

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H04J 11/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년03월13일 10-0560386 2006년03월07일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2003-0092313 2003년12월17일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2005-0060631 2005년06월22일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자	한국전자통신연구원 대전 유성구 가정동 161번지
(72) 발명자	김윤희 대전광역시서구월평3동다모아아파트110동807호 김광순 대전광역시유성구신성동하나아파트109동1203호 안재영 대전광역시유성구전민동엑스포아파트105동806호
(74) 대리인	유미특허법인

심사관 : 제갈 현

(54) 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 장치 및 그 방법

요약

본 발명은 다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트(coherent) 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA) 방식의 송수신 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

본 발명에서는 데이터 전송을 위한 자원 매핑 방법으로 여러 개의 직교주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: OFDM) 심볼로 구성되는 한 시간 슬롯 구간의 시간-주파수 자원을 여러 개의 트래픽 채널로 나누어 여러 사용자가 공유하도록 한다. 상기 트래픽 채널은 송신 주파수 대역 전체에 골고루 분포하는 여러 개의 자원 블록으로 구성하고, 상기 자원 블록은 파일럿이 적어도 하나 삽입된 연속된 OFDM 심볼의 연속된 부반송파로 구성되는 자원 블록 기반 매핑 방법을 사용한다. 그리고 파일럿 심볼과 채널 부호화 및 변조를 거친 데이터 심볼을 상기 자원 블록 기반 매핑 방법에 따라 시간-주파수 매핑된 출력으로 OFDM 신호를 생성하여 송신한다. 이후, 수신측에서 상기 OFDM 신호를 주파수 영역에서 상기 자원 블록 기반 매핑 방법에 따라 사용자 신호를 구분하고 각 트래픽 채널마다 파일럿뿐만 아니라 복호 후의 데이터 기준값을 이용하여 채널 추정, 복조 및 복호를 반복적으로 수행한다.

이러한 본 발명에 따르면, 사용자 신호에 송신 대역 전체에 걸친 주파수 다양성을 제공하고, 셀간 간섭을 평균화할 수 있으며, 파일럿 송신 전력의 부스팅(boosting) 없이 채널 추정 성능을 향상시킬 수 있다.

대표도

도 3

색인어

직교주파수 분할 다중화, OFDM, 직교주파수 분할 다중 접속, OFDMA, 상향 링크, 채널 추정, 코히어런트

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 OFDMA 송수신 방법에서, 여러 사용자에게 시간-주파수 자원을 할당하는 일례를 나타낸 도면이다.

도 2a는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 OFDMA 송수신 방법에서, 단일 파일럿 기반 자원 블록을 사용하는 일례를 나타낸 도면이다.

도 2b는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 OFDMA 송수신 방법에서, 다중 파일럿 기반 자원 블록 매핑의 일례를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 OFDMA 송수신 장치의 구조를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 OFDMA 송수신 장치에서, 단일 파일럿 기반 자원 블록 매핑 방법에 대한 채널 추정기의 구조를 나타낸 도이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 OFDMA 송수신 장치에서, 다중 파일럿 기반 자원 블록 매핑 방법에 대한 채널 추정기의 구조를 나타낸 도면이다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 OFDMA 송수신 방법의 순서도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA) 방식의 송수신 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

종래의 직교주파수 분할 다중화(OFDM) 기반 시스템으로는 방송 서비스용의 연속적인 비트 스트림을 제공하는 DAB(Digital Audio Broadcasting) 또는 DVB(Digital Video Broadcasting), 저속 환경에서의 패킷 서비스를 제공하는 IEEE 802.11a나 HIPERLAN/2와 같은 시스템이 있으며, 각 시스템에서는 코히어런트 검출을 위해 각각의 환경에 알맞은 파일럿이나 프리앰블 등의 기준 심볼을 설계하고 그에 알맞은 채널 추정 방식을 사용하였다.

최근에는 셀룰러 환경에서 여러 사용자에게 더 높은 전송률을 제공하고, 주파수 재사용 효율(frequency reuse factor)을 높이기 위하여 직교주파수 분할 다중화 방식과 확산 대역 다중 접속(spread spectrum multiple access) 방식을 결합하는 방식이 제안되었다. 이에 대한 대표적인 예로 확산 수열을 이용하는 방법(미합중국 특허번호 제6188717호) 및 셀 간에 다른 주파수 도약 패턴으로 주파수 도약을 사용하는 주파수 도약 OFDMA(미합중국 특허번호 제6473418호)가 있다.

여기서, 상기 미합중국 특허번호 US6188717호(2001. 2. 13)에는 "Method of simultaneous radio transmission of digital data between a plurality of subscriber stations and a base station"이 개시되어 있는 바, 다중 반송파를 OFDM을 이용하여 이동통신 시스템의 상향 및 하향에 모두 적용 가능한 다중 사용자 지원 송수신 방법을 개시하고 있다. 이 종래

발명에 따르면, 사용자(subscriber) 데이터는 직교 수열로 확산되고, 확산된 데이터를 겹쳐서 할당된 부반송파로 전송한다. 이때, 각 사용자마다 할당되는 부반송파 집합은 서로 간에 교집합이 없으며, 각각 할당된 부반송파는 전체 대역에 분포하도록 함으로써, 수신 쪽에서의 채널 추정은 기준 심볼을 이용하여 위너(Wiener) 여파기로 수행하며, 최대 우도 수열 검출기를 사용하여 데이터를 복원하게 된다.

또한, 미합중국 특허번호 US6473418호(2002. 10. 29)호에는 "Orthogonal frequency division multiplexing based spread spectrum multiple access"가 개시되어 있다. 이 종래 발명은 인접 셀 간섭에 용이하게 대처하는 OFDM 기반 셀룰러 시스템을 제공하기 위해서, 부호기, 인터리버, 톤(tone) 할당기 및 CP로 구성되고, 수신단은 이의 역처리로 구성되어, 복잡한 셀 계획 없이 주파수 재사용 효율을 1에 근접하도록 셀룰러 상향 및 하향 링크 다중 접속 방식으로 OFDM 방식에 주파수 도약을 기반으로 한 다중 접속 방식을 접목한 방식이 개시되어 있다.

전술한 두 방식 모두 하향 링크뿐만 아니라 상향 링크에서도 적용 가능한 다중 접속 방식을 제공하고 있다.

앞서 제시된 확산 수열을 이용하는 방법은 사용자에게 할당된 부반송파 집합을 바꾸지 않기 때문에 주기적으로 삽입된 파일럿 심볼을 이용하여 시간 축 여파기를 이용하여 채널 추정이 가능하다. 그러나 신호 검출 시 부호 간 간섭으로 인하여 최대 우도 수열 추정 방식(maximum likelihood sequence estimation) 등의 간섭 완화 방식을 적용하여야 하며, 상향 링크에서는 사용자마다 할당된 부반송파에 파일럿 심볼을 전송하여야 하므로 효율이 저하된다.

한편, 주파수 도약 OFDMA 방식의 하향 링크에서는 해당 기지국에 속해 있는 사용자 간에 파일럿을 공유할 수 있기 때문에 기존의 DAB, DVB 등의 서킷 모드 OFDM 시스템에서 사용한 파일럿 구조나 채널 추정 방법을 사용하여 주파수 대역 전체의 채널 추정을 수행할 수 있다.

그러나 상향 링크에서는 사용자마다 독립적인 채널 추정을 위한 기준 심볼 또는 파일럿 심볼이 필요하며 이러한 파일럿 심볼에 의한 오버헤드를 줄이기 위해서는 어느 정도 채널 변화가 연속적이고 상관이 있는 인접한 시간/주파수 자원들의 블록을 단위로 주파수 도약을 수행하여야 한다. 그러나 주파수 도약 단위가 너무 크면 셀간 간섭의 평균화가 잘 이루어지지 않는 문제점이 있다. 또한, 주파수 도약 시스템이 아니더라도 주파수 다양성을 얻기 위해 여러 사용자 데이터를 전 대역에 골고루 분포하도록 자원을 할당하는 OFDMA 방식에서도 주파수 도약 OFDMA 시스템과 비슷한 방법으로 자원을 할당하여야 한다.

전술한 상향 링크 시스템에서 상향 링크의 채널 정보를 얻는 가장 전통적인 방법은 같은 사용자에게 연속된 OFDM 심볼의 같은 부반송파를 할당하고 시간축으로의 차등 부호 및 검출(Differential coding & detection) 방법을 사용하는 것이다. 그러나 이 방법 또한 기준 심볼이 필요하고, 코히어런트 검출에 비하여 부호화가 되지 않은 환경에서 3 내지 4dB 성능 저하가 일어나며, 부호화 적용시에는 부호 방식에 따라 그 성능 차이가 더욱 커질 수 있다는 문제점이 있다.

다른 한편으로, 자원 블록 내의 파일럿을 삽입하고 파일럿 심볼만을 이용하여 채널 추정을 수행하는 경우에는 파일럿 삽입 빈도를 높이고 파일럿 송신 전력을 크게 하여야 차등 검출보다 나은 성능을 얻을 수 있다. 그러나 파일럿 삽입 빈도를 높이면 주파수 사용 효율 (spectral efficiency)이 떨어지며, 파일럿 송신 전력을 크게 하면 전력 소모가 커지고 인접한 셀간의 간섭이 커진다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러므로 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 사용자 신호에 송신 대역 전체에 걸친 주파수 다양성을 제공하거나 셀간 간섭을 평균화할 수 있으면서, 파일럿 송신 전력의 부스팅(boosting) 없이 채널 추정 성능을 향상시킬 수 있는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

발명의 구성 및 작용

이러한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송신 장치는, 사용자 데이터 블록을 채널 부호화하는 채널 부호기; 상기 채널 부호기에서 부호화된 데이터를 변조 심볼로 매핑하는 심볼 매핑; 적어도 하나의 파일럿과 다중 데이터로 구성된 자원 블록 기반 자원 매핑에 따라 데이터 송신 전력과 같은 세기의 파일럿을 생성하는 파일럿 심볼 발생기; 사용자마다 데이터 전송에 할당된 데이터 채널의 자원 블록 기반 자원 매핑 방법에 따라 상기 심볼 매핑 출력의 사용자 데이터 심

불과 상기 파일럿 발생기에서 생성한 파일럿 심볼을 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑하는 자원 블록 기반 시간-주파수 매핑; 및 상기 자원 블록 기반 시간-주파수 매핑에서 매핑된 출력으로 OFDM 신호를 생성하는 OFDM 변조기를 포함한다.

