



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월07일
(11) 등록번호 10-1372165
(24) 등록일자 2014년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/04 (2006.01) H04L 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0144577
(22) 출원일자 2012년12월12일
심사청구일자 2012년12월12일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100071641 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
송형규
경기 성남시 분당구 중앙공원로 17, 320동 303호 (서현동, 한양아파트)
최원준
서울 도봉구 도봉로169길 31, 102동 205호 (도봉동, 럭키아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 유재천

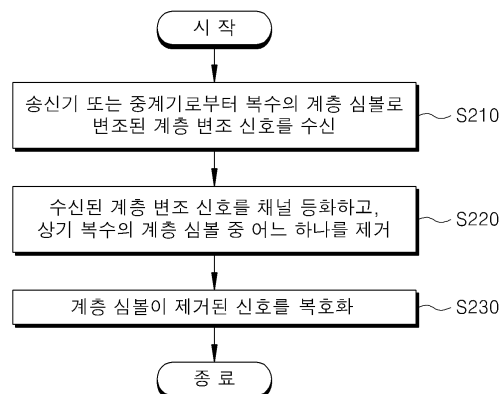
(54) 발명의 명칭 **협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법 및 그 신호 처리 장치**

(57) 요약

본 발명은 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법 및 그 신호 처리 장치에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법은, 송신기 또는 중계기로부터 복수의 계층 심볼로 변조된 계층 변조 신호를 수신하는 단계와, 상기 수신된 계층 변조 신호를 채널 등화하고, 상기 복수의 계층 심볼 중 어느 하나를 제거하는 단계와, 상기 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 단계를 포함한다.

이에 따라, 협력 통신 시스템에서 복수의 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호로부터 어느 하나의 계층 심볼을 제거하여 신호를 복조함으로써 다이버시티 이득을 얻어 비트 오류 성능을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업	
과제고유번호	2012-000902
부처명	교육과학기술부
연구사업명	기본연구지원사업
연구과제명	차세대 지능형 전력망 구축을 위한 중장거리용 양방향 무선통신 플랫폼과 원격 모니터링
및 제어기술개발	
기 여 율	1/1
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

협력 통신 시스템을 기반으로 하는 신호 처리 장치의 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법에 있어서,

송신기 또는 중계기로부터 복수의 계층 심볼로 변조된 계층 변조 신호를 수신하는 단계;

상기 수신된 계층 변조 신호를 채널 등화하고, 상기 복수의 계층 심볼 중 어느 하나를 제거하는 단계; 및

상기 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 단계를 포함하며,

상기 계층 변조 신호를 수신하는 단계는,

상기 송신기로부터 상기 송신기의 데이터가 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 상기 중계기의 데이터가 향상 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호를 수신하거나,

상기 중계기로부터 상기 중계기의 데이터가 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 상기 송신기의 데이터가 향상 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호를 수신하며,

다음의 수학적식을 이용하여 상기 수신된 계층 변조 신호로부터 상기 향상 계층 심볼을 제거하여 상기 기본 계층 심볼을 획득하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법:

$$\tilde{s}^A = y' \frac{\sqrt{1 + (1 + \alpha^2)}}{1 + \alpha} \frac{1}{1 + s^B e^{-j\pi/4} / (1 + \alpha)}$$

여기서, $\tilde{s}^A$ 는 기본 계층 심볼을 나타내고, y' 는 수신된 계층 변조 신호를 나타내고, α 는 성상도 비율을 나타내고, s^B 는 향상 계층 심볼을 나타낸다.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 송신기가 상기 계층 변조 신호를 수신하는 경우 상기 송신기가 생성한 데이터에 대한 계층 심볼을 제거하고, 상기 중계기가 상기 계층 변조 신호를 수신하는 경우 상기 중계기가 생성한 데이터에 대한 계층 심볼을 제거하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 송신기 또는 상기 중계기와 통신하는 수신기에서 상기 계층 변조 신호를 수신하는 경우, 상기 송신기 또는 상기 중계기로부터 수신된 QPSK 변조 신호를 이용하여 향상 계층 심볼을 제거하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제4항에 있어서,

