 특징으로 하는 송신 장치.

청구항 6

비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access)을 제공하는 송신 장치에 속하는 사용자 단말에서 수행하는 블록 코딩 방법에 있어서,

적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)된 송신 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 송신 장치로부터 수신하는 단계; 및

상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 대상으로, 하다마드 행렬의 열(column)에 해당하는 엘리먼트들(elements)의 트랜스포즈(transpose)를 선형 결합 계수 벡터(linear combining coefficient vector)로 이용하여 전력-시간 블록 디코딩을 수행하는 단계

를 포함하는 사용자 단말에서의 블록 코딩 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 전력-시간 블록 디코딩된 신호를 대상으로, 연속 간섭 제거(successive interference cancellation) 및 복조(modulation)를 수행하는 단계

를 더 포함하는 사용자 단말에서의 블록 코딩 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 전력-시간 블록 디코딩된 신호는, 복수의 타임 슬롯 각각에 해당하는 하다마드 행렬의 직교성(orthogona

1)에 기초하여 다른 사용자 단말에 의한 간섭이 제거된 신호를 나타내는 것을 특징으로 하는 사용자 단말에서의 블록 코딩 방법.

청구항 9

비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access)을 제공하는 송신 장치에 속하는 사용자 단말에 있어서, 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)된 송신 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 송신 장치로부터 수신하는 수신 제어부; 및 상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 대상으로, 하다마드 행렬의 열(column)에 해당하는 엘리먼트들(elements)의 트랜스포즈(transpose)를 선형 결합 계수 벡터(linear combining coefficient vector)로 이용하여 전력-시간 블록 디코딩을 수행하는 블록 디코딩 제어부를 포함하는 사용자 단말.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 비직교 다중 접속(non-orthogonal multiple access) 시스템에서 여러 사용자들 간 수신 신호의 직교성을 제공하는 전력-시간 블록 코딩 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 비직교 다중 접속은 무선 셀룰러 통신을 위한 유망한 무선 접속 기술이다. 무선 접속 기술은 다중 반송파 기술을 기본으로 하고 있으며, 평균 스펙트럼 효율을 높이기 위해 새로운 물리계층의 통신 규약에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0003] 비직교 다중 접속(non-orthogonal multiple access, NOMA) 기술은 동일 주파수를 동시에 2명 이상의 사용자가 동일한 스케줄링 시간에 사용할 수 있도록 하여 무선 효율을 높이는 기술이다. 아래의 비특허 문헌 [1]Higuchi, K., and Benjebbour, A.: "Non-orthogonal multiple access (NOMA) with successive interference cancellation", IEICE Trans. Commun., 2015, E98-B, (3), pp. 403-414.에서는 우수한 스펙트럼 효율을 달성하는 비직교 다중 접속 기술을 제시하고 있다. 비직교 다중 접속에서는 중첩 코딩(superposition coding)이 이용되는 데, 중첩 코딩의 비직교성으로 인해 수신기인 사용자 단말(User Equipment)의 경우, 다른 사용자 단말에 의한 간섭(즉, inter-user interference)을 겪는다. 이에 따라, 다른 사용자 단말에 의한 간섭, 즉, 사용자간 간섭이 존재하는 환경에서 자신의 신호를 검출하기 위한 비직교 다중 접속 기술이 요구된다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0004] (비특허문헌 0001) [1] Higuchi, K., and Benjebbour, A.: "Non-orthogonal multiple access (NOMA) with successive interference cancellation", IEICE Trans. Commun., 2015, E98-B, (3), pp. 403-414.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 비직교 다중 접속 환경에서, 다른 사용자 단말의 신호 검출 없이 사용자 간 간섭(inter-user interference)을 감소 또는 제거하여, 자신의 신호를 검출하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 송신 장치에 속하는 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 대상으로 비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access)을 제공하는 블록 코딩 방법에 있어서, 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 채널 코딩(channel coding)을 수행하는 단계, 상기 채널 코딩이 수행된 송신 신호를 대상으로 변조(modulation)

n)를 수행하는 단계, 변조된 상기 송신 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)을 수행하는 단계, 및 상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들로 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 일측면에 따르면, 상기 사용자 단말들을 위한 신호 각각은 해당 사용자 단말관련 복수개의 심볼들(symbols)이 중첩되어 있는 중첩 신호(superimposed signal)를 나타내고, 상기 전력-시간 블록 코딩을 수행하는 단계는, 상기 중첩 신호를 상기 전력-시간 블록 코딩을 위한 함수 모듈(function module)의 입력으로서 이용할 수 있다.

