(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
H04B 7/26 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0104538
(43) 공개일자 2006년10월09일

(21) 출원번호 10-2005-0026785
(22) 출원일자 2005년03월30일

(71) 출원인 한국전자통신연구원
대전 유성구 가정동 161번지
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자 장경희
서울 양천구 목1동 925 목동신시가지아파트 720-501
허주
인천 중구 신흥동3가 현대아이파크 106-104

(74) 대리인 특허법인 신성

심사청구 : 있음

(54) 성층권 통신 시스템에서 송신 및 수신 빔형성 기법을지원하는 상/하향 링크 처리 장치

요약

1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야

본 발명은 성층권 통신 시스템에서 송신 및 수신 빔형성 기법을 지원하는 상/하향 링크 처리 장치에 관한 것임.

2. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제

본 발명은 성층권 통신 시스템의 인접 셀 간섭에 의한 상/하향 링크 성능 열화에 대처하도록 송신 및 수신 빔형성 기법을 함께 적용함으로써, 성층권 통신 시스템의 상향 및 하향 링크의 성능을 개선시키기 위한, 송신 및 수신 빔형성 기법을 지원하는 상/하향 링크 처리 장치를 제공하는데 그 목적이 있음.

3. 발명의 해결방법의 요지

본 발명은, 성층권 통신 시스템의 기지국(수신단)에서 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치에 있어서, 무선 채널을 통해 전달되는 인접 심볼간 간섭을 제거하는 보호구간을 제거하기 위한 보호구간 제거수단; 상기 보호구간이 제거된 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼의 복조를 수행하기 위한 복조수단; 수신 안테나 어레이에 대하여, 송신단(단말기)에서 삽입한 파일롯 서브 캐리어를 이용하여 상기 무선 채널의 위상 보상을 수행하기 위한 위상 보상수단; 상기 수신 안테나 어레이로부터 수신되는 상향 링크 신호를 이용하여 적응 알고리즘을 적용하여 주파수 영역 빔형성을 수행하기 위한 주파수 영역 빔형성수단; 상기 위상 보상수단의 값들을 이용하여 하향링크의 송신 빔형성 기법에 필요한 채널 행렬을 계산하기 위한 채널 행렬 연산수단; 및 상기 주파수 영역 빔형성 과정을 거친 신호를 원래의 데이터(수신 데이터)로 복원하기 위한 복조수단을 포함한다.

4. 발명의 중요한 용도

본 발명은 성층권 통신 시스템 등에 이용됨.

대표도

도 1

색인어

성층권 통신 시스템, OFDMA/TDD 시스템, 수신 빔형성 기법, 송신 빔형성 기법, 상향 링크, 하향 링크, 기지국, 단말기, 채널 행렬

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명에 따른 성층권 통신 시스템에서 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치의 일실시예 구성도,

도 2 는 본 발명에 따른 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치에서 수신 안테나 적응을 위하여 사용되는 멀티-프레임 구조를 나타내는 예시도,

도 3 은 본 발명에 따른 성층권 통신 시스템의 주파수 영역 구조를 나타내는 예시도,

도 4 는 본 발명에 따른 성층권 통신 시스템에서 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치의 일실시예 구성도이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

111 : QPSK 변조기 112 : 파일롯 및 훈련 심볼 삽입기

113 : IFFT 114 : 보호구간 삽입기

131 : 백색가우시안 잡음 132 : 수신 안테나 어레이

133 : 보호구간 제거기 134 : FFT

135 : 주파수 영역 평활기 136 : 주파수 영역 빔형성기

137 : 채널 행렬 연산기 138 : QPSK 복조기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 성층권 통신 시스템에서 송신 및 수신 빔형성 기법을 지원하는 상/하향 링크 처리 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 직교 주파수 분할 다중화(OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식에 기반을 둔 다중 접속 방식인 OFDM-FDMA 시스템 및 다중화 방식으로 시분할 다중화(TDD : Time Division Duplexing) 방식을 지원할 수 있는 성층권 통신 시스템에서 상/하향 링크의 성능을 향상시키기 위하여, 성층권 통신 시스템에 다중 안테나를 적용하여 송신 및 수신 빔형성 기법을 함께 적용하기 위한 상/하향 링크 처리 장치에 관한 것이다.

여기서, 성층권 통신 시스템이란 대류권과 중간권 사이의 성층권에 통신 탑재체를 싣고 있는 비행선을 인구 밀집 지역과 같은 서비스 수요가 많은 지상의 일정 위치 상공에 체류시켜 각종 무선 통신 서비스를 제공하는 시스템으로서, 서비스 대상 지역에 고정 및 이동통신을 위한 채널들을 다양한 전송률로 양방향 통신이 가능하게 하는 것을 말하며, 기존의 정지궤도 위성 및 저궤도 위성에 비해 낮은 전송 손실, 짧은 시간 지연, 가시 거리 확보 용이 등의 다양한 장점을 가지므로 일반 사용자의 복잡한 서비스에 대한 욕구를 만족시킬 수 있으며, 따라서 차세대 무선 통신 시스템의 인프라로 제시되고 있다.