다음의 수학적식을 이용하여 상기 수신된 계층 변조 신호로부터 상기 기본 계층 심볼을 제거하여 상기 향상 계층 심볼을 획득하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법:

$$\tilde{s}^B = \left(y' \frac{\sqrt{1 + (1 + \alpha)^2}}{1 + \alpha} \frac{1}{\tilde{s}^A} - 1 \right) (1 + \alpha) e^{j\frac{\pi}{4}}$$

여기서, $\tilde{s}^B$ 는 향상 계층 심볼을 나타내고, y' 는 수신된 계층 변조 신호를 나타내고, α 는 성상도 비율을 나타내고, $\tilde{s}^A$ 는 기본 계층 심볼을 나타낸다.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 수신기에서 상기 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 경우, 상기 획득한 기본 계층 심볼과 상기 획득한 향상 계층 심볼에 대하여 서로 다른 가중치를 부여하여 결합한 신호를 복호화하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법.

청구항 8

송신기 또는 중계기로부터 복수의 계층 심볼로 변조된 계층 변조 신호를 수신하는 계층 변조 신호 수신부;

상기 수신된 계층 변조 신호를 채널 등화하고, 상기 복수의 계층 심볼 중 어느 하나를 제거하는 계층 심볼 제거부; 및

상기 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 복호화부를 포함하며,

상기 계층 변조 신호 수신부는,

상기 송신기로부터 상기 송신기의 데이터가 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 상기 중계기의 데이터가 향상 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호를 수신하거나,

상기 중계기로부터 상기 중계기의 데이터가 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 상기 송신기의 데이터가 향상 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호를 수신하며,

다음의 수학적식을 이용하여 상기 수신된 계층 변조 신호로부터 상기 향상 계층 심볼을 제거하여 상기 기본 계층 심볼을 획득하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 장치:

$$\tilde{s}^A = y' \frac{\sqrt{1 + (1 + \alpha^2)}}{1 + \alpha} \frac{1}{1 + s^B e^{-j\pi/4} / (1 + \alpha)}$$

여기서, $\tilde{s}^A$ 는 기본 계층 심볼을 나타내고, y' 는 수신된 계층 변조 신호를 나타내고, α 는 성상도 비율을 나타내고, s^B 는 향상 계층 심볼을 나타낸다.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 송신기가 상기 계층 변조 신호를 수신하는 경우 상기 송신기가 생성한 데이터에 대한 계층 심볼을 제거하고, 상기 중계기가 상기 계층 변조 신호를 수신하는 경우 상기 중계기가 생성한 데이터에 대한 계층 심볼을 제

거하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 송신기 또는 상기 중계기와 통신하는 수신기에서 상기 계층 변조 신호를 수신하는 경우, 상기 송신기 또는 상기 중계기로부터 수신된 QPSK 변조 신호를 이용하여 항상 계층 심볼을 제거하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

제11항에 있어서,

다음의 수학적식을 이용하여 상기 수신된 계층 변조 신호로부터 상기 기본 계층 심볼을 제거하여 상기 항상 계층 심볼을 획득하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 장치:

$$\tilde{s}^B = \left(y' \frac{\sqrt{1 + (1 + \alpha)^2}}{1 + \alpha} \frac{1}{\hat{s}^A} - 1 \right) (1 + \alpha) e^{j\frac{\pi}{4}}$$

여기서, $\tilde{s}^B$ 는 항상 계층 심볼을 나타내고, y' 는 수신된 계층 변조 신호를 나타내고, α 는 성상도 비율을 나타내고, $\hat{s}^A$ 는 기본 계층 심볼을 나타낸다.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 수신기에서 상기 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 경우, 상기 획득한 기본 계층 심볼과 상기 획득한 항상 계층 심볼에 대하여 서로 다른 가중치를 부여하여 결합한 신호를 복호화하는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법 및 그 신호 처리 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 복수의 계층 심볼로 맵핑된 신호를 이용한 신호 처리 기술에 관한 기술이 개시된다.