[0008] 다른 측면에 따르면, 상기 전력-시간 블록 코딩을 수행하는 단계는, 각 타임 슬롯(time slot)에서 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들 각각에 해당하는 중첩 신호(superimposed signal)와 결합 계수(combining coefficient)인 하다마드 행렬의 행 엘리먼트(row elements)를 선형 결합(linear combining)하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 또 다른 측면에 따르면, 상기 전력-시간 블록 코딩을 수행하는 단계는, 복수의 타임슬롯들을 행(row)으로 하고, 상기 사용자 단말들을 열(column)로서 구성되는 하다마드(hadamard) 행렬을 대상으로, 복수의 타임 슬롯들 중 특정 타임 슬롯 및 특정 사용자 단말에 해당하는 하다마드 행렬의 엘리먼트(element)와 상기 특정 사용자 단말에 해당하는 송신 신호의 곱을 통해 상기 특정 사용자 단말에 해당하는 중첩 신호를 계산하는 단계, 및 계산된 사용자 단말 별 중첩 신호의 합을 상기 특정 타임 슬롯에서 상기 사용자 단말들로 전송될 중첩 신호로 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access) 환경에서 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 포함하는 송신 장치에 있어서, 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 채널 코딩(channel coding)을 수행하는 채널 코딩 제어부, 상기 채널 코딩이 수행된 송신 신호를 대상으로 변조(modulation)를 수행하는 변조 제어부, 변조된 상기 송신 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)을 수행하는 블록 코딩 제어부, 및 상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 적어도 둘 이상의 사용자 단말들로 전송하는 전송 제어부를 포함할 수 있다.

[0011] 비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access)을 제공하는 송신 장치에 속하는 사용자 단말에서 수행하는 블록 코딩 방법에 있어서, 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)된 송신 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 송신 장치로부터 수신하는 단계, 및 상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 대상으로, 하다마드 행렬의 열(column)에 해당하는 엘리먼트들(elements)의 트랜스포즈(transpose)를 선형 결합 계수 벡터(linear combining coefficient vector)로 이용하여 전력-시간 블록 디코딩을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 일측면에 따르면, 상기 전력-시간 블록 디코딩된 신호를 대상으로, 연속 간섭 제거(successive interference cancellation) 및 복조(modulation)를 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 다른 측면에 따르면, 상기 전력-시간 블록 디코딩된 신호는, 복수의 타임 슬롯 각각에 해당하는 하다마드 행렬의 직교성(orthogonal)에 기초하여 다른 사용자 단말에 의한 간섭이 제거된 신호를 나타낼 수 있다.