그러나, 최근들어 성층권 통신 시스템은 인접 셀로부터 들어오는 다중빔 간섭으로 인한 성능 열화가 큰 문제로 대두되고 있다.

이를 해결하기 위하여, 이동통신 시스템에서 사용되었던 간섭을 최소화하여 상향 링크의 성능과 용량을 개선하는 안테나 어레이를 이용한 적응형 빔형성 기법을 성층권 통신 시스템의 수신단에 적용할 필요가 있다. 또한, 성층권 통신 시스템의 안테나 어레이를 이용하여 송신 다이버시티 기법을 적용함으로서 하향 링크의 성능을 향상시킬 필요가 있다.

또한, 대부분의 차세대 무선통신 시스템은 데이터 전송률을 극대화하기 위하여 OFDM 기술을 무선 전송 규격으로 채택하려고 하고 있으며, 성층권 통신 시스템 역시 차세대 무선 통신 시스템의 인프라로 자리 잡기 위하여 OFDM 시스템을 지원할 수 있어야 한다. 또한, 다중화 방식으로는 TDD 방식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

한편, 안테나 어레이를 이용한 수신 빔형성 기법은 그 동안 DS-CDMA 시스템에 주로 적용되어 활용되어 왔다. 안테나 어레이를 사용하여 수신 빔형성 기법을 시스템에 적용하면, 안테나 어레이 이득에 의하여 링크의 성능이 개선되고 시스템의 용량을 증대시키며, 인접 셀의 동일 채널 간섭에 효과적으로 대처할 수 있다.

OFDM 시스템에 수신 빔형성 기법을 적용하는 방식은 크게 두 가지 방식이 있는데, 첫 번째는 "Pre-DFT" 기법이며, 두 번째는 "Post-DFT" 기법이다.

여기서, "Pre-DFT" 기법은 OFDMA 시스템의 수신단 블록 중 하나인 FFT 바로 앞 단에서 각각의 안테나 요소에 하나의 가중치를 적용하여 빔형성을 수행하는 방식을 나타내고, "Post-DFT" 기법은 OFDMA 시스템의 FFT를 거친 다음에 주파수 영역에서 각각의 부반송파에 대하여 가중치를 적용시켜, 빔형성을 수행하는 방식을 나타낸다.

이 때, 상향 링크의 경우에는 기지국 상의 다수의 안테나를 사용하여 수신 빔형성 과정을 통하여 링크의 성능을 개선시킬 수 있지만, 하향 링크에서는 하드웨어 구조의 복잡도 증가를 이유로 단말기 상에 설치할 수 있는 안테나 수가 제한되므로 수신단에서 충분한 공간 다이버서티 효과를 얻기 어렵다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 하향 링크에서는 송신단인 기지국에서 여러 개의 전송 안테나를 사용하고 단말기에 단일 수신 안테나를 사용하는 MISO(Multi-Input Single-Output) 환경에서 다이버서티 효과를 얻기 위한 송신 빔형성 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

한편, 송신 빔형성 기법은 크게 개방 루프 방식과 폐쇄 루프 방식으로 나눌 수 있는데, 개방 루프 방식의 대표적인 방식으로 3GPP의 규격으로 채택된 STTD(S pace-Time Transmit Diversity) 및 3GPP2의 규격인 STS(Space-Time Spreading)가 있다.

또한, 폐쇄 루프 방식의 대표적인 방식으로 3GPP 규격의 하나인 TxAA(Transmit Adaptive Array) 방식과 고유 빔형성 기법(Eigen-BeamForming) 방식이 있다. 이러한 방식들은 단말기에서 수신 신호 전력을 최대화하는 전송 안테나 가중치를 계산하여 상향 링크를 통해 이 정보를 궤환하면 송신단은 그 정보를 바탕으로 송신단 안테나의 계수를 빔형성한다.

일반적으로, 수신 빔형성 기법과 송신 빔형성 기법은 별도로 연구되어 왔으나, 이들을 OFDMA/TDD 시스템의 상/하향 링크에 함께 적용한 사례가 아직 없다.