여기서, 상기 자원 매핑 방법에서는, 여러 개의 OFDM 심볼로 구성되는 한 시간 슬롯 구간의 시간-주파수 자원을 여러 개의 트래픽 채널로 나누고, 상기 트래픽 채널은 송신 주파수 대역 전체에 골고루 분포되어 있는 여러 개의 자원 블록으로 구성되며, 트래픽 채널을 여러 사용자가 공유하도록 할 수 있다. 상기 트래픽 채널을 구성하는 자원 블록의 시간, 주파수 위치는, 인접 셀 간의 간섭을 평균화하도록 셀마다 다른 위치로 할당할 수 있으며, 시간 슬롯마다 다른 시간, 주파수 위치로 할당할 수 있다.

한편, 본 발명에 따른 다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 장치는, 각 안테나 별로 수신된 OFDM 수신 신호를 주파수 영역 수신 신호로 바꾸는 OFDM 복조기; 상기 OFDM 복조기 출력을 각 사용자 신호에 해당하는 자원 매핑 방법에 따라 주파수 영역 수신 신호를 사용자에게 따라 분리하고, 자원 블록 기반으로 재정렬하는 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑; 상기 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑의 출력으로 자원 블록 단위로 채널 추정을 수행하는 채널 추정기; 상기 채널 추정기에서 추정된 채널을 사용하여 코히어런트하게 채널 복호 입력 메트릭을 계산하는 복조기; 및 상기 복조기에서 계산한 메트릭으로 채널 부호화 방식에 따라 채널 복호를 수행하는 채널 복호기를 포함한다.

여기서, 상기 채널 추정기, 복조기, 채널 복호기는, 첫 번째 수행 시에 채널 복호가 성공하지 않거나 채널 복호 중지 조건을 만족하지 않으면 최대 반복 횟수에 도달할 때까지 반복을 수행한다.

여기서, 상기 채널 추정기는, 첫 번째 반복 시에 상기 OFDM 복조기에서 출력되는 주파수 영역의 파일럿 수신 신호를 파일럿으로 나눈 순시 파일럿 채널 추정값으로만 해당 자원 블록의 채널을 추정하고, 두 번째 반복 이후에는 자원 블록 내의 상기 초기 채널 추정기의 순시 파일럿 채널 추정값과 채널 복호 판정 비트로 추정된 송신 심볼을 기준값으로 얻은 순시 데이터 채널 추정값을 모두 이용하여 해당 자원 블록의 채널을 다시 추정할 수 있다.

여기서, 상기 복조기는, 상기 채널 추정값과 상기 수신 신호값으로 상기 채널 복호기의 입력 메트릭을 계산하며, 입력 메트릭은 사용하는 채널 부호에 따라 유클리디안 거리 또는 확률에 대한 로그 우도비일 수 있다. 또한, 후-확률(a posteriori probability)을 기반으로 상기 입력 메트릭을 계산하는 경우 채널 복호기에서 제공하는 잉여 정보(extrinsic information)를 선-확률(a priori probability) 추정값으로 이용할 수 있다.

한편, 상기 파일럿이 자원 블록 가운데에 삽입되는 단일 파일럿 자원 블록을 사용하는 경우, 상기 채널 추정기는, 순시 파일럿 채널 추정값을 구하는 순시 파일럿 채널 추정값 발생기; 상기 채널 복호기 출력 비트로부터 송신 심볼을 추정하는 심볼 매핑; 상기 심볼 매핑 출력을 이용하여 순시 데이터 채널 추정값을 구하는 순시 데이터 채널 추정기; 상기 순시 파일럿 채널 추정기와 순시 데이터 채널 추정기 출력으로부터 첫 번째 반복 시에는 순시 파일럿 채널 추정값을 전달하고 두 번째 반복부터는 재순화(refining) 채널 추정 방식에 따른 자원 블록 내의 가중 합을 계산하는 가중 합 계산기를 포함한다. 여기서, 상기 가중 합 계산기의 재순화 채널 추정 방식은 평균 채널 추정 방식, 가중 평균 채널 추정 방식, 수정된 평균 채널 추정 방식 및 수정된 평균 채널 추정 방식으로 이루어지는 일군으로부터 선택될 수 있다.

또한, 다중 파일럿을 삽입한 자원 블록을 사용할 경우, 상기 채널 추정기는, 순시 파일럿 채널 추정값을 구하는 순시 파일럿 채널 추정기; 상기 순시 파일럿 채널 추정값에 따른 신호대 잡음비를 추정하는 신호대 잡음비 추정기; 상기 순시 파일럿 채널 추정값과 상기 신호대 잡음비 추정기에서 측정된 신호 세기로 채널 변화율을 추정하는 채널 변화율 추정기; 미리 신호대 잡음비 및 채널 변화율 수준에 따른 여파 계수 집합을 구하여 저장하고 상기 신호대 잡음비 추정기의 출력과 상기 채널 변화율 추정기의 출력으로부터 여파 계수를 선택하는 여파 계수 메모리 및 선택기; 상기 채널 복호기 판정 비트로 송신 심볼을 추정하는 기준값 발생기; 상기 기준값 발생기 출력으로부터 순시 데이터 채널 추정값을 생성하는 순시 데이터 채널 추정기; 및 상기 여파 계수 메모리 및 선택기에 제공하는 여파 계수값에 따라 자원 블록 단위로 여파하는 자원 블록 기반 여파기를 포함한다.

여기서, 상기 자원 블록 기반 여파기는, 첫 번째 반복에서는 상기 순시 파일럿 채널 추정기 출력을 상기 여파 계수 메모리 및 선택기에 제공하는 파일럿 기반 여파 계수값으로 자원 블록 단위로 여파하고, 두 번째 반복부터는 상기 순시 파일럿 채널 추정기와 상기 순시 데이터 채널 추정기의 출력을 먼저 자원 블록 내의 같은 시간 위치의 추정값들을 주파수축으로 평균하고, 평균한 출력을 상기 여파 계수 메모리 및 선택기에서 제공하는 파일럿 및 데이터 기반 여파 계수로 시간축으로 여파한다.

한편, 본 발명의 다른 특징에 따른 송신 방법은, 다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속(OFDMA) 방식의 송신 방법으로, a) 사용자 데이터 블록을 채널 부호화하는 단계; b) 상기 부호화된 데이터를 변조 심볼로 매핑하는 단계; c) 적어도 하나의 파일럿과 다중 데이터로 구성된 자원 블록 기반 자원 매핑에 따라 데이터 송신 전력과 같은 세기의 파일럿 심볼을 생성하는 단계; d) 자원 블록 기반 주파수 도약 방식에 따라 상기 심볼 매핑된 사용자 데이터 심볼과 상기 생성된 파일럿 심볼을 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑하는 단계; 및 e) 상기 시간-주파수 매핑된 출력으로 OFDM 신호를 생성하여 전송하는 단계를 포함한다.

또한, 본 발명의 다른 특징에 따른 수신 방법은, 다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속(OFDMA) 방식의 수신 방법으로, a) 각 안테나 별로 수신된 OFDM 수신 신호를 주파수 영역 수신 신호로 바꾸는 OFDM 복조 단계; b) 각 사용자마다 자원 매핑 방식에 따라 주파수 영역 수신 신호를 사용자에 따라 분리하고, 자원 블록 기반으로 재정렬하는 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑 단계; c) 상기 시간-주파수 디매핑된 출력으로 자원 블록 단위의 채널을 추정하는 단계; d) 상기 추정된 채널을 사용하여 코히어런트하게 채널 복호 입력 메트릭을 생성하는 복조 단계; e) 상기 생성된 메트릭으로 채널 부호화 방법에 따른 채널 복호를 수행하는 채널 복호화 단계; 및 f) 상기 채널 복호화에서 제공해 줄 수 있는 복호 정지 조건을 만족하지 않거나 반복 횟수가 최대 반복 횟수보다 작을 경우, 반복 수신을 결정하는 반복 수신 결정 단계를 포함한다.

이러한 특징을 가지는 수신 방법에서, 상기 c) 단계는 c-1) 첫 번째 반복 시에 상기 시간-주파수 디매핑되어 출력되는 주파수 영역의 파일럿 수신 신호를 파일럿으로 나눈 순시 파일럿 채널 추정값으로 해당 자원 블록의 채널을 추정하는 초기 채널 추정 단계; 및 c-2) 두 번째 반복 이후에는 자원 블록 내의 상기 순시 파일럿 채널 추정값과 상기 채널 복호 판정 비트로 추정된 송신 심볼을 기준값으로 얻은 순시 데이터 채널 추정값을 모두 이용하여 해당 자원 블록의 채널을 다시 추정하는 재순화 채널 추정 단계를 포함한다.

상기 수신 신호가 자원 블록으로 채널 변화가 거의 없는 시간과 주파수로 연속된 다중 시간-주파수 자원으로 구성되고 파일럿이 자원 블록 가운데에 삽입되는 단일 파일럿 자원 블록 매핑되어 있는 경우, 상기 c-1) 단계는 상기 자원 블록 내의 단일 순시 파일럿 채널 추정값을 자원 블록 내의 데이터 채널 추정값으로 하고, 상기 c-2) 단계는 상기 순시 파일럿 채널 추정값과 순시 데이터 채널 추정값에 대한 가중 합으로 데이터 채널을 재추정한다.

이 경우, 상기 c-2) 단계는 상기 가중 합으로 자원 블록 내의 순시 채널 추정값을 모두 평균하는 평균 채널 추정 방법을 사용하여 데이터 채널을 재추정할 수 있다. 또한, 상기 c-2) 단계는 상기 가중 합으로 추정할 데이터 채널의 순시 채널 추정값을 제외하고 평균하는 수정된 평균 채널 추정 방법을 사용하여 데이터 채널을 재추정할 수 있다.

또한, 상기 c-2) 단계는 상기 가중 합으로 상기 반복 수신 결정 단계에서 제공하는 판정 비트에 대한 후 확률을 이용하여 추정된 변조 심볼에 대한 후 확률을 계산하고, 자원 블록 내의 순시 채널 추정값에 후 확률을 가중하여 평균하는 가중 평균 채널 추정 방법을 사용하여, 데이터 채널을 재추정할 수 있다.

또한, 상기 c-2) 단계는, 상기 가중 합으로 상기 반복 수신 여부를 결정하는 f) 단계에서 제공하는 판정 비트에 대한 후 확률을 이용하여 추정된 심볼에 대한 후 확률을 계산하고 자원 블록 내의 순시 채널 추정값에 후 확률을 가중하여 평균하는 데 있어서, 추정할 데이터 위치의 값을 제외하고 평균하는 수정 가중 평균 채널 추정 방법을 사용할 수 있다.