[0014] 비직교 다중 접속(Non-Orthogonal Multiple Access)을 제공하는 송신 장치에 속하는 사용자 단말에 있어서, 적어도 둘 이상의 사용자 단말들을 위한 신호를 대상으로 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)된 송신 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 상기 송신 장치로부터 수신하는 수신 제어부, 및 상기 전력-시간 블록 코딩된 신호를 대상으로, 하다마드 행렬의 열(column)에 해당하는 엘리먼트들(elements)의 트랜스포즈(transpose)를 선형 결합 계수 벡터(linear combining coefficient vector)로 이용하여 전력-시간 블록 디코딩을 수행하는 블록 디코딩 제어부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명은 각 수신 장치에서 연속 간섭 제거(successive interference cancellation)를 이용함으로써, 다른 사용자 단말들 각각에 해당하는 신호들을 검출하지 않고도 비직교 다중 접속 환경에서, 자신의 신호를 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 비직교 다중 접속을 위한 무선 통신 시스템의 네트워크 환경을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 송신 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 송신 장치에서 수행되는 비직교 다중 접속을 위한 전력-시간 블록 코딩 방법을 도시한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 전력-시간 블록 코딩의 블록 구조를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 수신 장치인 사용자 단말의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 수신 장치에서 수행되는 전력-시간 디코딩 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0019] 본 실시예들은 비직교 다중 접속 시스템에서의 전력-시간 블록 코딩 기술에 관한 것으로서, 특히, 비직교 다중 접속 시스템에서, 다른 사용자 단말의 신호 검출 없이 사용자 간 간섭(inter-user interference)을 감소 또는 제거하여, 자신의 신호를 검출하는 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding) 기술에 관한 것이다. 구체적으로, 송신 장치인 기지국에서는 하다마드 행렬(hadamard matrix)을 기반으로 선형 결합(linear combination, 즉, 일차 결합)을 수행하는 전력-시간 블록 코딩을 수행하고, 사용자 단말들 각각은, 다른 사용자 단말들의 중첩 신호를 검출하기 위해서가 아니라, 자신의 중첩 신호를 검출하기 위해 연속 간섭 제거(successive interference cancellation)를 이용함으로써, 다른 사용자 단말들에 해당하는 신호를 검출하지 않고도 자신의 신호를 검출하도록 하는 기술에 관한 것이다.
- [0020] 본 실시예들에서, 송신 장치는 기지국을 나타낼 수 있고, 수신 장치는 기지국에 속하는 사용자 단말(User Equipment)을 나타낼 수 있다.
- [0021] 본 실시예들에서, '중첩 신호(superimposed signal)'는 전송하고자 하는 복수개의 심볼들(symbols)이 중첩된 신호를 나타내는 것으로서, 하나의 타임 슬롯(time slot)에 전송하고자 하는 중첩 신호는 사용자 단말 별로 존재할 수 있다. 예컨대, 2개의 사용자 단말을 대상으로 신호를 전송하는 경우, 하나의 타임 슬롯을 통해 전력-시간 블록 코딩된 송신 신호(즉, 단말 1의 중첩 신호+단말 2의 중첩 신호)가 전송될 수 있다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 비직교 다중 접속을 위한 무선 통신 시스템의 네트워크 환경을 도시한 도면이다.
- [0024] 도 1을 참고하면, 무선 통신 시스템은 하나 또는 복수개의 무선 통신 셀들(cell)을 포함할 수 있으며, 각 무선 통신 셀이 하나의 송신 장치(예컨대, 기지국)(110)와 N 개($N \geq 2$)의 수신 장치(예컨대, 엔드 유저(end user)인 사용자 단말(UE))(120, 130, 140)를 포함할 수 있다.
- [0025] 송신 장치(110)는 하나 또는 다수의 송신 안테나들을 구비할 수 있으며, 사용자 단말들(120, 130, 140) 각각은 하나 또는 다수의 수신 안테나들을 구비할 수 있다. 이때, 비직교 다중 접속 환경이므로, 송신 장치(110)와 적어도 둘 이상의 사용자 단말들(120, 130, 140)이 존재할 수 있다. 송신 장치(110)는 적어도 둘 이상의 사용자 단말들(120, 130, 140)을 대상으로 동일 자원(예컨대, 시간, 주파수, 공간 등)을 이용하여 신호를 실어서 전송할 수 있다. 이때, 모든 사용자 단말들(120, 130, 140)이 자신이 원하는 신호(desired signal)를 복호화(decoding)할 수 있도록 적절한 전송 전력과 전송률을 선택하여 신호를 전송할 수 있다. 적어도 둘 이상의 사용자 단말들(120, 130, 140), 즉, 여러 사용자 단말들이 동일 무선 자원을 공유하므로 송수신 단 간에 간섭 제거가 수행될 수 있으며, 이하에서는 도 2 및 도 3을 참고하여 전력-시간 블록 코딩을 이용하여 간섭을 제거 또는 감소시키는 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 송신 장치의 내부 구성을 도시한 블록도이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 송신 장치에서 수행되는 비직교 다중 접속을 위한 전력-시간 블록 코딩 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0028] 도 2를 참고하면, 기지국인 송신 장치(200)는 채널 코딩 제어부(210), 변조 제어부(220), 블록 코딩 제어부(230), 및 전송 제어부(240)를 포함할 수 있으며, 송신 장치(200)는 송신 장치(200)에 속하는 적어도 둘 이상의 사용자 단말들(즉, 수신 장치, 201, 202, 203)로 비직교 다중 접속에 따라 중첩 신호(superimposed signal)를 전송할 수 있다. 예컨대, 상기 사용자 단말들(201, 202, 203)은 기지국인 상기 송신 장치(200)에 해당하는 셀(cell)에 위치하며, 상기 송신 장치(200)와의 신호 송수신을 위해 통신 세션(session)이 설정된 단말을 나타낼 수 있다.