따라서, OFDMA/TDD 시스템을 지원하는 성층권 통신 시스템의 상/하향 링크의 성능을 향상시킬 수 있도록, 송신 및 수신 빔형성 기법을 함께 적용하기 위한 방안이 필수적으로 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기의 요구에 부응하기 위하여 제안된 것으로, 성층권 통신 시스템의 인접 셀 간섭에 의한 상/하향 링크 성능 열화에 대처하도록 송신 및 수신 빔형성 기법을 함께 적용함으로써, 성층권 통신 시스템의 상향 및 하향 링크의 성능을 개선시키기 위한, 송신 및 수신 빔형성 기법을 지원하는 상/하향 링크 처리 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 성층권 통신 시스템의 기지국(수신단)에서 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치에 있어서, 무선 채널을 통해 전달되는 인접 심볼간 간섭을 제거하는 보호구간을 제거하기 위한 보호구간 제거수단; 상기 보호구간이 제거된 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼의 복조를 수행하기 위한 복조수단; 수신 안테나 어레이에 대하여, 송신단(단말기)에서 삽입한 파일롯 서브 캐리어를 이용하여 상기 무선 채널의 위상 보상을 수행하기 위한 위상 보상수단; 상기 수신 안테나 어레이로부터 수신되는 상향 링크 신호를 이용하여 적응 알고리즘을 적용하여 주파수 영역 빔형성을 수행하기 위한 주파수 영역 빔형성수단; 상기 위상 보상수단의 값들을 이용하여 하향링크의 송신 빔형성 기법에 필요한 채널 행렬을 계산하기 위한 채널 행렬 연산수단; 및 상기 주파수 영역 빔형성 과정을 거친 신호를 원래의 데이터(수신 데이터)로 복원하기 위한 복조수단을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은, 성층권 통신 시스템의 기지국(송신단)에서 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치에 있어서, 외부로부터 전송되는 데이터(송신 데이터)를 QPSK(Quadriphase Phase Shift Keying) 변조하기 위한 변조수단; 상향 링크 전송구간 동안 채널을 추정할 때, 위상 보상수단을 거친 신호를 기준으로 채널 행렬(즉, 수신 빔형성시 계산한 채널 행렬)을 추정하기 위한 채널 행렬 연산수단; 상기 채널 행렬 연산수단을 통해 전달된 채널 행렬을 이용하여 서브 캐리어 당 각각의 안테나로 전송될 주파수 영역의 가중치를 계산한 후, 이 가중치로 송신 빔형성하기 위한 송신 빔형성수단; 상기 송신 빔형성된 송신 데이터에 파일롯 서브 캐리어가 삽입되도록 하기 위한 파일롯 삽입수단; 상기 파일롯 삽입수단을 통해 전달된 데이터를 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼로 변조하기 변조수단; 및 각각의 송신 안테나에 대하여 상기 변조된 OFDM 심볼에 보호구간을 삽입하기 위한 보호구간 삽입수단을 포함하되, 상기 보호구간이 삽입된 OFDM 심볼을 송신 안테나 어레이를 통하여 전송하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은, 성층권 통신 시스템의 단말기(수신단)에서 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치에 있어서, 무선 채널로부터 전달되는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼에 삽입된 보호구간을 제거하기 위한 보호구간 제거수단; 상기 보호구간이 제거된 OFDM 심볼의 복조를 수행하기 위한 복조수단; 송신 안테나 어레이에 대하여 송신단(기지국)에서 삽입한 파일롯 서브 캐리어를 이용하여 상기 무선 채널의 위상 보상을 수행하기 위한 위상 보상수단; 상기 송신단(기지국)의 안테나를 통하여 송신 빔형성하기 위해서 사용한 채널 행렬을 수신단(단말기)에서 복원하기 위한 채널 행렬 연산수단; 상기 채널 행렬 연산수단을 통해 전달된 채널 행렬을 바탕으로, 상기 위상 보상수단을 통해 채널의 위상 성분을 보상한 신호에 가중치를 적용하여 계산하기 위한 가중치 계산수단; 및 상기 가중치 계산수단을 통해 전달된 신호를 원래의 데이터(수신 데이터)로 복원하기 위한 복조수단을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명하기로 한다.

도 1 은 본 발명에 따른 성층권 통신 시스템에서 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치의 일실시예 구성도이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 성층권 통신 시스템에서 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치는, 외부로부터 전송되는 데이터(송신 데이터)를 QPSK(Quadriphase Phase Shift Keying) 변조하기 위한 QPSK 변조기(111)와, QPSK 변조기(111)를 통해 변조된 데이터에 파일롯 서브 캐리어 및 안테나 어레이의 적응을 위한 훈련 심볼을 삽입하기 위한 파일롯 및 훈련 심볼 삽입기(112)와, 파일롯 및 훈련 심볼 삽입기(112)를 통해 전달된 데이터를 OFDM 심볼로 변조하기 위한 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)(113) 및 무선 채널(120)로부터 야기되는 인접 심볼간 간섭을 제거하기 위한 보호구간을 IFFT(113)를 통해 변조된 OFDM 심볼에 삽입하기 위한 보호구간 삽입기(114)를 포함하는 성층권 통신 시스템의 단말기(송신단)(110)와, 무선 채널(120)로부터 전달되는 인접 심볼간 간섭을 제거하는 보호구간을 제거하기 위한 보호구간 제거기(133)와, 상기 보호구간이 제거된 OFDM 심볼의 복조를 수행하기 위한 FFT(134)와, 상기 수신 안테나 어레이(132)에 대하여 송신단(110)에서 삽입한 파일롯 서브 캐리어를 이용하여 무선 채널(120)의 위상 보상을 수행하기 위한 주파수 영역 평활기(135)와, 상기 수신 안테나 어레이(132)로부터 수신되는 신호를 이용하여 LMS(Least

Mean Square)나 NLMS(Normalized Least Mean Square) 혹은 RLS(Recursive Least Square) 알고리즘과 같은 적응 알고리즘을 적용하여 주파수 영역 빔형성을 수행하기 위한 주파수 영역 빔형성기(136)와, 주파수 영역 평활기(135)의 값들을 이용하여 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치(후술되는 도 4 참조)에 필요한 채널 행렬을 계산하기 위한 채널 행렬 연산기(137) 및 주파수 영역 빔형성기(136)를 통해 주파수 영역 빔형성 과정을 거친 신호를 원래의 데이터(수신 데이터)로 복원하기 위한 QPSK 복조기(138)를 포함하는 성층권 통신 시스템의 기지국(수신단)(130)을 구비한다.