한편, 상기 수신 신호가 자원 블록으로 주파수축에는 채널 변화가 거의 없고, 시간축에서의 채널 변화를 허용하는 연속된 시간-주파수 자원으로 구성되고 두 개 이상의 파일럿이 삽입되는 특징을 가지는 다중 파일럿 기반 자원 블록 매핑되어 있는 경우, 상기 c-1) 단계는 순시 파일럿 채널 추정값에 여파를 수행하여 데이터 채널을 추정하고, 상기 c-2) 단계는, 파일럿 채널 최소제곱 추정값과 데이터 채널 최소제곱 값을 수신 신호로부터 추정한 변조 심볼을 나누어 순시 데이터 채널 추정값을 얻고, 자원 블록 내의 같은 시간 인덱스의 다른 주파수 인덱스에 대한 순시 채널 추정값을 평균한 뒤, 평균값을 시간축에서 여파하여 채널 추정한다.

이 경우, 상기 c-1) 및 c-2) 단계는 여파기 계수를 신호대 잡음비와 채널 변화율에 따라 설정하고, 상기 신호대 잡음비와 채널 변화율 추정에 따라 사용자 데이터 블록에 대한 여파 계수를 선택하여 여파할 수 있다.

또한, 상기 c-1) 및 c-2) 단계는 순시 파일럿 채널 추정값을 이용하여 신호대 잡음비와 채널 변화율 추정할 수 있다.

본 발명의 다른 특징에 따른 송수신 방법은, 다중 사용자를 지원하는 무선통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식을 이용하는 송수신 방법으로, 여러 개의 직교주파수 분할 다중화 심볼로 구성되는

한 시간 슬롯 구간의 시간-주파수 자원을 송신 주파수 대역 전체에 골고루 분포하는 여러 개의 자원 블록으로 구성되는 다수의 트래픽 채널로 나누는 단계, 각 트래픽 채널에 대하여 파일럿이 적어도 하나 삽입된 연속된 OFDM 심볼의 연속된 부반송파로 구성되는 자원 블록을 최소 단위로 하고, 이러한 자원 블록 기반 자원 매핑에 따라 파일럿을 생성하는 단계, 상기 파일럿 심볼과 채널 부호화 및 변조를 거친 데이터 심볼을 상기 자원 블록 기반 매핑 방법에 따라 시간-주파수 매핑시켜 OFDM 신호를 생성하여 송신하는 단계를 포함하는 송신 과정; 및 수신된 상기 OFDM 신호를 주파수 영역에서 상기 자원 블록 기반 매핑 방법에 따라 처리하여 사용자에게 따라 구분하고, 이를 상기 자원 블록 기반을 토대로 재정렬하는 단계, 각 트래픽 채널마다 파일럿과 복호 후의 데이터 기준값을 이용하여 반복 채널 추정, 복조 및 복호를 수행하는 단계를 포함하는 수신 과정을 포함한다.

결국, 본 발명에 따르면, OFDMA 방식을 사용하는 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 자원 할당 방법 및 채널 추정 방법 제공하기 위해서, 상향 링크에서 각 사용자의 패킷 전송을 위해 주파수축과 시간축으로 상관도가 큰 자원 블록 단위로 데이터를 할당하고, 자원 블록 안에 적어도 하나의 파일럿을 두어, 초기에는 파일럿을 이용하여 자원 블록의 채널을 추정하고, 채널 복호 후에는 채널 복호 데이터를 함께 이용함으로써, 사용자마다 채널을 추정해야 하는 상향 링크에서 적은 파일럿을 이용하고 파일럿 전력 부스팅 없이 채널 추정 성능을 향상시킬 수 있다.

아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 방법에서, 여러 사용자에게 시간-주파수 자원을 할당하는 일례를 나타낸 도면이다.

하나의 OFDM 심볼 내의 하나의 부반송파는 OFDM 신호를 구성하는 최소의 시간-주파수 자원(101)을 구비한다. 사용자 데이터 블록의 전송을 위한 자원 할당의 최소 단위는 독립적인 채널 추정이 가능하도록 독립적인 채널 추정이 가능하도록 적어도 하나의 파일럿이 삽입되는 연속된 R_t 개의 OFDM 심볼 내의 연속된 R_f 개의 부반송파, 즉, 총 $R_t \times R_f$ 개의 시간-주파수 자원으로 이루어진 자원 블록(102)이 된다.

사용자 각각은 데이터 전송을 위해 주파수 대역 전체에 골고루 분포하는 여러 개의 자원 블록(110, 120, 130)으로 구성된 데이터 채널을 할당받는다. 이렇게 사용자마다 주파수 대역 전체에 분포하는 자원 블록(110, 120, 130)을 할당함으로써 주파수 다양성을 얻고, 인접 셀에서는 데이터 채널에 할당하는 자원 블록의 시간, 주파수 인덱스를 다르게 둬으로써 셀간 간섭을 어느 정도 평균화할 수 있다.

그러나 이러한 자원 블록(110, 120, 130)이 커지면 채널 추정이 용이한 반면, 셀간 간섭 평균화 성능이 떨어지므로 상기 자원 블록(110, 120, 130)의 크기는 최소화하는 것이 바람직하다.

도 2a는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 방법에서, 단일 파일럿 기반 자원 블록을 사용하는 일례를 나타낸 도면이다.

예를 들어, R_t 와 R_f 가 각각 3과 2로 총 6개의 자원으로 이루어지며, 파일럿(211)이 하나 삽입된 단일 파일럿 기반 자원 블록(210)은 상기 자원 블록 내의 채널 변화가 거의 없을 때 바람직한 구성으로, 초기 채널 추정을 돕기 위한 하나의 파일럿(211)을 가능하면 상기 자원 블록(210)의 가운데에 위치하도록 매핑시키고, 남은 영역에는 데이터(212)를 매핑한다. 이때, 채널 내의 변화가 거의 없기 위한 R_t 와 R_f 는 다음의 수학적 식 1을 만족하는 값으로 선택하는 것이 바람직하다.

수학적 식 1

$$f_D T_s R_t \ll 1/2, \tau_{\max} \Delta f R_f \ll 1/2$$

여기서, f_D 는 채널의 최대 도플러 주파수, T_s 는 OFDM 심볼 구간, τ_{\max} 는 채널의 최대 지연 시간, 그리고 Δf 는 부반송파 채널 간격이다.

도 2b는 본 발명의 다른 하나의 특징에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 송수신 방법에서, 다중 파일럿 기반 자원 블록 매핑의 일례로 파일럿이 두 개 삽입된 자원 블록의 구성을 나타낸 도면이다.

특정한 시스템 환경에서는 채널 변화가 거의 없는 자원 블록 크기가 너무 작을 수 있고, 이에 의한 파일럿 오버헤드(overhead)가 20% 이상이 되면, 전송 효율이 크게 떨어진다. 이러한 경우는 시간축으로의 채널 변화를 허용하고, 시간축으로 두 개 이상의 파일럿(221)을 삽입한 자원 블록(220)을 형성한다. 상기 파일럿 오버헤드를 줄이는 자원 블록 매핑의 한 일례는 자원 블록의 양 끝 쪽으로 파일럿 간격의 1/2까지 데이터(222)를 매핑하는 것이다. 이때, 파일럿(221)은 같은 주파수 위치를 선택하고 두 파일럿(221) 사이의 시간 간격 P는 다음의 수학적 식 2를 만족하는 값으로 선택하는 것이 바람직하다.

수학적 식 2

$$f_D T_s P < 1/2$$

한편, 본 발명의 또 다른 특징은 파일럿 송신 전력과 데이터 송신 전력을 같게 함으로써, 파일럿 부스팅(boosting)에 의한 오버헤드 및 셀간 간섭을 줄이는 것이다. 이때, 파일럿 송신 전력을 부스팅하지 않음으로써 일어나는 채널 추정 성능 저하는 본 발명의 수신 방법에서 반복적인 채널 추정과 복조 및 채널 복호로 극복하게 되며, 후술하기로 한다.

다음에는 이러한 특징을 토대로 하여, 본 발명의 실시 예에 따른 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 장치의 구조 및 그 동작에 대하여 상세히 설명한다.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 장치의 구조를 나타낸 도이다.

첨부한 도 3에 도시되어 있듯이, 먼저, 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송신 장치(310)는 채널 부호기(311), 심볼 매핑(312), 파일럿 심볼 발생기(313), 자원 블록 기반 시간-주파수 매핑(314), 및 OFDM 변조기(315)를 포함한다.

여기서, 송신 장치(310)의 채널 부호기(311)는 사용자 데이터 블록을 채널 부호화하며, 심볼 매핑(312)는 상기 채널 부호기(311)에서 부호화된 데이터를 변조 심볼로 매핑하게 된다.

상기 파일럿 심볼 발생기(313)는 적어도 하나의 파일럿과 다중 데이터로 구성된 자원 블록 기반 자원 매핑에 따라 데이터 송신 전력과 같은 세기의 파일럿을 생성하며, 또한, 자원 블록 기반 시간-주파수 매핑(314)는 자원 블록 기반 매핑 방법에 따라 상기 심볼 매핑(312) 출력의 사용자 데이터 심볼과 상기 파일럿 심볼 발생기(313)에서 생성한 파일럿 심볼을 해당 데이터 채널에 할당된 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑하게 된다. 그리고 OFDM 변조기(315)는 상기 자원 블록 기반 시간-주파수 매핑(314)에서 매핑된 출력에 따라 OFDM 신호를 생성한다.

한편, 위에 기술된 바와 같은 구조로 이루어지는 송신 장치(310)로부터 전송되는 신호를 수신하는 수신 장치(320)는 OFDM 복조기(321), 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑(322), 채널 추정기(323), 복조기(324) 및 채널 복호기(325)를 포함한다.

상기 OFDM 복조기(321)는 각 안테나 별로 수신된 OFDM 수신 신호를 주파수 영역 수신 신호로 바꾸어 출력하고, 상기 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑(322)는 각 사용자마다 상기 송신 장치(310)에 사용한 자원 매핑 방법에 따라 주파수 영역 수신 신호를 사용자에 따라 분리하고 자원 블록 기반으로 재정렬한다.

그리고 채널 추정기(323)는 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑(322)의 출력으로 자원 블록 단위의 채널 추정을 수행하고, 첫 번째 반복 시에 OFDM 복조기(321)에서 출력되는 주파수 영역의 파일럿 수신 신호를 파일럿으로 나는 순시 파일럿 채널 추정값으로만 해당 자원 블록의 채널을 추정하고, 두 번째 반복 이후에는 자원 블록 내의 순시 파일럿 채널 추정값과 채널 복호 판정 비트로 추정한 송신 심볼을 기준값으로 얻은 순시 데이터 채널 추정값을 모두 이용하여 해당 자원 블록의 채널을 다시 추정한다.

상기 복조기(324)는 채널 추정기(323)에서 추정한 채널을 사용하여 코히어런트하게 채널 복호 입력 메트릭, 예를 들어, 유클리디안 거리 또는 로그 우도비(log-likelihood ratio)를 계산하며, 그리고 상기 채널 복호기(325)는 상기 복조기(324)에서 계산한 메트릭으로 상기 채널 부호기(311)에서 사용한 방법에 따라 채널 복호를 수행한다.