- [0029] 도 3의 각 단계들(310 내지 350)은 도 2의 구성 요소인 채널 코딩 제어부(210), 변조 제어부(220), 블록 코딩 제어부(230), 및 전송 제어부(240)에 의해 수행될 수 있다.
- [0030] 310, 채널 코딩 제어부(210)는 적어도 둘 이상의 사용자 단말들(201, 202, 203)로 전송하고자 하는 신호들을 대상으로 전처리를 수행할 수 있다. 예컨대, 각 사용자 단말에서 요청한 신호를 동일 시간 자원을 이용하여 전송하기 위해, 해당 신호들을 심볼로 구성하고, 사용자 단말 별로 심볼들이 중첩된 중첩 신호(superimposed signal)를 생성하는 등 채널 코딩하기 이전까지의 전처리를 수행할 수 있다.
- [0031] 320 단계에서, 채널 코딩 제어부(210)는 적어도 둘 이상의 단말들을 위한 신호(즉, 단말 별 중첩 신호)를 대상으로 채널 코딩을 수행할 수 있다. 예를 들어, 채널 코딩 제어부(210)는 송신 신호가 수신 장치인 사용자 단말들(201, 202, 203)로 전송되는 과정에서 발생하는 오류 검출을 위한 오류 검출 코딩(예컨대, ARQ, FEC 등) 및 채널 코딩을 수행할 수 있다.
- [0032] 330 단계에서, 변조 제어부(220)는 채널 코딩된 송신 신호를 대상으로 변조(modulation)를 수행할 수 있다. 예컨대, 변조 제어부(220)는 QPSK, 16-QAM, 64-QAM 등의 변조를 수행할 수 있다.
- [0033] 340 단계에서, 블록 코딩 제어부(230)는 변조된 신호를 대상으로, 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)을 수행할 수 있다. 이때, 블록 코딩 제어부(230)는 각 타임 슬롯(time slot)에서 사용자 단말들(201, 202, 203) 각각에 해당하는 중첩 신호(superimposed signal)와 결합 계수(combining coefficient)인 하다마드 행렬의 행 엘리먼트(row elements)를 선형 결합(linear combining)함으로써, 전력-시간 블록 코딩을 수행할 수 있다.
- [0034] 일례로, 블록 코딩 제어부(230)는 사용자 단말들(201, 202, 203)로의 신호 전송에 이용될 타임슬롯들의 식별자 정보를 행(row)으로 하고, 사용자 단말들(201, 202, 203)의 식별자 정보를 열(column)로서 구성되는 하다마드(hadamard) 행렬을 대상으로, 복수의 타임 슬롯들 중 특정 타임 슬롯(예컨대, N번째 타임 슬롯) 및 특정 사용자 단말(예컨대, i번째 사용자 단말)에 해당하는 하다마드 행렬의 엘리먼트(element)와 특정 사용자 단말에 해당하는 송신 신호의 곱을 통해 상기 특정 사용자 단말에 해당하는 중첩 신호를 계산할 수 있다. 그리고, 계산된 사용자 단말 별 중첩 신호의 합을 특정 타임 슬롯에서 사용자 단말들(201, 202, 203)로 전송될 중첩 신호로 계산할 수 있다. 여기서, 송신 장치(200)에서 전력-시간 블록 코딩(power-time block coding)을 수행하는 동작은 아래의 도 4를 참고하여 자세히 설명하기로 한다.
- [0035] 350 단계에서, 전송 제어부(240)는 전력-시간 블록 코딩된 신호를 동일 시간 자원(즉, 동일한 타임 슬롯)을 이용하여 둘 이상의 사용자 단말들로 전송할 수 있다. 이때, 전송 제어부(240)는 상기 전력-시간 블록 코딩된 신호들을 송신 안테나를 통해 전송하기 위해 주파수 업 컨버전(frequency up-conversion) 및 RF 처리를 수행한 후, 단말들(201, 202, 203) 전송할 수 있다.
- [0037] 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 전력-시간 블록 코딩의 블록 구조를 도시한 도면이다.
- [0038] 송신 장치(200)는 각 송신 블록에서 N개의 타임 슬롯을 통해 N개의 사용자 단말들을 대상으로 비직교 다중 접속(NOMA)을 제공할 수 있다. 각 송신 블록에서, 사용자 단말 $i(i=1,2, \dots, N)$ 별로 전송될 중첩 신호(superimposed signal)가 존재하며, 중첩 신호는
- $$\tilde{s}_i = \sum_{m=1}^M \sqrt{\alpha_{i,m} P_i} s_{i,m}$$
- 와 같이 표현될 수 있다. 여기서, $s_{i,m}$ 는 사용자 단말의 m번째 심볼(symbol)을 나타내고, P_i 는 송신 장치(200)의 전송 전력을 나타내고, $\alpha_{i,m}$ 는 상기 송신 전력이 P_i 로 정규화(normalized)되는 것을 보장하는 전력 할당 계수를 나타낼 수 있다. 그리고, 사용자 단말 i의 중첩 신호는 M개의 심볼들이 중첩되어 있을 수 있으며, M개의 심볼들이 중첩된 상기 중첩 신호는 $i=1,2, \dots, N$ 인 함수 모듈(function module)(즉, 전력-시간 블록 코딩을 위한 함수 모듈)의 입력으로 사용될 수 있다.
- [0039] 송신 장치(200)의 다중 전송 안테나와 각 사용자 단말(즉, 수신 장치)의 다중 수신 안테나들은 다중 안테나 기술들을 이용하여 송신 신호를 전송 및 전송된 신호를 수신할 수 있다. 예컨대, 빔포밍(beamforming), STBC, SFCB 등의 다중 안테나 기술이 이용될 수 있다. 이처럼, 다중 안테나 기술을 이용하는 경우, 송신 장치(200)의 송신 안테나 및 수신 장치(201, 202, 203)의 수신 안테나의 개수에 관계없이 전력-시간 블록 코딩이 구현될 수 있다.

[0040] 이처럼, 송/수신 안테나의 수에 제한받지 않는 환경에서, $h_{j,n}$ 은 n번째 타임 슬롯동안 송신 장치(200)의 송신 안테나로부터 사용자 단말 j(j=1, 2, ...,N)의 수신 안테나 간의 채널을 나타내고, $y_{j,n}$ 는 n번째 타임 슬롯동안 사용자 단말 j(j=1, 2, ...,N)의 수신 신호를 나타내고, $z_{j,n}$ 는 n번째 타임 슬롯 동안 사용자 단말 j에 해당하는 부가 잡음(adaptive noise)을 나타낼 수 있다. H_N 은 차수(order)가 N인 하다마드 행렬(Hadamard Matrix)을 나타내고, $H_N(n,i)$ 는 H_N 의 (n,i)번째 엘리먼트(element)를 나타낼 수 있다. $H_N(n,:)$ 는 H_N 의 행(row)을 나타내고, $H_N(:,n)$ 는 H_N 의 열(column)을 나타낼 수 있다.