이렇게 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 과정을 수행하기 위해서는 어레이 안테나(수신 안테나)(132)를 적응시키기 위한 훈련 심볼이 필요하며, 채널 추정을 위하여 파일롯 서브 캐리어가 필요하다.

한편, 성층권 통신 시스템의 기지국(수신단)(130)에서 발생하는 잡음은 백색 가우시안 잡음(131)에 해당한다.

도 2 는 본 발명에 따른 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치에서 수신 안테나 적응을 위하여 사용되는 멀티-프레임(Multi-frame) 구조를 나타내는 예시도로서, 수신 안테나 어레이(132)를 훈련시키는데 사용되는 훈련 심볼의 구조를 나타낸 것이다.

도 2에 도시된 바와 같이, 상기 멀티-프레임 구조는 TDD 방식이기 때문에 상향 링크와 하향 링크는 동일한 주파수 대역을 사용하면서 시간으로 구분된다. 한 프레임이 상향 링크 15 슬롯과 하향 링크 27 슬롯으로 구성되어 있다고 가정할 때, 수신 안테나 어레이(132)를 적응시키는 주기는 채널이 변하는 속도에 따라 1 프레임, 2 프레임, 4 프레임마다 한 번씩 수행한다. 이렇게 수신 안테나 어레이(132)를 적응시키는 주기만큼의 프레임을 멀티-프레임이라고 정의한다.

즉, 멀티-프레임의 첫번째 프레임은 상향 링크 처음 8 슬롯 동안 훈련 심볼이 단말로부터 제공된다. 상기의 8 슬롯동안 적응 알고리즘은 각각의 안테나를 위한 적절한 가중치를 계산하며, 8 슬롯 이후의 구간 동안 동일한 가중치로 빔형성한다.

도 3 은 본 발명에 따른 성층권 통신 시스템의 주파수 영역 구조를 나타내는 예시도로서, 채널 추정을 위한 파일롯 구조를 나타낸 것이다.

도 3에 도시된 바와 같이, 주파수 영역(310)은 연속적인 서브 캐리어의 집합으로 구성되어 있는 "Bin"으로 나누어지며, "Bin"은 (311)과 같이 9개의 연속된 서브 캐리어로 구성되며, 그 중 하나는 채널 추정을 위한 파일롯 채널임을 알 수 있다.

일반적으로, 송신 빔형성 기법인 "TxAA"나 "고유 빔형성 알고리즘"을 사용하기 위하여, 송신단에서는 송신 안테나와 수신 안테나 간의 채널 행렬을 알고 있어야 한다.

즉, 주파수 분할 다중화(FDD : Frequency Division Duplexing) 방식의 시스템인 경우 상향 및 하향 링크의 캐리어 주파수가 다르므로 전송 안테나와 수신 안테나 간의 하향 링크 채널 정보를 피드백 채널을 통하여 송신단에 전송하여야 하는 오버헤드가 발생하지만, TDD 시스템의 경우 상향 및 하향 링크의 캐리어 주파수가 같으므로 수신단에서 하향 링크의 채널 행렬을 따로 계산하여 송신단 측으로 전송할 필요가 없다.

따라서, 상향 링크에서 수신 안테나 어레이(132)를 적응시키기 위하여 전송되는 파일롯 프리앰블 기간에 FFT(134) 및 주파수 영역 평활기(FEQ)(135)를 거친 신호와 원래의 신호를 비교하여, "TxAA"나 "고유 빔형성 알고리즘"에서 사용될 하향 링크의 채널 행렬을 추정하며, 이 채널정보를 이용하여 하향 링크 동안에 적용될 송신 안테나 어레이(417)의 가중치를 계산하여 데이터를 전송한다.

상기한 바와 같은 구조를 갖는 본 발명에 따른 성층권 통신 시스템에서 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치에 대하여 설명하면 다음과 같다.

도 4 는 본 발명에 따른 성층권 통신 시스템에서 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치의 일실시예 구성도이다.

도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 성층권 통신 시스템에서 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치는, 외부로부터 전송되는 데이터(송신 데이터)를 QPSK 변조하기 위한 QPSK(Quadriphase Phase Shift Keying) 변조기(411)와, 상향 링크 전송구간 동안 채널을 추정할 때, 주파수 영역 평활기(135)를 거친 신호를 기준으로 채널 행렬(즉, 수신 빔형성시 계산한 채널 행렬)을 추정하기 위한 채널 행렬 연산기(413)와, 채널 행렬 연산기(413)를 통해 전달된 채널 행렬을 이용하여 서브 캐리어 당 각각의 안테나로 전송될 주파수 영역의 가중치를 계산한 후, 이 가중치로 송신 빔형성하기 위한 빔형성 벡터 V 생성기(412)와, 상기 송신 빔형성된 송신 데이터에 파일롯 서브 캐리어가 삽입되도록 하기 위한 파일롯 삽입