배경기술

[0002] 다양한 형태의 통신 서비스를 이용하는 소비자들은 시간이 지날수록 고속의 통신을 요구하고 있다. 고속의 통신이라 함은 패킷 손실로 인한 재전송 등의 군더더기 없는 통신을 일컬으며 이는 통신의 신뢰성과 관련이 있다. 따라서 통신 알고리즘에 있어 신뢰성은 중요한 요소로 고려되고 있다.

[0003] 신뢰성을 향상시키기 위하여 다중 안테나를 사용하여 동일한 정보를 동시에 여러 번 전송함으로써 다이버시티 이득을 얻는 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 그러나, 이러한 MIMO 기술은 그 구현에 있어 단말의 크기, 가격, 하드웨어에 대한 제약이 따르게 된다. 이러한 제약을 극복할 수 있는 기법으로 협력 통신 기술에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0004] 협력 통신은 다수의 사용자가 가상의 안테나 배열을 이루어 가상의 MIMO 형태를 구성한다. 즉, 상황에 따라 안테나를 공유하여 마치 하나의 단말에서 정보를 보내는 것처럼 보이도록 하는 기술이다. 따라서 협력 통신은 송신단말, 중계단말, 수신국으로 구성된다. 이러한 협력통신의 기법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 자

신의 정보와 상대방의 정보를 함께 전송하는 것이고, 다른 하나는 상대방은 단지 중계기로서의 역할만 해 주는 방식이다.

[0005] 기존의 협력 통신 방법은 통신 채널을 시간 간격으로 나누어 자신의 정보와 상대방으로부터 받은 정보의 복조 신호를 재전송한다. 상세한 설명으로 먼저 첫 번째 시간에는 단말 1이 자신의 정보를 전송한다. 두 번째 시간에는 단말 2가 자신의 정보를 전송한다. 다음으로 세 번째 시간에는 단말 2가 첫 번째 시간에 단말 1이 전송한 정보를 복조해 재전송한다. 마지막으로 네 번째 시간에는 단말 1이 단말 2의 기 전송한 정보를 복조해 재전송한다. 즉, 전송순서는 단말 1, 단말 2, 단말 2, 단말 1가 전송하는 방식이다.

[0006] 이와 같은 송수신 방식으로써 같은 정보가 두 번 전송 되게 되면 같은 정보는 서로 다른 위치에서 전송되는 것이므로 서로 다른 채널을 겪게 되고 수신국에서의 적절한 결합 방식을 통해 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 같은 정보가 다양한 채널을 이용할수록 다이버시티 이득은 증가하게 된다.

[0007] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허공보 제10-1072653호(2011. 10. 05)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 해결하고자 하는 기술적인 과제는 협력 통신 시스템에서 복수의 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호로부터 어느 하나의 계층 심볼을 제거함으로써 신호 성상도를 QPSK에 가깝도록 변형시켜 비트 오류 성능을 향상시킬 수 있는 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법 및 그 신호 처리 장치를 제공하기 위함이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법은, 송신기 또는 중계기로부터 복수의 계층 심볼로 변조된 계층 변조 신호를 수신하는 단계와, 상기 수신된 계층 변조 신호를 채널 등화하고, 상기 복수의 계층 심볼 중 어느 하나를 제거하는 단계와, 상기 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 단계를 포함한다.

[0010] 또한, 상기 계층 변조 신호를 수신하는 단계는, 상기 송신기로부터 상기 송신기의 데이터가 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 상기 중계기의 데이터가 항상 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호를 수신하거나, 상기 중계기로부터 상기 중계기의 데이터가 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 상기 송신기의 데이터가 항상 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호를 수신할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 송신기가 상기 계층 변조 신호를 수신하는 경우 상기 송신기가 생성한 데이터에 대한 계층 심볼을 제거하고, 상기 중계기가 상기 계층 변조 신호를 수신하는 경우 상기 중계기가 생성한 데이터에 대한 계층 심볼을 제거할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 송신기 또는 상기 중계기와 통신하는 수신기에서 상기 계층 변조 신호를 수신하는 경우, 상기 송신기 또는 상기 중계기로부터 수신된 QPSK 변조 신호를 이용할 수 있다.