이러한 수신 장치(320)에서 채널 추정기(323)와 복조기(324), 채널 복호기(325) 동작의 반복은 반복 횟수가 최대 반복 횟수에 도달하거나, 상기 채널 복호기(325)의 복호 중지 조건이 있을 경우에, 복호 중지 조건을 만족할 때까지 반복하도록 한다.

한편, 위에 기술된 바와 같은 구조로 이루어지는 본 발명의 실시 예에 따른 수신 장치에서, 채널 추정기(323)는 단일 파일럿 기반 자원 블록 매핑 방법 또는 다중 파일럿 기반 자원 블록 매핑 방법을 사용하느냐에 따라 구조가 달라진다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 장치에서, 단일 파일럿 기반 자원 블록 매핑 방법을 사용하여 신호를 송신한 경우의 채널 추정기의 구조를 나타낸 도이다.

단일 파일럿 기반 자원 블록 매핑 방법에 대한 채널 추정기(410)는 도 4에 도시되어 있듯이, 순시 파일럿 채널 추정기(411), 기준값 발생기(412), 순시 데이터 채널 추정기(413) 및 가중 합 계산기(414)로 구성된다.

상기 순시 파일럿 채널 추정기(411)는 수신 신호로부터 파일럿 심볼을 나누어 순시 파일럿 채널 추정값을 제공하며, 그리고 기준값 발생기(412)는 채널 복호기(430)로부터 출력되는 복호 비트로부터 송신 변조 심볼로 추정한다.

상기 순시 데이터 채널 추정기(413)는 수신 신호를 상기 기준값 발생기(412) 출력으로 나누어 순시 데이터 채널 추정값을 제공하며, 가중 합 계산기(414)는 첫 번째 반복에서는 순시 파일럿 채널 추정값을 데이터 채널값으로 복조기(430)로 전달하고, 두 번째 반복부터는 복호 이후의 반복 채널 추정 단계에서 상기 파일럿과 순시 데이터 채널 추정값을 다음에 기술되는 수학적 5 내지 수학적 8 중의 어느 한 가지 방법으로 계산하여 채널을 추정한다. 여기서, 후술할 수학적 7 또는 수학적 8의 방법으로 가중 합을 계산할 경우, 상기 채널 추정기(410)에 채널 복호기(420)로부터 출력되는 복호 비트로부터 추정된 변조 심볼에 대한 후-확률을 이용하게 된다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 장치에서, 다중 파일럿 기반 자원 블록 매핑 방법을 사용하여 신호를 송신한 경우의 채널 추정기의 구조를 나타낸 도이다.

다중 파일럿 기반 자원 블록 매핑 방법에 대한 채널 추정기(510)는 도 5에 도시되어 있듯이, 순시 파일럿 채널 추정기(511), 신호대 잡음비 추정기(512), 채널 변화율 추정기(513), 여파기 계수 메모리 및 선택기(514), 기준값 발생기(515), 순시 데이터 채널 추정기(516) 및 자원 블록 기반 여파기(517)를 포함한다.

상기 순시 파일럿 채널 추정기(511)는 주파수 영역의 파일럿 수신 신호로부터 파일럿 심볼을 나누어 순시 파일럿 채널 추정값을 제공하고, 그리고 신호대 잡음비 추정기(512)는 해당 수신 데이터 채널에 있는 모든 파일럿 위치에서의 순시 파일럿 채널 추정값으로부터 수신 신호 전력 세기를 추정하고 기추정된 잡음 분산을 이용하여 신호대 잡음비를 추정하게 된다.

상기 채널 변화율 추정기(513)는 같은 주파수에 전송되는 파일럿들의 시간축 상관도를 추정함으로써 채널 변화율을 추정하며, 그리고 여파기 계수 메모리 및 선택기(514)는 신호대 잡음비 및 채널 변화율에 따라 여파기 계수 집합이 저장되어 있고 신호대 잡음비 추정값과 채널 변화율 추정값으로부터 여파기 계수를 선택한다.

상기 기준값 발생기(515)는 채널 복호기(530)의 판정 비트로 송신 심볼을 추정하며, 또한, 순시 데이터 채널 추정기(516)는 상기 기준값 발생기(515)의 출력으로부터 순시 데이터 채널 추정값을 생성한다.

상기 자원 블록 기반 여파기(517)는 첫 번째 반복에서는 상기 순시 파일럿 채널 추정기(511)의 출력을 상기 여파 계수 메모리 및 선택기(514)에 제공하는 파일럿 기반 여파 계수값으로 자원 블록 단위로 여파하고, 두 번째 반복 이후에는 순시 파일럿 채널 추정기(511)와 순시 데이터 채널 추정기(512)의 출력을 먼저 자원 블록 내의 같은 시간에 해당하는 값을 평균하고, 평균한 출력을 상기 여파 계수 메모리 및 선택기(514)에서 제공하는 파일럿 및 데이터 기반 여파 계수로 자원 블록 단위로 여파하여 복조기(520)에 제공한다.

다음에는 이러한 구조를 토대로 하여 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 방법에 대하여 설명한다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 방법의 순서도를 보인 것으로, 도 6a는 송신 방법(S610)을 나타내며, 도 6b는 수신 방법(S620)을 각각 순차적으로 나타낸다.

먼저, 송신 방법(S610)에서, 채널 부호기(311)는 사용자 데이터 블록을 채널 부호화하여 부호어를 출력하고(S611), 심볼 매핑(312)는 채널 부호화 출력을 변조 심볼로 매핑한다(S612). 다음, 파일럿 심볼 발생기(313)는 단일 파일럿 기반 자원 블록 또는 다중 파일럿 기반 자원 매핑 방법에 따라 데이터 송신 전력과 같은 세기의 파일럿을 생성한다(S613). 그리고 자원 블록 기반 시간-주파수 매핑(314)는 자원 매핑 방법에 따라 사용자 데이터 및 파일럿을 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑한다(S614).

이후, 상기 매핑 출력에 대하여 OFDM 변조기(315)는 IFFT 및 보호구간 삽입 등의 처리를 수행하여 OFDM 신호를 생성하여 수신 장치(320)로 전송한다(S615).

도 6b를 참조하여, 수신 방법(S620)에서는, 먼저, 수신 장치(320)의 OFDM 복조기(321)가 각 안테나 별로 수신된 OFDM 수신 신호를 보호구간 제거 및 FFT 변환을 통해 주파수 영역 수신 신호로 바꾸는 OFDM 복조를 수행한다(S621).

다음으로, 각 사용자마다 전송한 송신 단계(S610)에 사용한 자원 매핑 방법에 따라, 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑(322)가 주파수 영역 수신 신호를 사용자에 따라 분리하고, 자원 블록 기반으로 재정렬하는 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑을 수행한다(S622).

이후, 채널 추정기(323)가, 상기 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑 단계(S622)의 출력을 토대로 상기 자원 블록을 단위로 하여 채널 추정을 수행한다(S623).

다음, 복조기(324)가 상기 채널 추정 단계(S623)에서의 채널 추정 결과로부터 코히어런트하게 채널 복호 입력 메트릭, 예를 들어, 유클리디안 거리 또는 로그 우도비(log-likelihood ratio)를 생성하는 복조를 수행한다(S624). 그리고 채널 복호기(325)는 상기 입력 메트릭으로 채널 부호화 방법에 따른 채널 복호를 수행한다(S625).

한편, 채널 추정기(323)는 채널 복호기(325)에서 제공하는 복호 정지 조건을 만족하지 않거나 반복 횟수가 최대 반복 횟수보다 작을 경우, 반복 수신 여부를 결정한다(S626). 여기서, 상기 채널 추정 단계(S623)는 첫 번째 반복 시에 자원 블록 내의 순시 파일럿 채널 추정값만으로 해당 자원 블록의 채널을 초기 추정하는 단계(S623a), 및 두 번째 반복 이후에는 상기 자원 블록 내의 순시 파일럿 채널 추정값과 채널 복호 판정 비트로 계산하는 순시 데이터 채널 추정값 및 부가 정보를 이용하여 자원 블록 내의 각 데이터 채널을 다시 추정하는 재순화(refining) 채널 추정 단계(S623b)로 이루어진다.

상기 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑 단계(S622)에서, 상기 디매핑 이후 검출할 사용자 데이터 블록에 대한 수신 신호는 다음과 같은 수학적 식 3으로 나타낼 수 있다.

수학적 식 3

$$\mathbf{r}(n,l) = \mathbf{h}(n,l)x(n,l) + \mathbf{w}(n,l)$$

여기서, n 은 시간축 인덱스, l 은 주파수축 인덱스, $\mathbf{r}(n,l) = [r_1(n,l) \ r_2(n,l) \ \dots \ r_M(n,l)]^T$ 은 M개의 수신 안테나로 수신된 벡터, $\mathbf{h}(n,l) = [h_1(n,l) \ h_2(n,l) \ \dots \ h_M(n,l)]^T$ 은 수신 안테나별 주파수 채널 응답, $x(n,l)$ 은 해당 위치에 송신된 데이터 또는 파일럿 심볼, 그리고 $\mathbf{w}(n,l) = [w_1(n,l) \ w_2(n,l) \ \dots \ w_M(n,l)]^T$ 은 수신 안테나별 배경 잡음이다.

한편, 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 방법에서, 어떠한 자원 블록 매핑 방법을 사용하였는지에 따라 채널 추정 방법이 다르게 수행된다.

다음에는 단일 파일럿 기반 자원 블록 매핑을 사용할 때의 채널 추정 단계(S623)의 채널 추정 방법에 대하여 설명한다.

먼저, 상기 채널 추정 단계(S623)의 초기 채널 추정 단계(S623a)에서의 채널 추정 방법은, 자원 블록의 파일럿 위치 (n_p, l_p) 에서 수학적 식 4로 나타나는 최소제곱 추정(least square estimation)에 의한 순시 파일럿 채널 추정값 $\hat{\mathbf{h}}(n_p, l_p)$ 으로 데이터 채널을 추정하는 것이다.

수학적 식 4

$$\hat{\mathbf{h}}(n,l) = \tilde{\mathbf{h}}(n_p, l_p) = \frac{\mathbf{r}(n_p, l_p)}{x(n_p, l_p)}$$

그리고 상기 채널 추정 단계(S623)의 재순화 채널 추정 단계(S623b)의 채널 추정 방법은, 전술한 채널 복호 단계(S626)에서 제공하는 채널 복호 후의 판정 비트 $\{\hat{b}_k\}$ 로 송신 변조 심볼 $\{\hat{x}(n,l)\}$ 을 추정하고, 이를 이용하여 자원 블록 내의 순시 데이터 채널 추정값을 최소제곱 추정으로 구하게 되는데, 다시 말하면 이러한 추정 방법은 각 데이터 채널 추정값을 수학적식 5와 같이 파일럿 채널 추정값을 포함한 자원 블록 내의 순시 채널 추정값을 평균한 값으로 추정하는 평균 채널 추정 방법이다.