기(414)와, 파일롯 삽입기(414)를 통해 전달된 데이터를 OFDM 심볼로 변조하기 위한 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)(415)와, 각각의 송신 안테나에 대하여 상기 변조된 OFDM 심볼에 보호구간을 삽입하기 위한 보호구간 삽입기(416)를 포함하되, 상기 보호구간이 삽입된 OFDM 심볼을 송신 안테나 어레이(417)를 통하여 무선 채널(420)을 통해 성층권 통신 시스템의 단말기(수신단)로 전송하기 위한 성층권 통신 시스템의 기지국(송신단)(410)와, 무선 채널(420)로부터 전달되는 상기 OFDM 심볼에 삽입된 보호구간을 제거하기 위한 보호구간 제거기(432)와, 상기 보호구간이 제거된 OFDM 심볼의 복조를 수행하기 위한 FFT(433)와, 송신 안테나 어레이(417)에 대하여 송신단(410)에서 삽입한 파일롯 서브 캐리어를 이용하여 무선 채널(420)을 추정하고 무선 채널의 위상 보상을 수행하기 위한 주파수 영역 평활기(434)와, 상기 송신단(기지국)의 안테나를 통하여 송신 빔형성하기 위해서 사용한 채널 행렬을 수신단(단말기)에서 복원하기 위한 채널 행렬 연산기(435)와, 채널 행렬 연산기(435)를 통해 전달된 채널 행렬을 바탕으로, 상기 주파수 영역 평활기(434)를 통해 채널의 위상 성분을 보상한 신호에 가중치를 적용하여 계산하기 위한 가중치 W 곱셈기(436)와, 가중치 W 곱셈기(436)를 통해 전달된 신호를 원래의 데이터(수신 데이터)로 복원하기 위한 QPSK 복조기(437)를 포함하는 성층권 통신 시스템의 단말기(수신단)(430)를 구비한다.

한편, 성층권 통신 시스템의 단말기(수신단)(430)에서 발생하는 잡음은 백색 가우시안 잡음(431)에 해당한다.

정리해보면, 본 발명은 OFDMA/TDD 방식을 지원하는 성층권 통신 시스템의 상향 및 하향 링크의 성능을 개선하기 위하여, 기존에 따로 연구되어 온 수신 빔형성 기법 및 송신 빔형성 기법을 함께 적용하기 위한 상/하향 링크 처리 장치에 관한 것이다.

안테나 어레이로 들어오는 신호의 통계적 특성은 알기 어려우며, 시간에 따라 변하기 때문에, 수신 빔형성 기법을 OFDMA/TDD 방식을 지원하는 성층권 통신 시스템에 적용하여 성능을 향상시키기 위해서는 안테나 어레이의 가중치를 적절하게 변경시켜야 한다. 안테나의 가중치를 변경하기 위해서는 적응 알고리즘이 사용할 파일롯 프리앰블이 필요하며, 본 발명에서는 이를 위한 파일롯 프리앰블 구조를 제안하는 것을 목적으로 한다.

또한, 송신 빔형성 기법을 성층권 통신 시스템의 송신단에 적용하여 하향링크의 성능을 향상시키기 위해서는 하향 링크 채널 정보를 알아야 하며, 다중화 방식이 FDD 시스템의 경우, 각 단말들이 하향 링크 채널 정보를 이용하여 송신단 안테나의 가중치를 계산하여 전송하였다. 그러나, 본 발명이 고려하는 시스템의 다중화 방식은 TDD 시스템이며, TDD 시스템의 경우에는 상, 하향 링크가 같은 주파수 대역을 시간 분할하여 사용하므로 단말로부터의 부가적인 피드백과 같은 오버헤드 없이, 수신 빔형성 시에 사용하는 프리앰블이 단말로부터 올라오는 구간 동안, 하향 링크 채널 정보를 얻어내기 위하여 채널 추정을 한 다음, 송신 빔형성 시에 채널 정보를 이용하여 안테나 가중치를 계산한 후, 하향 링크로 데이터를 전송한다.

그런데, 기존의 송신 빔형성 기법인 TxAA 및 고유 빔형성 방법을 그대로 TDD 방식의 시스템에 적용할 경우, 만약 상향 링크와 하향 링크 슬롯으로 구성된 TDD 시스템 프레임의 길이가 길 경우에 상향 링크 데이터 전송시에 송신단에서 추정한 채널과 하향 링크로부터 데이터를 전송받는 단말이 겪는 채널이 달라져서 성능이 악화될 수 있다. 채널 응답은 크기와 위상 성분으로 나누어서 표현할 수 있는데, 일반적으로 슬로우 페이딩(Slow Fading) 채널의 경우, 채널의 크기는 한 프레임 동안에 많이 변하지 않지만, 위상 성분은 많이 변할 수 있다.

따라서, 한 TDD 프레임 내에서 위상 성분에 의한 채널의 급속한 변화에 의한 송신 빔형성 기법의 성능 열화 문제를 해결하기 위하여, 송신단에서 상향 링크 전송 구간동안 채널을 추정할 때, 주파수 영역 평활기를 거친 신호를 기준으로 채널을 추정하여 채널의 크기 정보만을 가지고 송신 빔형성을 위한 안테나 가중치를 계산한다.