[0041] 도 4를 참고하면, 사용자 단말들(i=1부터 N) 각각에 해당하는 중첩 신호($\tilde{s}_i$)가 N개의 타임 슬롯 별로 할당되어 있음을 확인할 수 있다. 즉, 타임 슬롯 1부터 타임 슬롯 N까지 각 타임 슬롯 동안 상기 중첩 신호($\tilde{s}_i$, i=1,2 ...,N)가 하다마드 행렬을 기반으로 선형 결합(즉, 일차 결합)을 통해 전력-시간 블록 코딩되고, 블록 코딩된 신호가 송신 안테나를 통해 사용자 단말들(201, 202, 203)로 전송될 수 있다. 이때, 상기 블록 코딩된 신호($\tilde{s}_i$) 앞의 부호(예컨대, +1, -1)는 차수가 N인 하다마드 행렬의 엘리먼트(element)인 선형 결합 계수(linear combining coefficient)에 의해 결정될 수 있다.

[0042] 예를 들어, N번째 타임 슬롯에서 전송될 중첩 신호는 아래의 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

[0043] [수학식 1]

$$H_N(n,:) \begin{bmatrix} \tilde{s}_1 \\ \tilde{s}_2 \\ \vdots \\ \tilde{s}_N \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^N H_N(n,i) \tilde{s}_i$$

[0044]

[0045] 수학식 1에서, $\tilde{s}_i$ 사용자 i의 중첩 신호, $H_N(n,i)$ 는 H_N 의 (n,i)번째 엘리먼트(element)를 나타내고, $H_N(n,:)$ 는 H_N 의 행(row)을 나타내고, $\tilde{s}_1$ 는 사용자 단말 1의 중첩 신호, $\tilde{s}_2$ 는 사용자 단말 2의 중첩 신호, $\tilde{s}_N$ 는 사용자 단말 N의 중첩 신호를 나타낼 수 있다. 즉, 선형 결합 계수로서 이용되는 하다마드 행렬의 n번째 행을 구성하는 엘리먼트들(즉, 행 엘리먼트들(row elements))과 각 사용자 단말의 중첩 신호의 곱의 합으로써, 전력-시간 블록 코딩이 수행될 수 있으며, 블록 코딩이 수행된 상기 중첩 신호가 N번째 타임 슬롯에서 전송될 중첩 신호에 해당할 수 있다. 즉, 전송 제어부(240)는 N번째 타임 슬롯 동안 계산된 상기 중첩 신호를 사용자 단말들(201, 202, 203)로 전송할 수 있다.

[0046] 이처럼, 각 타임 슬롯에서, 복수의 사용자 단말들의 중첩 신호들은 하다마드 행렬의 행-엘리먼트들을 선형 결합(즉, 일차 결합)을 위한 결합 계수(combining coefficients)로 이용하여 송신 장치(200)의 전력 도메인(power domain)에서 선형적으로 결합될 수 있다. 이에 따라, 수학식 1에 표현된 N번째 타임 슬롯에서 전송될 중첩 신호는 N개의 모든 타임 슬롯 별로 구현될 수 있다.

[0048] 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 수신 장치인 사용자 단말의 내부 구성을 도시한 블록도이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 수신 장치에서 수행되는 전력-시간 디코딩 방법을 도시한 흐름도이다.

[0049] 도 5에서는 수신 장치(500)의 구성 요소를 설명하기 위해, 기지국인 송신 장치(501)에 속하는 복수개의 수신 장치들 중 어느 하나의 수신 장치(500)를 도시하였으나, 비직교 다중 접속 환경이므로 실제로, 적어도 둘 이상의 수신 장치들이 송신 장치(501)에 속할 수 있다. 즉, 도 5에서, 기지국(501)이 해당하는 셀에 속하는 수신 장치(500)가 복수개일 수 있다.

[0050] 도 5를 참고하면, 수신 장치(500)는 수신 제어부(510), 블록 디코딩 제어부(520) 및 간섭 제거 및 복조부(530)를 포함할 수 있다. 그리고, 도 6의 각 단계들(610 내지 640)은 도 5의 구성 요소인 수신 제어부(510), 블록 디코딩 제어부(520) 및 간섭 제거 및 복조부(530)에 의해 수행될 수 있다.

[0051] 송신 장치(500)의 송신 안테나를 통해 사용자 단말들로 동일한 타임 슬롯(예컨대, 타임 슬롯 1)동안 전송된 신호들은 페이딩(fading) 및 잡음(noise)을 겪을 수 있다. 그러면, 송신 장치(500)에서 전송된 중첩 신호는 페이딩 및 잡음에 의해 왜곡될 수 있다.