수학적식 5

$$\hat{\mathbf{h}}_{avg}(n,l) = \frac{1}{|I_{RB}|} \sum_{(n',l') \in I_{RB}} \tilde{\mathbf{h}}(n',l')$$

$$\tilde{\mathbf{h}}(n,l) = \mathbf{r}(n,l) / \hat{x}(n,l), (n,l) \in I_{RB}$$

여기서, I_{RB} 는 채널을 추정하려는 자원 블록을 구성하는 시간 주파수 인덱스 집합이고, $|I_{RB}| = R_f R_f$ 는 집합 I_{RB} 의 원소 수를 나타내며, 이때, 파일럿 위치에서는 $\hat{x}(n_p, l_p) = x(n_p, x_p)$ 가 된다. 이와 같이 채널 복호 후 판정 비트를 이용하여 순시 데이터 채널 추정값을 얻어 잘못된 판정이 일어날 확률을 줄이고, 자원 블록 내의 파일럿과 순시 데이터 채널 추정값을 평균함으로써, 파일럿만으로 채널 추정된 것보다 채널 추정 오류를 줄일 수 있게 된다. 따라서 파일럿 송신 전력의 부스팅 없이 파일럿 송신 전력을 데이터 송신 전력보다 보다 세계 전송한 효과를 얻을 수 있다.

여기서, 전술한 재순화 채널 추정 단계(S623b)에서 상기 자원 블록 내의 채널을 추정하는 또 다른 방법으로서 자원 블록 내 순시 채널 추정값을 평균할 때 추정하고자 하는 데이터 위치에 대한 순시 채널 추정값을 제외시키는 수학적식 6으로 나타나는 수정된 평균 채널 추정 방법을 사용할 수 있다.

수학적식 6

$$\hat{\mathbf{h}}_{mavg}(n,l) = \frac{1}{(|I_{RB}| - 1)} \sum_{(n',l') \in I_{RB} \setminus \{(n,l)\}} \tilde{\mathbf{h}}(n',l')$$

여기서, $I_{RB} \setminus \{(n,l)\}$ 는 집합 I_{RB} 에서 원소 (n,l) 를 뺀 집합을 나타낸다. 상기 수학적식 5의 평균 채널 추정 방법은 자원 블록마다 동일한 채널 추정값을 공유하므로 비교적 복잡도가 적은 반면에, 재추정된 데이터 채널 추정값에 현재 복조할 데이터에 대한 이전 복호 판정 결과가 도입됨으로써, 이전의 채널 복호 오류 결과가 다음 단계의 채널 추정, 복조 및 복호 결과에 영향을 미치는 오류 전파(error propagation) 현상이 발생할 수 있다. 따라서 수학적식 6과 같이, 데이터 위치마다 다른 값을 제공하는 수정된 평균 채널 추정 방법은 복잡도를 증가시키는 대신에 오류 전파의 영향을 감소시킬 수 있다.

한편, 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 방법에 있어서, 전술한 재순화 채널 추정 방법과는 달리, 단일 파일럿 기반 자원 블록 매핑을 사용하고 전술한 채널 복호 단계(S626)에서 채널 복호 후의 판정 비트 $\{\hat{b}_k\}$ 에 대한 후-확률(a posteriori probability) $\{p(\hat{b}_k)\}$ 을 제공할 경우의 재순화 채널 추정 방법이 있다.

이러한 후-확률을 이용한 재순화 채널 추정 방법은 상기 후-확률을 데이터 추정의 신뢰도로써 이용하는 가중 평균 채널 추정 방법으로서, 상기 가중 평균 채널 추정 방법은 복호 후 비트 확률값으로부터 데이터 심볼 추정값에 대한 후-확률 $\{p(\hat{x}(n,l))\}$ 을 계산하고, 데이터 위치에서의 채널 추정에 대한 신뢰도로써 상기 순시 채널 추정값에 곱하여 평균하는 것으로 수학적식 7로 나타낼 수 있다.

수학적식 7

$$\hat{\mathbf{h}}_{wavg}(n,l) = \frac{1}{\sum_{(n',l') \in I_{RB}} p(\hat{x}(n',l'))} \sum_{(n',l') \in I_{RB}} p(\hat{x}(n',l')) \tilde{\mathbf{h}}(n',l')$$

여기서, 파일럿 위치에서는 파일럿 심볼을 이미 알고 있기 때문에 파일럿 채널 추정에 대한 신뢰도는 항상 1이다. 이렇게 복호 후의 확률값을 가중하면 잘못 추정될 확률이 높은 데이터 심볼에 의한 채널 추정 오류를 줄일 수 있다. 이러한 채널 추정 방식을 쉽게 적용할 수 있는 채널 부호 방식에는 터보 부호, 저밀도 패리티 검사 부호의 복호기 등이 있다.

여기서, 전술한 가중 평균 채널 추정 방법에서 오류 전파를 방지하기 위해 수학식 8로 나타나는 수정된 평균 채널 추정 방법을 사용할 수 있다.

수학식 8

$$\hat{\mathbf{h}}_{mavg}(n, l) = \frac{1}{\sum_{(n', l') \in I_{RB}(n, l)} p(\hat{x}(n', l'))} \sum_{(n', l') \in I_{RB}(n, l)} p(\hat{x}(n', l')) \tilde{\mathbf{h}}(n', l')$$

다음에는 본 발명의 실시 예에 따른 상향 링크에서의 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 방법에 있어서, 다중 파일럿 기반 자원 블록 매핑을 사용할 때, 채널 추정 단계(S623)의 채널 추정 방법에 대하여 설명한다.

이 경우, 전술한 채널 추정 단계(S623)의 초기 채널 추정 방법(S623a)은 수학식 9와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$\hat{\mathbf{h}}_{filter}(n, l) = \sum_{n' \in I_p} \mathbf{g}_{n'}^{Pilot}(n) \tilde{\mathbf{h}}(n', l')$$

여기서, I_p 는 자원 블록 내의 파일럿의 시간 인덱스 집합이며, $\mathbf{g}_{n'}^{Pilot}(n)$ 은 순시 파일럿 채널 추정값만을 이용할 때의 smoothing filter 값이다.

또한, 전술한 채널 추정 단계(S623)의 재순화 채널 추정 방법(S623b)은 수학식 10과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 10

$$\hat{\mathbf{h}}_{filter}(n, l) = \sum_{n \in I_{RB}} \mathbf{g}_{n'}(n) \left[\frac{1}{R_f} \sum_{l' \in I_{RB}} \tilde{\mathbf{h}}(n', l') \right]$$

여기서, I_{RB} 은 자원 블록 내 자원의 시간 인덱스 집합, I_{RB} 은 자원 블록 내 자원의 주파수 인덱스 집합, $\mathbf{g}_{n'}(n)$ 은 자원 블록 내의 파일럿과 순시 데이터 채널 추정값을 모두 이용할 때의 가중값이다.

본 발명에 따른 실시 예에서의 자원 블록의 크기는 주파수축에서의 채널 변화가 거의 없도록 선정하였으므로, 주파수축으로는 평균을 수행하고 시간축에서는 시간 변화에 의한 영향을 고려해 주는 smoothing filter를 사용하였다. 따라서 여파기 계수는 데이터 위치의 주파수 값에는 의존하지 않고, 추정할 채널의 시간 위치에 따라서만 바뀐다. 이러한 가중값은 몇 가지 전형적인 채널 변화율과 신호대 잡음비(SNR) 값에 대하여, 그에 알맞은 가중값을 미리 찾아 저장한 뒤, 채널 변화율과 신호대 잡음비(SNR)의 범위에 따라 해당 가중값을 찾아 선택한다. 본 발명에 따른 실시 예에서, 상기 가중값은 신호대 잡음비가 낮거나 채널 변화가 적을 때는 자원 블록 내의 사용 가능한 순시 채널 추정값을 평균하는 특성을 갖고, 상기 신호대 잡음비가 높거나 채널 변화가 클 때는 자원 블록 내의 사용 가능한 순시 채널 추정값으로 채널 변화 모양을 양호하게 추정할 수 있는 모양을 갖는다.

상기 채널 추정 단계(S623)에서 가중값 $\mathbf{g}_{n'}^{Pilot}(n)$, $\mathbf{g}_{n'}(n)$ 를 선택하는 하나의 방법으로서 선형 최소 평균 제곱 오류(linear minimum mean square error) 추정 방법을 사용할 수 있다. 또한, 여파기 계수 $\mathbf{g}_{n'}^{Pilot}(n)$, $\mathbf{g}_{n'}(n)$ 를 선택하는 다른 한 방법은 도플러 주파수에 따라 저대역 여파 기능(lowpass filtering)을 수행하는 FIR(finite impulse response) 여파기를 설계하는 것이다.

즉, 몇 가지 전형적인 도플러 주파수에 대한 FIR 여파기 계수를 얻고, 신호대 잡음비 및 채널 변화율에 따라 가장 잘 동작하는 여파기 계수를 선택하여 저장한 다음, 채널 추정 시 신호대 잡음비와 채널 변화율 추정값에 따라 알맞은 여파기 계수를 선택하여 사용할 수 있다. 전술한 선형 최소 평균 제곱 오류 추정에 의한 여파기 계수 선택은 채널의 자기 상관 함수에 대한 가정이 필요한 반면, 이 방법은 채널의 자기 상관 함수에 대한 정보 없이 사용할 수 있다.

또한, 상기 가중값 선택을 위한 채널 변화율 추정은 순시 파일럿 채널 추정값을 이용하여 파일럿 위치 간의 상관도를 이용하여 추정할 수 있고, 한 가지 일례로 수학식 11과 같이 추정할 수도 있다.

수학식 11

$$\overline{E\{h_m(n, l)h_m(n+P, l)^*\}} = \text{Re} \left\{ \frac{\frac{1}{|F_p|(|T_p|-1)M} \sum_{k \in F_p} \sum_{n \in T_p'} \sum_{m=1}^M \tilde{h}_m(n, l) \tilde{h}_m(n+P, l)^*}{\frac{1}{|F_p| \|T_p\| M} \sum_{k \in F_p} \sum_{n \in T_p} \sum_{m=1}^M |\tilde{h}_m(n, l)|^2 - \hat{\sigma}_w^2} \right\}$$

여기서, $\text{Re}\{x\}$ 는 x 의 실수, F_p 는 사용자 데이터 블록에 할당된 모든 자원 블록에 대한 파일럿이 위치한 주파수 인덱스이고, T_p' 은 T_p 에서 마지막 파일럿 위치의 시간 인덱스를 뺀 집합이며, $\hat{\sigma}_w^2 = \overline{E\{w_m(n, k)w_m(n, k)^*\}}$ 는 배경 잡음 분산 추정값이다. 여기서, 배경 잡음 분산 추정은 초기 시스템을 가동할 때 추정하거나, 타이밍이나 주파수 오프셋 추정 등의 목적을 위해 추가적으로 할당되는 프리앰블을 이용하거나, 데이터가 전송되지 않는 부반송파에서의 수신 신호를 이용하여 추정할 수 있으며, 이와 관련된 특정 방법에 대하여 본 발명에서 상세한 설명은 생략한다.