또한, 단말은 수신 신호에 주파수 영역 평활화 과정을 거쳐서 채널의 위상 성분을 보상한 신호에 가중치를 적용하여, 데이터를 복원한다.

상술한 바와 같은 본 발명의 방법은 프로그램으로 구현되어 컴퓨터로 읽을 수 있는 형태로 기록매체(씨디롬, 램, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크, 광자기 디스크 등)에 저장될 수 있다. 이러한 과정은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있으므로 더 이상 상세히 설명하지 않기로 한다.

이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

발명의 효과

상기와 같은 본 발명은, OFDMA/TDD 시스템을 지원하는 성층권 통신 시스템에 적용할 때, 수신 빔형성 기법을 통하여 상향 링크로부터 전달되는 동일 채널 간섭에 대처하여 상향 링크의 성능을 개선시키면서, 송신 빔형성 기법을 통한 공간 다이버시티 이득으로 인하여 하향 링크의 성능을 향상시킬 수 있도록 하는 우수한 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

성층권 통신 시스템의 기지국(수신단)에서 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치에 있어서,

무선 채널을 통해 전달되는 인접 심볼간 간섭을 제거하는 보호구간을 제거하기 위한 보호구간 제거수단;

상기 보호구간이 제거된 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼의 복조를 수행하기 위한 복조수단;

수신 안테나 어레이에 대하여, 송신단(단말기)에서 삽입한 파일롯 서브 캐리어를 이용하여 상기 무선 채널의 위상 보상을 수행하기 위한 위상 보상수단;

상기 수신 안테나 어레이로부터 수신되는 상향 링크 신호를 이용하여 적응 알고리즘을 적용하여 주파수 영역 빔형성을 수행하기 위한 주파수 영역 빔형성수단;

상기 위상 보상수단의 값들을 이용하여 하향링크의 송신 빔형성 기법에 필요한 채널 행렬을 계산하기 위한 채널 행렬 연산수단; 및

상기 주파수 영역 빔형성 과정을 거친 신호를 원래의 데이터(수신 데이터)로 복원하기 위한 복조수단

을 포함하는 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 수신 빔형성 기법을 적용할 때,

채널의 변화 속도에 따라 1, 2 혹은 4 개의 시분할 다중화(TDD) 프레임으로 구성된 멀티-프레임(Multi-Frame)을 정의하고, 상기 멀티-프레임의 상향 링크 슬롯의 처음 8개의 슬롯 구간 동안, 각각의 단말은 자신이 할당받은 파일롯 프리앰블을 주어진 서브 캐리어를 통하여 성층권 비행체 플랫폼에 전송하고, 상기 성층권 비행체 플랫폼은 파일롯 프리앰블 및 적응 알고리즘을 이용하여 상기 수신 안테나 어레이를 적응시키는 프레임 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 수신 빔형성 기법을 지원하는 상향 링크 처리 장치.

청구항 3.

성층권 통신 시스템의 기지국(송신단)에서 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치에 있어서,

외부로부터 전송되는 데이터(송신 데이터)를 QPSK(Quadriphase Phase Shift Keying) 변조하기 위한 변조수단;

상향 링크 전송구간 동안 채널을 추정할 때, 위상 보상수단을 거친 신호를 기준으로 채널 행렬(즉, 수신 빔형성시 계산한 채널 행렬)을 추정하기 위한 채널 행렬 연산수단;

상기 채널 행렬 연산수단을 통해 전달된 채널 행렬을 이용하여 서브 캐리어 당 각각의 안테나로 전송될 주파수 영역의 가중치를 계산한 후, 이 가중치로 송신 빔형성하기 위한 송신 빔형성수단;

상기 송신 빔형성된 송신 데이터에 파일롯 서브 캐리어가 삽입되도록 하기 위한 파일롯 삽입수단;

상기 파일롯 삽입수단을 통해 전달된 데이터를 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼로 변조하기 변조수단; 및

각각의 송신 안테나에 대하여 상기 변조된 OFDM 심볼에 보호구간을 삽입하기 위한 보호구간 삽입수단을 포함하되, 상기 보호구간이 삽입된 OFDM 심볼을 송신 안테나 어레이를 통하여 전송하는 것을 특징으로 하는 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치.

청구항 4.

성층권 통신 시스템의 단말기(수신단)에서 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치에 있어서,

무선 채널로부터 전달되는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼에 삽입된 보호구간을 제거하기 위한 보호구간 제거수단;

상기 보호구간이 제거된 OFDM 심볼의 복조를 수행하기 위한 복조수단;

송신 안테나 어레이에 대하여 송신단(기지국)에서 삽입한 파일롯 서브 캐리어를 이용하여 상기 무선 채널의 위상 보상을 수행하기 위한 위상 보상수단;

상기 송신단(기지국)의 안테나를 통하여 송신 빔형성하기 위해서 사용한 채널 행렬을 수신단(단말기)에서 복원하기 위한 채널 행렬 연산수단;

상기 채널 행렬 연산수단을 통해 전달된 채널 행렬을 바탕으로, 상기 위상 보상수단을 통해 채널의 위상 성분을 보상한 신호에 가중치를 적용하여 계산하기 위한 가중치 계산수단; 및

상기 가중치 계산수단을 통해 전달된 신호를 원래의 데이터(수신 데이터)로 복원하기 위한 복조수단

을 포함하는 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치.