[0052] 610 단계에서, 수신 제어부(510)는 송신 장치(200)에서 전송된 중첩 신호를 수신할 수 있다. 예컨대, 수신 제어부(510)는 N번째 타임 슬롯 동안 송신 장치(200)의 송신 안테나를 통해 전송되어 페이딩, 잡음 등에 의해 왜곡/잡음된 신호를 수신 안테나를 통해 수신할 수 있다. 그리고, 수신 제어부(510)는 수신 안테나를 통해 수신된 수신 신호를 대상으로 RF 처리, 주파수 다운 컨버전(frequency down conversion) 등을 수행할 수 있다.

[0053] 예를 들어, N번째 타임 슬롯 동안 사용자 단말 j에서 수신된 신호 $y_{j,n}$ 는 아래의 수학적 식 2와 같이 표현될 수 있다.

[0054] [수학적 식 2]

$$y_{j,n} = h_{j,n} \sum_{i=1}^N H_N(n,i) \tilde{s}_i + z_{j,n}$$

[0055]

[0056] 수학적 식 2와 같이 표현되는 수신 신호 $y_{j,n}$ 는 전력-시간 블록 디코딩에 해당하는 함수 모듈(function module)의 입력으로 이용될 수 있다.

[0057] 이때, 행렬 양식(form)에서 모든 N개의 타임 슬롯동안 사용자 단말 j에서 수신된 신호는 아래의 수학적 식 3과 같이 표현될 수 있다.

[0058] [수학적 식 3]

$$\underbrace{\begin{bmatrix} y_{j,1}/h_{j,1} \\ y_{j,2}/h_{j,2} \\ \vdots \\ y_{j,N}/h_{j,N} \end{bmatrix}}_{\tilde{y}_j} = H_N \underbrace{\begin{bmatrix} \tilde{s}_1 \\ \tilde{s}_2 \\ \vdots \\ \tilde{s}_N \end{bmatrix}}_{\tilde{s}} + \underbrace{\begin{bmatrix} z_{j,1}/h_{j,1} \\ z_{j,2}/h_{j,2} \\ \vdots \\ z_{j,N}/h_{j,N} \end{bmatrix}}_{\tilde{z}_j}$$

[0059]

[0060] 620 단계에서, 블록 디코딩 제어부(520)는 수신 신호 $y_{j,n}$ 를 대상으로 전력-시간 블록 디코딩을 수행할 수 있다. 이때, 블록 디코딩 제어부(520)는 상기 수신 신호로부터 페이딩 및 잡음에 의해 왜곡/변형된 송신 신호를 획득하기 위해 선형 처리(linear processing)를 수행할 수 있으며, 선형 처리는 전력-시간 블록 디코딩에 의해 수행될 수 있다.

[0061] 예를 들어, 블록 디코딩 제어부(520)는 아래의 수학적 식 4에 기초하여 수신 신호 $y_{j,n}$ 에 대해 선형 처리(linear processing)를 수행하여 사용자 단말 j에 해당하는 송신 신호(즉, 중첩 신호) $\tilde{s}_j$ 를 획득할 수 있다.

[0062] [수학식 4]

[0063]

$$\hat{\mathbf{s}}_j = (\mathbf{H}_N(:, j))^T \tilde{\mathbf{y}}_j = \mathbf{N} \tilde{\mathbf{s}}_j + (\mathbf{H}_N(:, j))^T \tilde{\mathbf{z}}_j$$

[0064]

수학식 4를 참고하면, 블록 디코딩 제어부(520)는 하다마드 행렬 $\mathbf{H}_N$ 의 j번째 열(column)을 구성하는 엘리먼트들(즉, 열-엘리먼트)의 트랜스포즈(transpose)를 선형 결합 계수 벡터로 취하여, 상기 $\tilde{\mathbf{s}}_j$ 를 획득할 수 있다. 이때, 송신 장치(200)에서 선형 결합을 위해 이용된 하다마드 행렬의 직교성(orthogonal, $\mathbf{H}_N^T \mathbf{H}_N = \mathbf{I}_N$)으로 인해, 블록 디코딩 제어부(520)는 다른 사용자 단말들의 신호에 의한 간섭없이 $\tilde{\mathbf{s}}_j$ 를 획득할 수 있다. 여기서, $\mathbf{I}_N$ 는 $N \times N$ 단위 행렬(identity matrix)을 나타내고, $\mathbf{H}_N^T$ 는 차수가 N인 하다마드 행렬 $\mathbf{H}_N$ 의 트랜스포즈(transpose) 행렬을 나타낼 수 있다.

[0065]

630을 참고하면, 간섭 제거 및 복조부(530)는 전력-시간 디코딩을 통해 획득한 사용자 단말 j에 해당하는 중첩 신호 $\tilde{\mathbf{s}}_j$ 를 대상으로, 연속 간섭 제거(successive interference cancellation) 및 복조(demodulation)를 수행할 수 있다. 즉, 간섭 제거 및 복조부(530)는 다른 사용자 단말들의 신호가 아닌 사용자 단말 j 자신의 신호를 검출하기 위해 연속 간섭 제거를 수행할 수 있다. 그리고, 간섭 제거 및 복조부(530)는 연속 간섭 제거(successive interference cancellation)를 수행하여 $\tilde{\mathbf{s}}_j$ 로부터 사용자 단말 j에 해당하는 M개의 심볼들($s_{j,1}, s_{j,2}, \dots, s_{j,M}$)을 획득할 수 있다. 이어 심볼들을 대상으로 복조(demodulation)이 수행될 수 있다.