[0013] 또한, 다음의 수학식을 이용하여 상기 수신된 계층 변조 신호로부터 상기 항상 계층 심볼을 제거하여 상기 기본 계층 심볼을 획득할 수 있다:

$$s^{\sim A} = y' \frac{\sqrt{1 + (1 + \alpha^2)}}{1 + \alpha} \frac{1}{1 + s^B e^{-j\pi/4} / (1 + \alpha)}$$

[0014]

[0015] 여기서, $s^{\sim A}$ 는 기본 계층 심볼을 나타내고, y' 는 수신된 계층 변조 신호를 나타내고, α 는 성상도 비율을 나타내고, s^B 는 항상 계층 심볼을 나타낸다.

[0016] 또한, 다음의 수학식을 이용하여 상기 수신된 계층 변조 신호로부터 상기 기본 계층 심볼을 제거하여 상기 항상 계층 심볼을 획득할 수 있다:

$$\tilde{s}^B = \left(y' \frac{\sqrt{1 + (1 + \alpha)^2}}{1 + \alpha} \frac{1}{\hat{s}^A} - 1 \right) (1 + \alpha) e^{j\frac{\pi}{4}}$$

[0017]

[0018] 여기서, $\tilde{s}^B$ 는 항상 계층 심볼을 나타내고, y' 는 수신된 계층 변조 신호를 나타내고, α 는 성상도 비율을 나타내고, $\hat{s}^A$ 는 기본 계층 심볼을 나타낸다.

[0019] 또한, 상기 수신기에서 상기 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 경우, 상기 획득한 기본 계층 심볼과 상기 획득한 항상 계층 심볼에 대하여 서로 다른 가중치를 부여하여 결합한 신호를 복호화할 수 있다.

[0020] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 장치는, 송신기 또는 중계기로부터 복수의 계층 심볼로 변조된 계층 변조 신호를 수신하는 계층 변조 신호 수신부와, 상기 수신된 계층 변조 신호를 채널 등화하고, 상기 복수의 계층 심볼 중 어느 하나를 제거하는 계층 심볼 제거부와, 상기 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 복호화부를 포함한다.

발명의 효과

[0021] 이에 따라, 협력 통신 시스템에서 복수의 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호로부터 어느 하나의 계층 심볼을 제거하여 신호를 복조함으로써 다이버시티 이득을 얻어 비트 오류 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 협력 통신 시스템의 구성도,
 도 2는 도 1에 따른 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법의 흐름도,
 도 3은 도 2에 따른 신호 처리 방법이 구현되는 신호 처리 장치의 구성도,
 도 4는 도 2에 따른 신호 처리 방법에서 수신된 계층 변조 신호의 성상도,
 도 5는 도 3에 따른 신호 처리 방법에서 항상 계층 심볼을 제거하기 전후의 성상도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 사용되는 용어들은 실시예에서의 기능을 고려하여 선택된 용어들로서, 그 용어의 의미는 사용자, 운용자의 의도 또는 판례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 후술하는 실시예들에서 사용된 용어의 의미는, 본 명세서에 구체적으로 정의된 경우에는 그 정의에 따르며, 구체적인 정의가 없는 경우는 당업자들이 일반적으로 인식하는 의미로 해석되어야 할 것이다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 협력 통신 시스템의 구성도이다.

[0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 협력 통신 시스템은 송신기(10), 중계기(20) 및 수신기(30)를 포함한다.

[0026] 송신기(10)는 중계기(20)와 협력 통신을 하여 수신기(30)로 신호를 전송한다. 이 경우, 송신기(10)는 초기화 단계에서 중계기(20)와 QPSK로 변조된 자신의 신호를 서로 교환하게 된다. 송신기(10)는 중계기(20)로부터 신호를 수신하여 중계기(20)의 데이터를 복조하고, 자신의 데이터와 중계기(20)의 데이터를 변조하여 중계기(20) 또는 수신기(30)에 신호를 전송한다. 또한, 송신기(10)는 자신의 데이터는 기본 계층 심볼로 맵핑하고, 중계기(20)로부터 수신한 데이터는 항상 계층 심볼로 맵핑한 계층 변조 신호를 전송한다.