상기 수학식 11로 추정된 채널 변화율은 채널의 자기 상관 함수를 추정하는 것으로 채널 변화가 작을 때는 1에 가까운 값을 가지며, 채널 변화율이 클 때는 1보다 더 작은 값을 갖는다.

또한, 상기 가중값 선택을 위한 신호대 잡음비 추정은 파일럿을 이용하여 수학식 12로 추정할 수 있다.

수학식 12

$$\widehat{SNR} = \frac{\left[\frac{1}{|F_p| \|T_p\| M} \sum_{k \in F_p} \sum_{n \in T_p} \sum_{m=1}^M |\tilde{h}_m(n, k)|^2 - \hat{\sigma}_w^2 \right]}{\hat{\sigma}_w^2}$$

여기서, 분자는 전술한 채널 변화율 추정식인 수학식 11의 경우와 동일하므로 함께 이용할 수도 있다.

이러한 본 발명에 따르면, 상향 링크에서 OFDMA를 적용할 때 채널 추정의 어려움을 극복하고 코히어런트 검출을 가능하게 하기 위하여, 파일럿이 적어도 하나 삽입된 연속된 OFDM 심볼의 연속된 부반송파로 구성된 최소한의 자원 블록을 최소 단위로 자원을 할당하고, 자원 블록 단위로 채널 추정을 수행하며, 파일럿뿐만 아니라 복호 후의 데이터 기준값을 이용한 반복 채널 추정 및 복조, 채널 복호를 수행하는 OFDMA 송수신 방법 및 그 장치를 제공함으로써, 파일럿 송신 전력의 부스팅(boosting) 없이 채널 추정 성능을 향상시킬 수 있다.

위에서 발명을 설명하였지만, 이러한 실시 예는 이 발명을 제한하려는 것이 아니라 예시하려는 것이다. 이 발명이 속하는 분야의 숙련자에게는 이 발명의 기술 사항을 벗어남이 없어 위 실시 예에 대한 다양한 변화나 변경 또는 조절이 가능함이 자명할 것이다. 그러므로 본 발명의 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 한정될 것이며, 위와 같은 변화예나 변경예 또는 조절예를 모두 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

발명의 효과

이상에서와 같이, 본 발명에 따르면, 다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크를 위한 직교주파수 분할 다중 접속 송수신 방법에서, 주파수 다양성을 얻거나 셀간 간섭을 평균화하면서 파일럿 전력의 부스팅 없이 채널 추정 성능을 향상시킬 수 있다.

또한, 파일럿 전력의 부스팅 없이 코히어런트 검출을 가능하게 함으로써, 파일럿 오버 헤드 및 파일럿 부스팅으로 인한 셀간 간섭을 줄이며, 또한, 고차의 변조 방식을 적용하기 용이하도록 하여 데이터 전송 효율을 높일 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 (coherent) 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속(OFDMA) 방식의 송신 장치에 있어서,

사용자 데이터 블록을 채널 부호화하는 채널 부호기;

상기 채널 부호기에서 부호화된 데이터를 변조 심볼로 매핑하는 심볼 매퍼;

적어도 하나의 파일럿과 다중 데이터로 구성된 자원 블록 기반 자원 매핑에 따라 데이터 송신 전력과 동일한 세기를 가지는 파일럿 심볼을 생성하는 파일럿 심볼 발생기;

자원 블록 기반 주파수 도약 방법에 따라 상기 심볼 매퍼 출력의 사용자 데이터 심볼과 상기 파일럿 발생기에서 생성한 파일럿 심볼을 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑하는 자원 블록 기반 시간-주파수 매퍼; 및

상기 자원 블록 기반 시간-주파수 매퍼에서 매핑된 출력으로 OFDM 신호를 생성하는 OFDM 변조기

를 포함하고,

상기 송신 장치는 상기 동일한 전력을 가지는 데이터 심볼과 파일럿 심볼이 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑된 OFDM 신호를 수신 장치로 송신하여, 상기 수신 장치에서 반복 수신되는 상기 OFDM 신호를 토대로 채널 추정을 수행하도록 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송신 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서

상기 자원 블록 기반 매핑은 단일 파일럿 기반 자원 블록 매핑 방법 또는 다중 파일럿 기반 자원 매핑 방법을 사용하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송신 장치.

청구항 3.

다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 장치에 있어서,

각 안테나 별로 수신된 OFDM 수신 신호--상기 OFDM 신호는 동일한 전력을 가지는 데이터 심볼과 파일럿 심볼이 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑되어 있는 신호임--를 주파수 영역 수신 신호로 바꾸는 OFDM 복조기;

상기 OFDM 복조기 출력을 각 사용자마다 자원 매핑 방법에 따라 주파수 영역 수신 신호를 사용자에게 따라 분리하고, 자원 블록 기반으로 재정렬하는 자원 블록 기반 시간-주파수 디매퍼;

상기 자원 블록 기반 시간-주파수 디매퍼의 출력을 토대로 자원 블록 단위로 채널 추정을 수행하는 채널 추정기;

상기 채널 추정기에서 추정된 채널을 사용하여 코히어런트하게 채널 복호 입력 메트릭을 계산하는 복조기; 및

상기 복조기에서 계산한 메트릭으로 채널 부호화 방식에 따라 채널 복호를 수행하는 채널 복호기

를 포함하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 장치.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 채널 추정기는, 첫 번째 반복 시에 상기 OFDM 복조기에서 출력되는 주파수 영역의 파일럿 수신 신호를 파일럿으로 나눈 순시 파일럿 채널 추정값으로만 해당 자원 블록의 채널을 추정하고, 두 번째 반복 이후에는 자원 블록 내의 상기 초기 채널 추정기의 순시 파일럿 채널 추정값과 채널 복호 판정 비트로 추정된 송신 심볼을 기준값으로 얻은 순시 데이터 채널 추정값을 모두 이용하여 해당 자원 블록의 채널을 다시 추정하는 것을 특징으로 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 장치.

청구항 5.

제3항에 있어서,

상기 채널 복호 입력 메트릭은 유클리디안 거리 또는 로그 우도비(log-likelihood ratio)인 것을 특징으로 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 장치.

청구항 6.

제3항에 있어서,

상기 파일럿이 자원 블록 가운데에 삽입되는 단일 파일럿 자원 블록을 사용하는 경우, 상기 채널 추정기는,

순시 파일럿 채널 추정값을 구하는 순시 파일럿 채널 추정값 발생기;

상기 채널 복호기 출력 비트로부터 송신 심볼을 추정하는 심볼 매퍼;

상기 심볼 매퍼 출력을 이용하여 순시 데이터 채널 추정값을 구하는 순시 데이터 채널 추정기;

상기 순시 파일럿 채널 추정기와 순시 데이터 채널 추정기 출력으로부터 채널 추정 방식에 따른 자원 블록 내의 가중 합을 계산하는 가중 합 계산기

를 포함하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 장치.

청구항 7.

제6항에 있어서,

상기 가중 합 계산기의 채널 추정 방식은 평균 채널 추정 방식, 가중 평균 채널 추정 방식, 수정된 평균 채널 추정 방식 및 수정된 평균 채널 추정 방식으로 이루어지는 일군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 장치.

청구항 8.

제3항에 있어서,

다중 파일럿을 삽입한 자원 블록을 사용할 경우, 상기 채널 추정기는,

순시 파일럿 채널 추정값을 구하는 순시 파일럿 채널 추정기;

상기 순시 파일럿 채널 추정값에 따른 신호대 잡음비를 추정하는 신호대 잡음비 추정기;

상기 순시 파일럿 채널 추정값과 상기 신호대 잡음비 추정기에서 측정한 신호 세기로 채널 변화율을 추정하는 채널 변화율 추정기;

상기 신호대 잡음비 추정기의 출력과 상기 채널 변화율 추정기의 출력으로부터 미리 신호대 잡음비 및 채널 변화율 수준에 따른 여파 계수를 구하여 저장 및 선택하는 여파 계수 메모리 및 선택기;

상기 채널 복호기 판정 비트로 송신 심볼을 추정하는 기준값 발생기;

상기 기준값 발생기 출력으로부터 순시 데이터 채널 추정값을 생성하는 순시 데이터 채널 추정기; 및

상기 여파 계수 메모리 및 선택기에 제공하는 파일럿 기반 여파 계수값에 따라 자원 블록 단위로 여파하는 자원 블록 기반 여파기

를 포함하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 자원 블록 기반 여파기는, 첫 번째 반복에서는 상기 순시 파일럿 채널 추정기 출력을 상기 여파 계수 메모리 및 선택기에 제공하는 파일럿 기반 여파 계수값으로 자원 블록 단위로 여파하고, 두 번째 반복 이후에는 상기 순시 파일럿 채널 추정기와 상기 순시 데이터 채널 추정기의 출력을 먼저 자원 블록 내의 같은 시간에 해당하는 값을 평균하고, 평균한 출력을 상기 여파 계수 메모리 및 선택기에서 제공하는 파일럿 및 데이터 기반 여파 계수로 여파하는 것을 특징으로 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 장치.

청구항 10.

다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송신 방법에 있어서,

- a) 사용자 데이터 블록을 채널 부호화하는 단계;
- b) 상기 부호화된 데이터를 변조 심볼로 매핑하는 단계;
- c) 적어도 하나의 파일럿과 다중 데이터로 구성된 자원 블록 기반 자원 매핑에 따라 데이터 송신 전력과 동일한 세기를 가지는 파일럿 심볼을 생성하는 단계;
- d) 자원 블록 기반 주파수 도약 방식에 따라 상기 심볼 매핑된 사용자 데이터 심볼과 상기 생성된 파일럿 심볼을 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑하는 단계; 및
- e) 상기 시간-주파수 매핑된 출력으로 OFDM 신호를 생성하여 수신 장치로 전송하는 단계

를 포함하고,

상기 동일한 전력을 가지는 데이터 심볼과 파일럿 심볼이 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑된 OFDM 신호를 상기 수신 장치로 송신하여, 상기 수신 장치에서 반복 수신되는 상기 OFDM 신호를 토대로 채널 추정을 수행하도록 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송신 방법.