[0066]

640 단계에서, 간섭 제거 및 복조부(530)는 연속 간섭 제거 및 복조가 수행된 신호를 대상으로 송신 장치에서 채널 코딩한 기법에 따라 채널 디코딩을 수행하고, 오류 검출 기법에 따라 에러 코드 디코딩을 수행할 수 있다. 이에 따라, 송신 장치에서 수신 장치로 수신될 때까지의 과정에서 발생한 오류까지 정정된 신호가 복원될 수 있다.

[0067]

이상에서 설명한 바와 같이, 비직교 다중 접속 환경에서, 송신 장치에서는 각 타임 슬롯에서, 하다마드 행렬의 행-엘리먼트들을 결합 계수를 이용하여 둘 이상의 사용자 단말 별 중첩 신호와 선형 결합(즉, 일차 결합)을 수행하는 전력-시간 블록 코딩을 수행하고, 수신 장치에서는 하다마드 행렬의 열-엘리먼트들을 결합 계수로 이용하여 송신 장치에서 전송된 해당 단말의 중첩 신호를 복원하는 전력-시간 블록 디코딩을 수행하고, 디코딩된 신호를 대상으로 연속 간섭 제거(successive interference cancellation)를 수행하여 해당 단말의 중첩 신호를 구성하는 심볼들을 복원할 수 있다. 즉, 다른 사용자 단말들의 신호를 검출하지 않고도 하다마드 행렬의 직교성으로 인해 사용자 간 간섭(inter user interference)이 제거된 자신의 신호(desired signal)를 검출할 수 있다.

[0068]

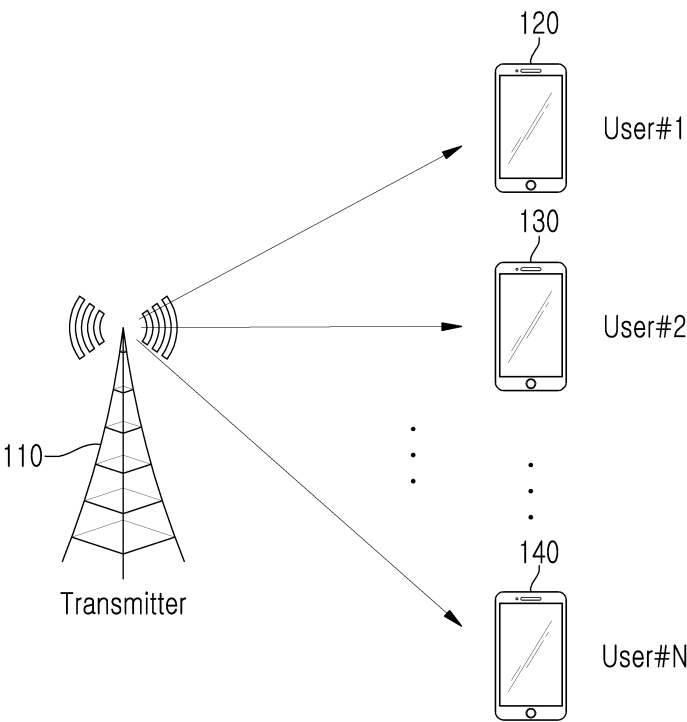
실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0069] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

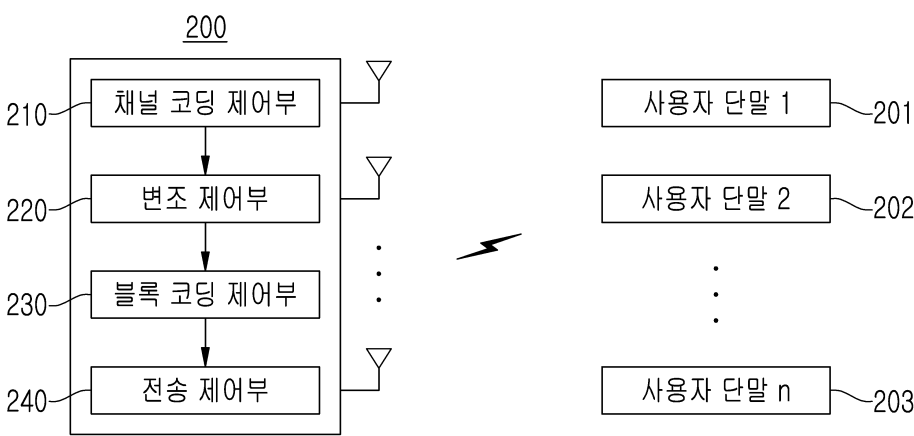
[0070] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