[0027] 중계기(20)는 송신기(10)로부터 신호를 수신하여 송신기(10)의 데이터를 복조하고, 자신의 데이터와 송신기(10)의 데이터를 변조하여 송신기(10) 또는 수신기(30)로 신호를 전송한다. 예를 들어, 중계기(20)는 복수의 안테나를 이용하여 통신할 수 있으며, MIMO(Multiple Input Multiple Output)-OFDMA(Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) 환경에서 통신이 가능하다. 또한, 중계기(20)는 자신의 데이터는 기본 계층 심볼로

맵핑하고, 송신기(10)로부터 수신한 데이터는 항상 계층 심볼로 맵핑한 계층 변조 신호를 전송한다.

[0028] 수신기(30)는 일종의 기지국으로서, 송신기(10) 또는 중계기(20)로부터 신호를 수신하여 송신기(10)에서 전송하고자 하는 데이터를 복조하게 된다. 또한, 수신기(30)는 송신기(10)와 중계기(20)와는 달리 송신기(10) 또는 중계기(20)에서 송신하는 데이터에 대한 정보가 미리 저장되어 있지는 않으나, 송신기(10)와 중계기(20) 간의 초기 통신시 QPSK 변조된 데이터 신호를 수신하여 신호를 복조하는데 사용할 수 있다.

[0029] 이와 같이, 송신기(10), 중계기(20) 및 수신기(30)는 각각 계층 변조 신호를 수신하며, 이 중 기본 계층 심볼 또는 항상 계층 심볼 중 어느 하나를 제거하여 신호를 복조하게 된다. 따라서, 본 발명의 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법은 송신기(10), 중계기(20) 및 수신기(30) 모두에서 데이터 처리 방법으로 사용된다.

[0030] 도 2는 도 1에 따른 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 방법의 흐름도이고, 도 3은 도 2에 따른 신호 처리 방법이 구현되는 신호 처리 장치의 구성도이다.

[0031] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 협력 통신 시스템을 기반으로 하는 계층 변조를 이용한 신호 처리 장치(300)는 계층 변조 신호 수신부(310), 계층 심볼 제거부(320) 및 복호화부(330)를 포함한다.

[0032] 먼저, 계층 변조 신호 수신부(310)는 송신기 또는 중계기로부터 복수의 계층 심볼로 변조된 계층 변조 신호를 수신한다(S210). 계층 변조 신호는 데이터 중 일부가 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 나머지가 항상 계층 심볼로 맵핑된 신호를 의미한다. 또한, 계층 변조 신호 수신부(310)는 송신기로부터 송신기의 데이터가 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 중계기의 데이터가 항상 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호를 수신하거나, 중계기로부터 중계기의 데이터가 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 송신기의 데이터가 항상 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호를 수신할 수 있다. 계층 변조 신호에 대해서는 도 4를 통해 구체적으로 설명하도록 한다.

[0033] 도 4는 도 2에 따른 신호 처리 방법에서 수신된 계층 변조 신호의 정상도이다.

[0034] 도 4를 참조하면, HP는 기본 계층 심볼이 맵핑된 것을 나타내고, LP는 항상 계층 심볼이 맵핑된 것을 나타낸다. a와 b는 기본 계층 심볼과 항상 계층 심볼이 가질 수 있는 신뢰성과 관련된 요소이며, 계층 변조의 정상도 비율인 $\alpha=a/b$ 와 같이 정의할 수 있다. 이 경우, 계층 변조 신호는 다음의 수학적 식 1을 이용하여 나타낼 수 있다.