청구항 11.

다중 사용자를 지원하는 무선 통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법에 있어서

- a) 각 안테나별로 수신된 OFDM 수신 신호-- 상기 OFDM 신호는 동일한 전력을 가지는 데이터 심볼과 파일럿 심볼이 OFDM 신호의 시간-주파수 인덱스로 매핑되어 있는 신호임--를 주파수 영역 수신 신호로 바꾸는 OFDM 복조 단계;
- b) 각 사용자마다 자원 매핑 방식에 따라 주파수 영역 수신 신호를 사용자에게 따라 분리하고, 자원 블록 기반으로 재정렬하는 자원 블록 기반 시간-주파수 디매핑 단계;
- c) 상기 시간-주파수 디매핑된 출력으로 자원 블록 단위의 채널을 추정하는 단계;
- d) 상기 추정된 채널을 사용하여 코히어런트하게 채널 복호 입력 메트릭을 생성하는 복조 단계;
- e) 상기 생성된 메트릭으로 채널 부호화 방법에 따른 채널 복호를 수행하는 채널 복호화 단계; 및
- f) 상기 채널 복호화에서 제공해 줄 수 있는 복호 정지 조건을 만족하지 않거나 반복 횟수가 최대 반복 횟수보다 작을 경우, 반복 수신 여부를 결정하는 반복 수신 결정 단계

를 포함하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 12.

제11항에 있어서,

상기 c) 단계는

- c-1) 첫 번째 반복 시에 상기 시간-주파수 디매핑되어 출력되는 주파수 영역의 파일럿 수신 신호를 파일럿으로 나눈 순시 파일럿 채널 추정값으로 해당 자원 블록의 채널을 추정하는 초기 채널 추정 단계; 및
- c-2) 두 번째 반복 이후에는 자원 블록 내의 상기 순시 파일럿 채널 추정값과 상기 채널 복호 판정 비트로 추정한 송신 심볼을 기준값으로 얻은 순시 데이터 채널 추정값을 모두 이용하여 해당 자원 블록의 채널을 다시 추정하는 재순화 채널 추정 단계

를 포함하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 13.

제12항에 있어서,

상기 수신 신호가 자원 블록으로 채널 변화가 거의 없는 시간과 주파수로 연속된 다중 시간-주파수 자원으로 구성되고 파일럿이 자원 블록 가운데에 삽입되는 단일 파일럿 자원 블록 매핑되어 있는 경우,

상기 c-1) 단계는 상기 자원 블록 내의 단일 순시 파일럿 채널 추정값을 자원 블록 내의 데이터 채널 추정값으로 하고,

상기 c-2) 단계는 상기 순시 파일럿 채널 추정값과 순시 데이터 채널 추정값에 대한 가중 합으로 데이터 채널을 재추정하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 14.

제13항에 있어서,

상기 c-2) 단계는 상기 가중 합으로 자원 블록 내의 순시 채널 추정값을 모두 평균하는 평균 채널 추정 방법을 사용하여 데이터 채널을 재추정하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 15.

제13항에 있어서,

상기 c-2) 단계는 상기 가중 합으로 추정할 데이터 채널의 순시 채널 추정값을 제외하고 평균하는 수정된 평균 채널 추정 방법을 사용하여 데이터 채널을 재추정하는 것을 특징으로 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 16.

제13항에 있어서,

상기 c-2) 단계는 상기 가중 합으로 상기 반복 수신 결정 단계에서 제공하는 판정 비트에 대한 후 확률을 이용하여 추정된 변조 심볼에 대한 후 확률을 계산하고, 자원 블록 내의 순시 채널 추정값에 후 확률을 가중하여 평균하는 가중 평균 채널 추정 방법을 사용하여, 데이터 채널을 재추정하는 것을 특징으로 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 17.

제13항에 있어서,

상기 c-2) 단계는, 상기 가중 합으로 상기 반복 수신 여부를 결정하는 f) 단계에서 제공하는 판정 비트에 대한 후 확률을 이용하여 추정된 심볼에 대한 후 확률을 계산하고 자원 블록 내의 순시 채널 추정값에 후 확률을 가중하여 평균하는 데 있어서, 추정할 데이터 위치의 값을 제외하고 평균하는 수정 가중 평균 채널 추정 방법을 사용하는 것을 특징으로 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 18.

제12항에 있어서,

상기 수신 신호가 자원 블록으로 주파수축에는 채널 변화가 거의 없고, 시간축에서의 채널 변화를 허용하는 연속된 시간-주파수 자원으로 구성되고 두 개 이상의 파일럿이 삽입되는 특징을 가지는 다중 파일럿 기반 자원 블록 매핑되어 있는 경우,

상기 c-1) 단계는 순시 파일럿 채널 추정값에 여파를 수행하여 데이터 채널을 추정하고,

상기 c-2) 단계는, 파일럿 채널 최소제곱 추정값과 데이터 채널 최소제곱 값을 수신 신호로부터 추정된 변조 심볼을 나누어 순시 데이터 채널 추정값을 얻고, 자원 블록 내의 같은 시간 인덱스의 다른 주파수 인덱스에 대한 순시 채널 추정값을 주파수축으로 평균한 뒤, 평균값을 시간축에서 여파하여 채널을 추정하는

직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 19.

제18항에 있어서,

상기 c-1) 및 c-2) 단계는

여파기 계수를 신호대 잡음비와 채널 변화율에 따라 설정하고, 상기 신호대 잡음비와 채널 변화율 추정에 따라 사용자 데이터 블록에 대한 여파 계수를 선택하여 여파하는 것을 특징으로 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 20.

제19항에 있어서,

상기 c-1) 및 c-2) 단계는 순시 파일럿 채널 추정값을 이용하여 신호대 잡음비와 채널 변화율을 추정하는 것을 특징으로 하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 수신 방법.

청구항 21.

다중 사용자를 지원하는 무선통신 시스템의 상향 링크에서 코히어런트 검출을 위한 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 방법에 있어서,

여러 개의 직교주파수 분할 다중화 심볼로 구성되는 한 시간 슬롯 구간의 시간-주파수 자원을 송신 주파수 대역 전체에 골고루 분포하는 여러 개의 자원 블록으로 구성되는 다수의 트래픽 채널로 나누는 단계,

각 트래픽 채널에 대하여 파일럿이 적어도 하나 삽입된 연속된 OFDM 심볼의 연속된 부반송파로 구성되는 자원 블록을 최소 단위로 하고, 이러한 자원 블록 기반 자원 매핑에 따라 파일럿을 생성하는 단계,

상기 파일럿 심볼과 채널 부호화 및 변조를 거친 데이터 심볼을 상기 자원 블록 기반 매핑 방법에 따라 시간-주파수 매핑시켜 OFDM 신호를 생성하여 송신하는 단계

를 포함하는 송신 과정 및

수신된 상기 OFDM 신호를 주파수 영역에서 상기 자원 블록 기반 매핑 방법에 따라 처리하여 사용자에게 따라 구분하고, 이를 상기 자원 블록 기반을 토대로 재정렬하는 단계,

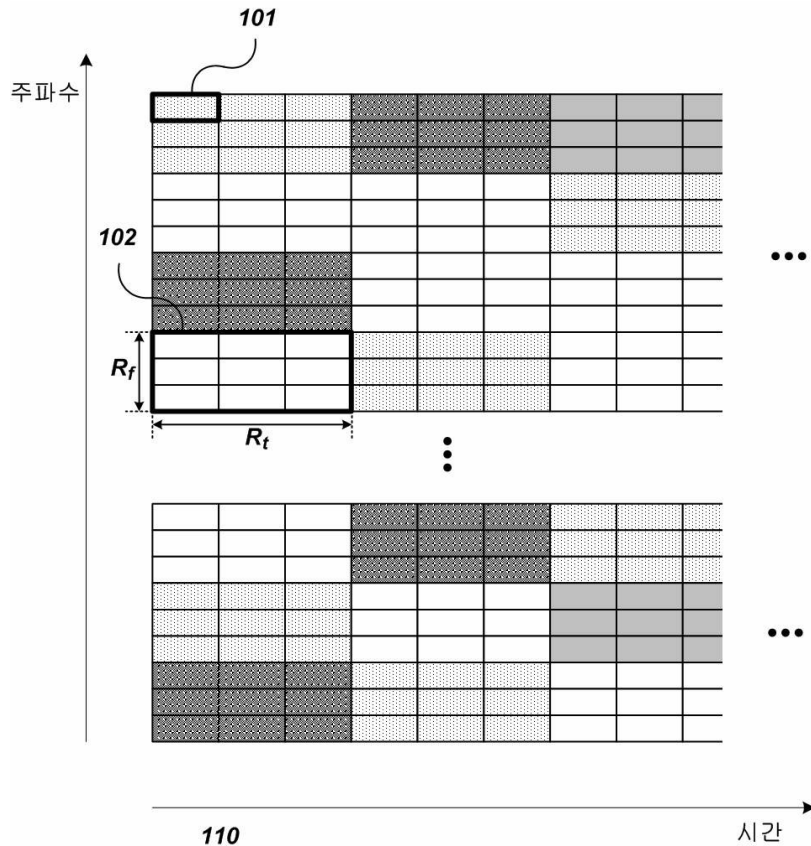
각 트래픽 채널마다 파일럿과 복호 후의 데이터 기준값을 이용하여 반복 채널 추정, 복조 및 복호를 수행하는 단계

를 포함하는 수신 과정

을 포함하는 직교주파수 분할 다중 접속 방식의 송수신 방법.