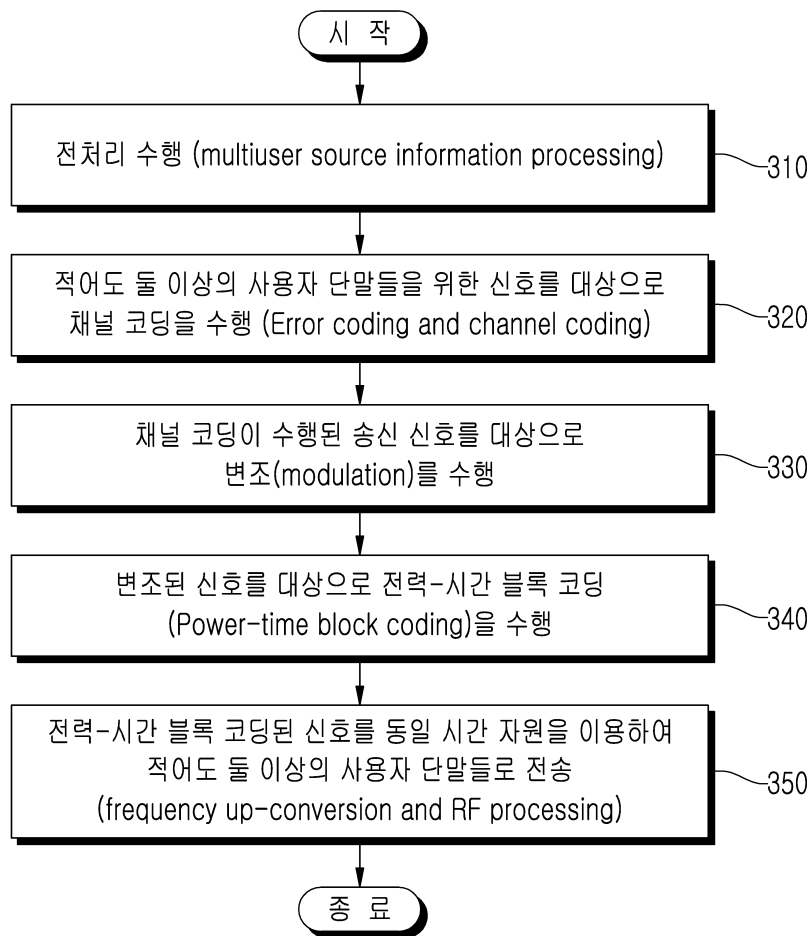
도면1



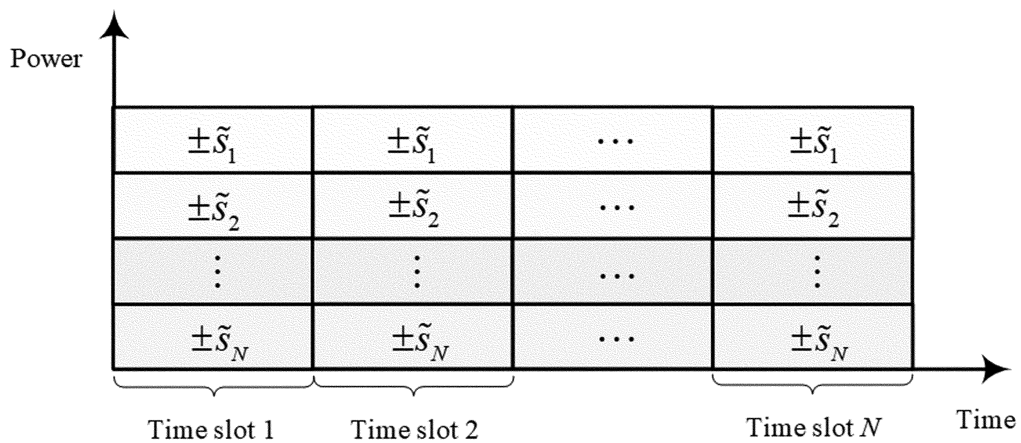
도면2



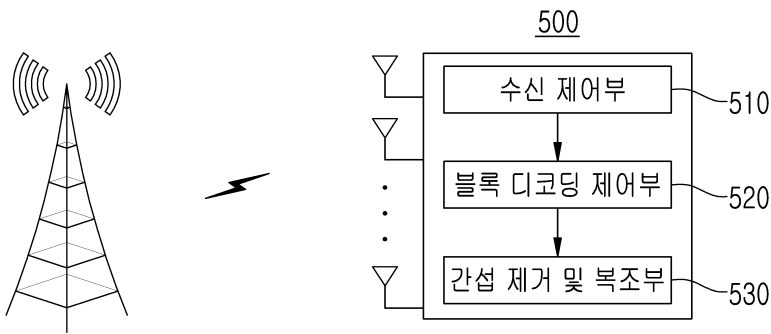
도면3



도면4



도면5



도면6