청구항 5.

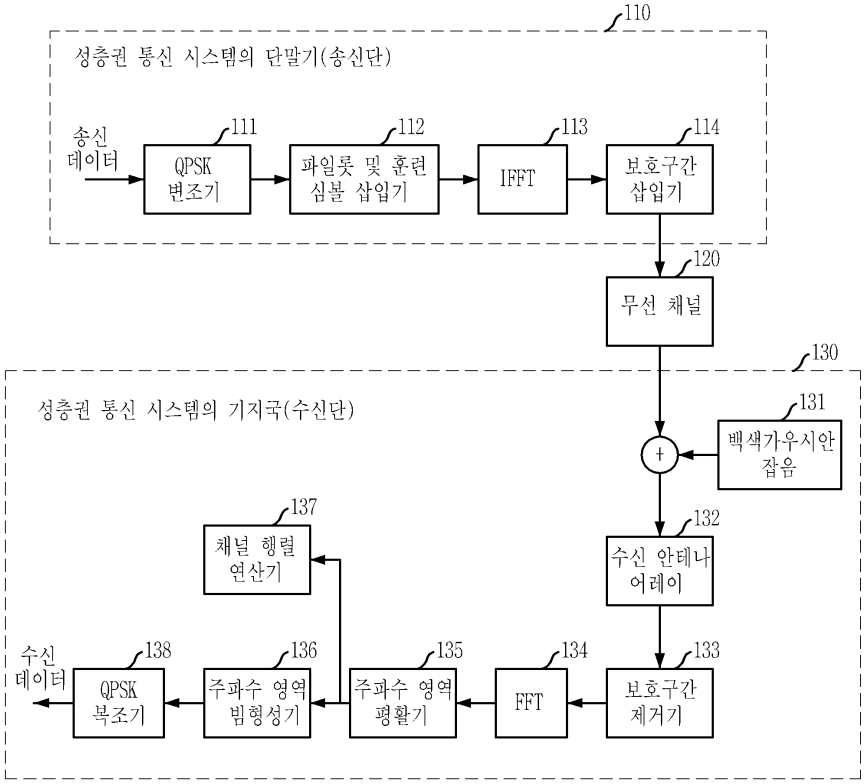
제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 송신 빔형성 기법을 적용할 때,

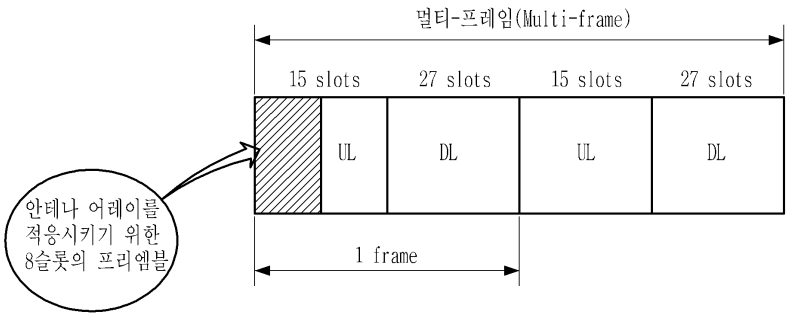
소정 시분할 다중화(TDD) 프레임 내에서 채널의 위상 성분의 급격한 변화에 의한 송신 빔형성 기법의 성능 열화에 대처하기 위하여, 상기 송신단에서 송신 및 수신 안테나 간의 채널 행렬 정보를 계산할 때 상향 링크 처리 장치의 파일롯 프리앰블 전송 구간 동안, 주파수 영역 평활기를 거친 수신 신호를 사용하여 채널의 위상을 제거하여 채널의 크기만이 고려되어 있는 채널 행렬을 계산하고, 이를 통하여 송신 안테나의 가중치를 계산하며, 상기 수신단 역시 상기 위상 보상수단을 거친 하향 링크 신호를 이용하여 채널 행렬을 계산한 후, 상기 수신단 안테나 가중치를 계산하여 빔형성하는 것을 특징으로 하는 송신 빔형성 기법을 지원하는 하향 링크 처리 장치.