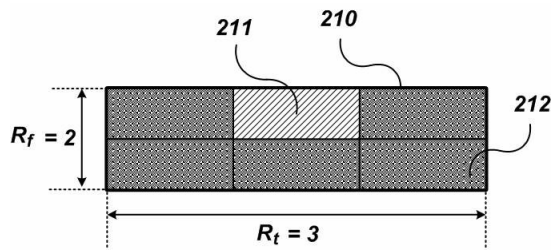
도면

도면1

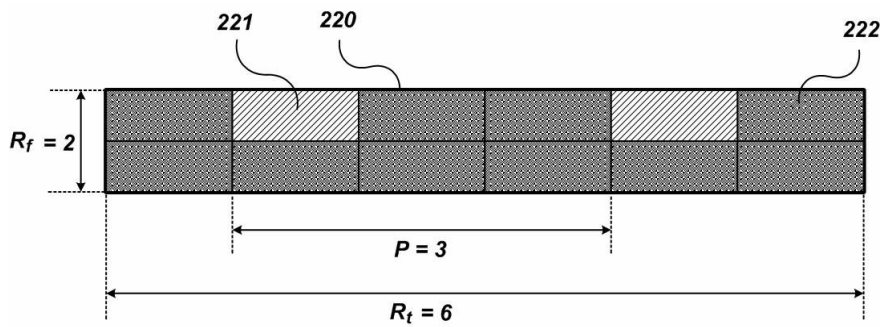


- 110
- 120 제1 사용자를 위한 자원 할당
- 130 제2 사용자를 위한 자원 할당
- 130 제3 사용자를 위한 자원 할당

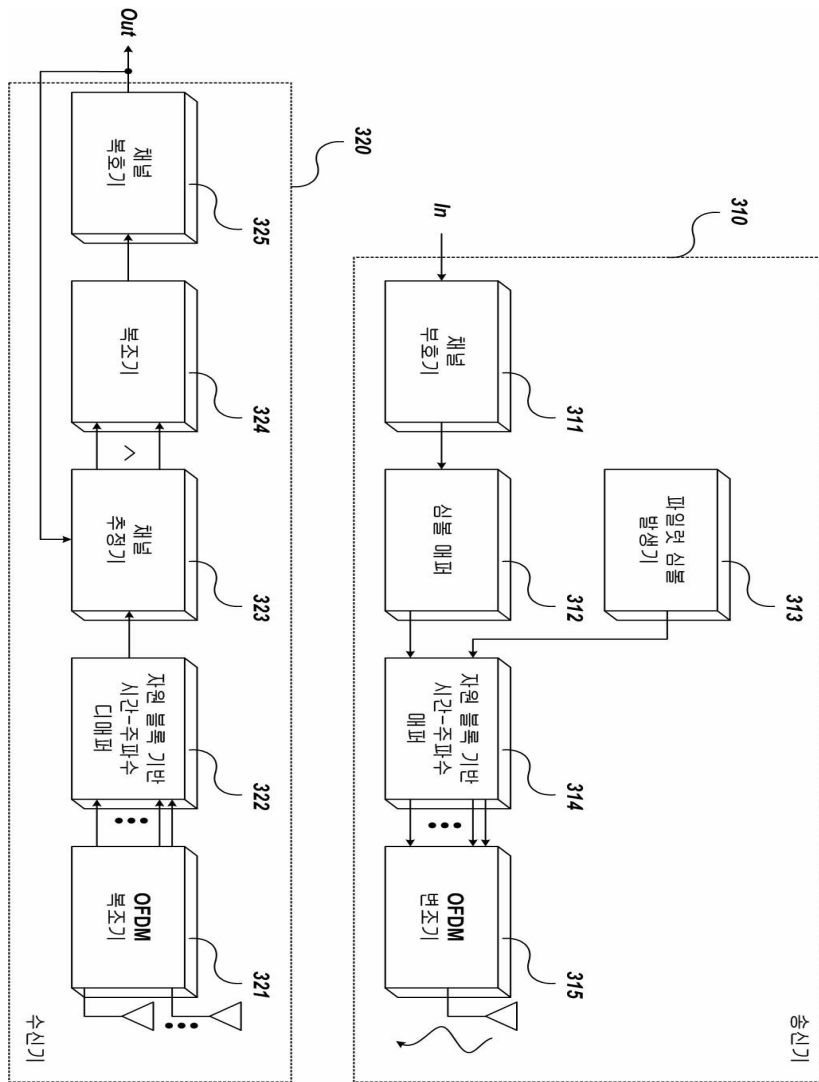
도면2a



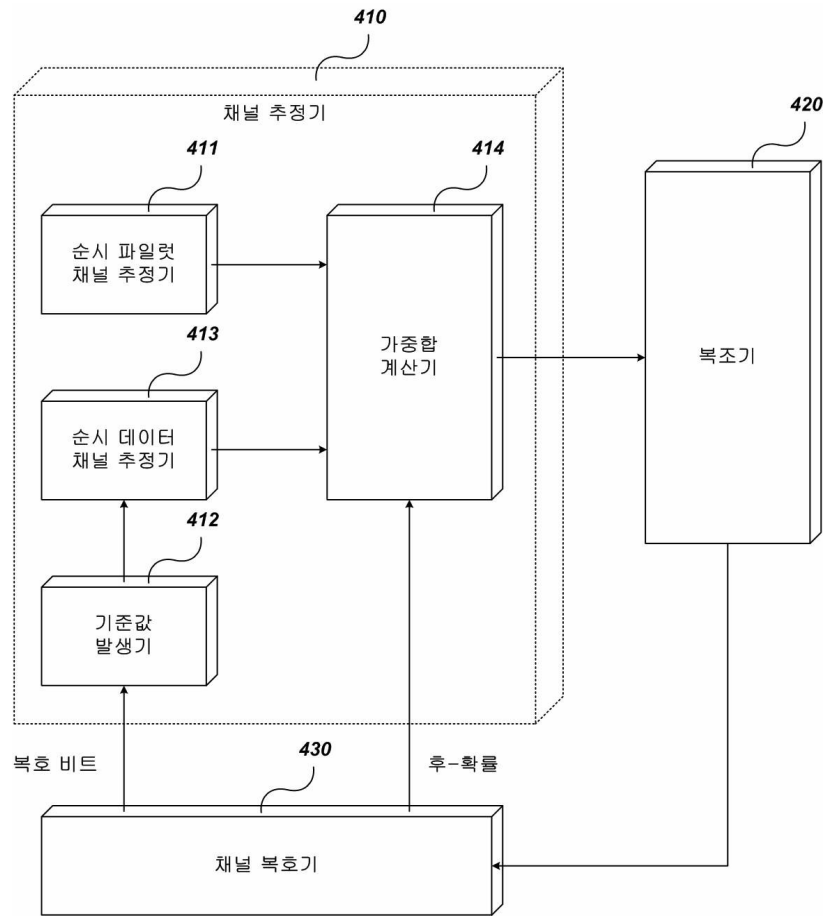
도면2b



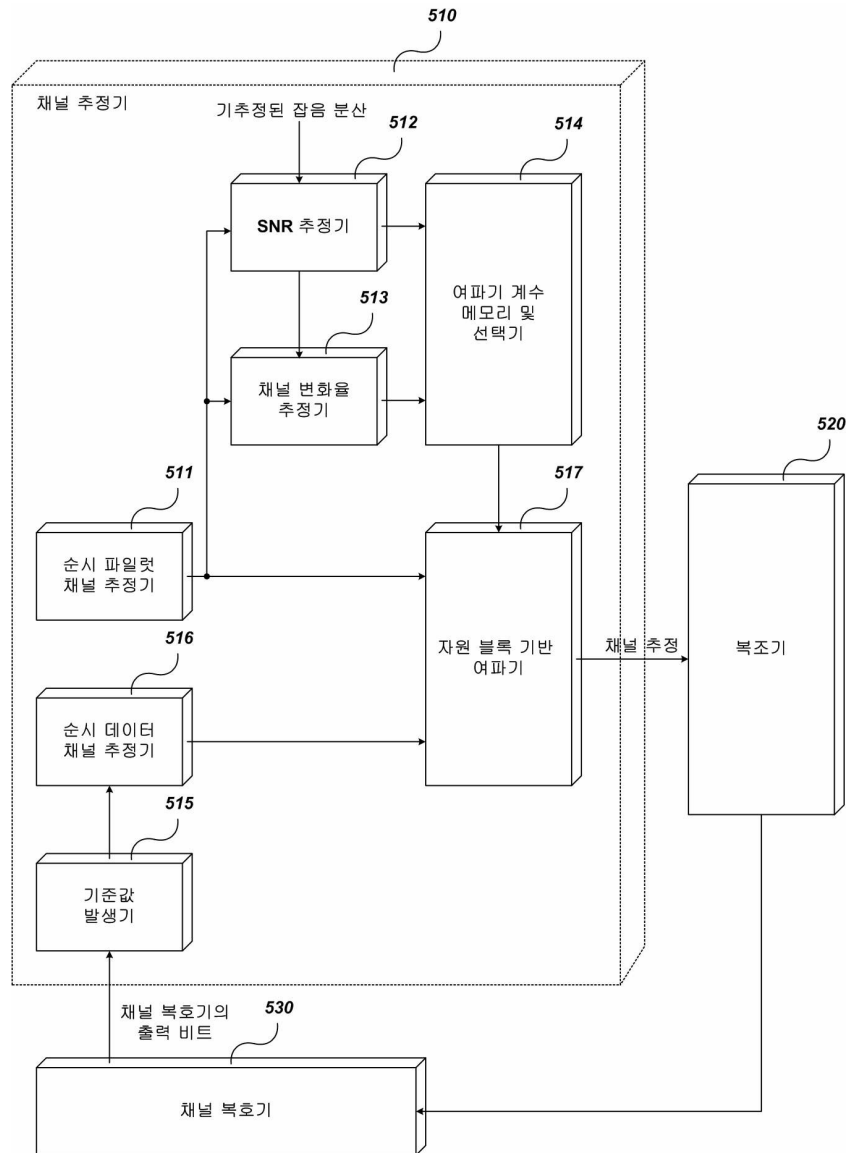
도면3



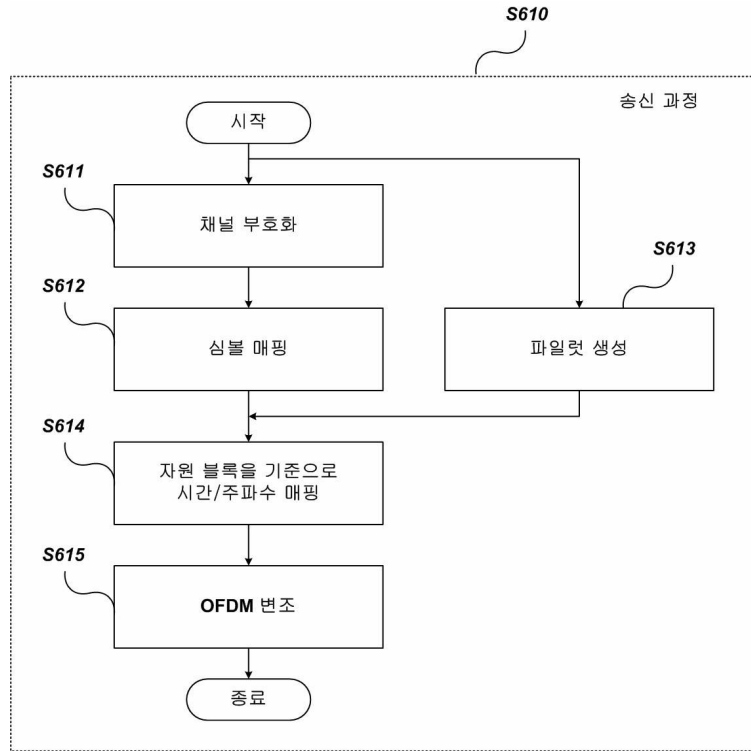
도면4



도면5



도면6a



도면6b