도면

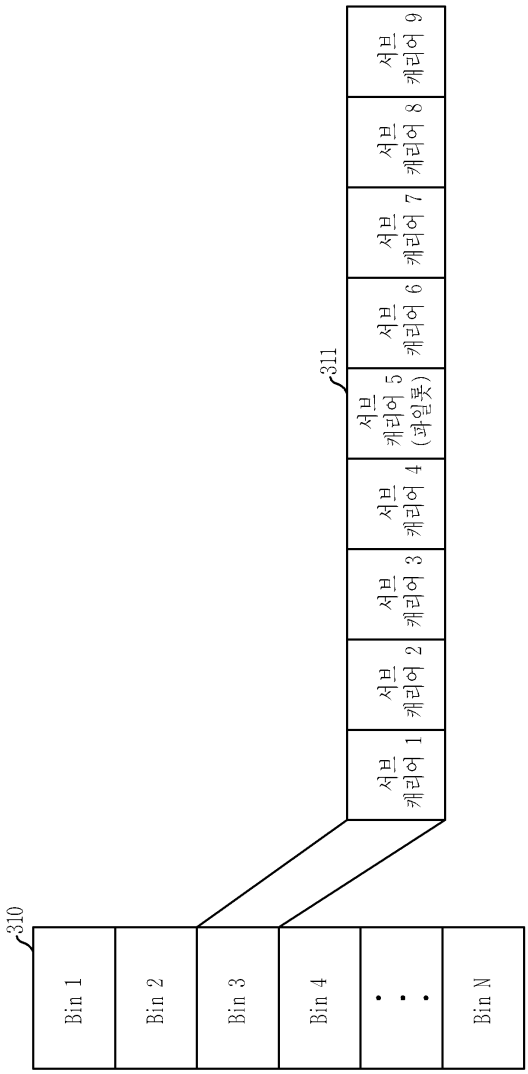
도면1


110
성층권 통신 시스템의 단말기(송신단)
송신 데이터
111
QPSK 변조기
112
파일롯 및 훈련 심볼 삽입기
113
IFFT
114
보호구간 삽입기
120
무선 채널
130
성층권 통신 시스템의 기지국(수신단)
131
백색가우시안 잡음
132
수신 안테나 어레이
133
보호구간 제거기
134
FFT
135
주파수 영역 평활기
136
주파수 영역 빔형성기
137
채널 행렬 연산기
수신 데이터
138
QPSK 복조기

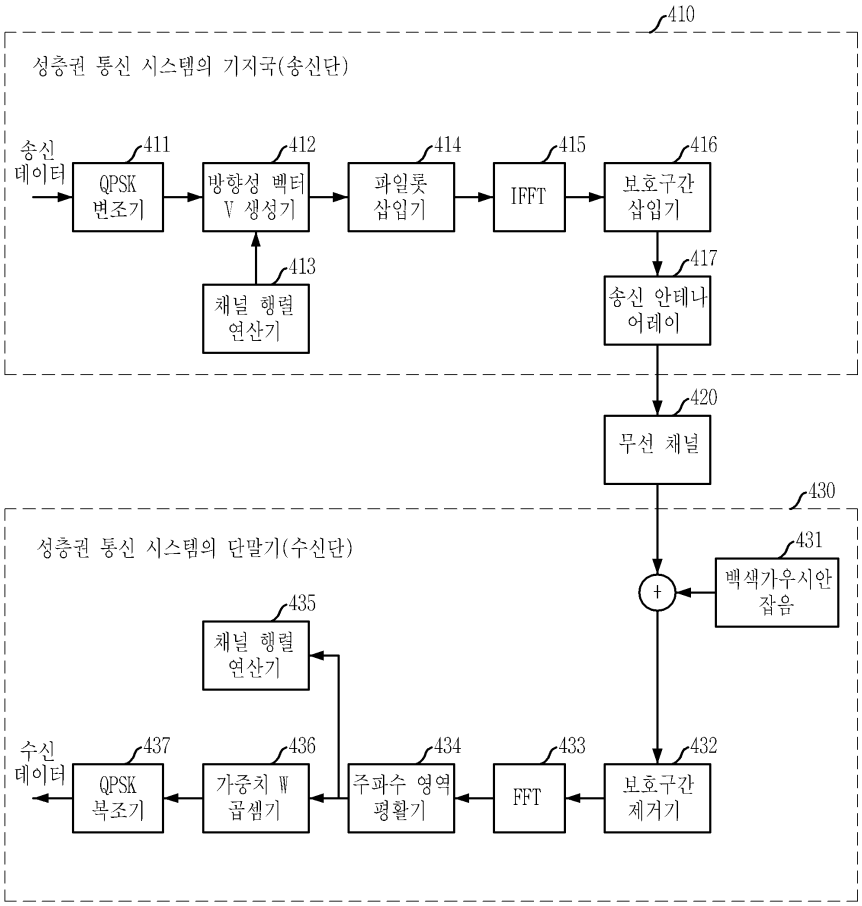
도면2


멀티-프레임(Multi-frame)
15 slots
27 slots
15 slots
27 slots
UL
DL
UL
DL
안테나 어레이를 적응시키기 위한 8슬롯의 프리엠블
1 frame

도면3


310
Bin 1
Bin 2
Bin 3
Bin 4
. . .
Bin N
311
서브 캐리어 1
서브 캐리어 2
서브 캐리어 3
서브 캐리어 4
서브 캐리어 5 (파일롯)
서브 캐리어 6
서브 캐리어 7
서브 캐리어 8
서브 캐리어 9

도면4


410
성층권 통신 시스템의 기지국(송신단)
송신 데이터
411
QPSK 변조기
412
방향성 벡터 V 생성기
413
채널 행렬 연산기
414
파일롯 삽입기
415
IFFT
416
보호구간 삽입기
417
송신 안테나 어레이
420
무선 채널
430
성층권 통신 시스템의 단말기(수신단)
431
백색가우시안 잡음
+
435
채널 행렬 연산기
수신 데이터
437
QPSK 복조기
436
가중치 W 곱셈기
434
주파수 영역 평활기
433
FFT
432
보호구간 제거기