수학적 식 1

$$s = \frac{1+\alpha}{\sqrt{1+(1+\alpha)^2}} \left(s^{HP} + \frac{1}{1+\alpha} s^{LP} \cdot s^{HP} \cdot e^{-j\frac{\pi}{4}} \right)$$

[0035]

[0036] 수학적 식 1에서, S는 16-QAM으로 변조된 계층 변조 신호를 나타내고, α 는 정상도 비율을 나타내고, S^{HP} 는 QPSK 변조된 기본 계층 심볼을 나타내고, S^{LP} 는 QPSK 변조된 항상 계층 심볼을 나타낸다. 여기서, 송신기로부터 수신하는 계층 변조 신호는 송신기의 데이터가 기본 계층 심볼(S^{HP})로 맵핑되고, 중계기의 데이터가 항상 계층 심볼(S^{LP})로 맵핑된다. 또한, 중계기로부터 수신하는 계층 변조 신호는 중계기의 데이터가 기본 계층 심볼(S^{HP})로 맵핑되고, 송신기의 데이터가 항상 계층 심볼(S^{LP})로 맵핑된다. 송신기와 중계기 간에는 초기에 각자의 데이터를 QPSK 심볼로 송수신한다.

[0037] 다시 도 2 및 도 3을 참조하면, 다음으로 계층 심볼 제거부(320)는 수신된 계층 변조 신호를 채널 등화하고, 복수의 계층 심볼 중 어느 하나를 제거한다(S220). 예를 들어, 계층 심볼 제거부(320)는 송신기가 계층 변조 신호를 수신하는 경우 송신기가 생성한 데이터에 대한 계층 심볼을 제거할 수 있다. 즉, 송신기가 수신한 계층 변조 신호는 중계기로부터 수신한 것으로, 중계기의 데이터는 기본 계층 심볼로 맵핑되고, 송신기의 데이터는 항상 계층 심볼로 맵핑된다. 이 경우, 송신기는 항상 심볼 계층에 맵핑된 자신의 데이터는 미리 알고 있으므로

제거할 수 있다.

[0038] 또한, 계층 심볼 제거부(320)는 중계기에서 계층 변조 신호를 수신하는 경우 중계기가 생성한 데이터에 대한 계층 심볼을 제거할 수 있다. 즉, 중계기는 송신기로부터 계층 변조 신호를 수신하면, 항상 계층 심볼로 맵핑된 자신의 데이터를 미리 알고 있으므로 이를 제거할 수 있다.

[0039] 또한, 계층 심볼 제거부(320)는 송신기 또는 중계기와 통신하는 수신기에서 계층 변조 신호를 수신하는 경우, 송신기 또는 중계기로부터 수신된 QPSK 변조 신호를 이용할 수 있다. 송신기와 중계기 간의 채널 초기화 단계에서는 16-QAM 심볼보다 성능이 좋은 QPSK 심볼을 이용하기 때문에 16-QAM 기반의 신호보다 높은 신뢰성을 바탕으로 신호분리를 수행할 수 있다. 즉, QPSK 심볼로부터 수신기는 중계기와 동일한 정보를 가지게 되는 것이며 순차적으로 심볼을 검출해 나감으로써 검출해낸 정보들이 다음 신호들에 대한 신호 분리 요소로 이용될 수 있다.

[0040] 또한, 계층 심볼 제거부(320)는 다음의 수학적 식 2를 이용하여 수신된 계층 변조 신호로부터 항상 계층 심볼을 제거하여 기본 계층 심볼을 획득할 수 있다.

수학적 식 2

$$\tilde{s}^A = y' \frac{\sqrt{1 + (1 + \alpha^2)}}{1 + \alpha} \frac{1}{1 + s^B e^{-j\pi/4} / (1 + \alpha)}$$

[0041]

[0042] 수학적 식 2에서, $\tilde{s}^A$ 는 기본 계층 심볼을 나타내고, y' 는 수신된 계층 변조 신호를 나타내고, α 는 성상도 비율을 나타내고, s^B 는 항상 계층 심볼을 나타낸다.

[0043] 또한, 계층 심볼 제거부(320)는 다음의 수학적 식 3을 이용하여 수신된 계층 변조 신호로부터 기본 계층 심볼을 제거하여 항상 계층 심볼을 획득할 수 있다.

수학적 식 3

$$\tilde{s}^B = \left(y' \frac{\sqrt{1 + (1 + \alpha)^2}}{1 + \alpha} \frac{1}{\tilde{s}^A} - 1 \right) (1 + \alpha) e^{j\frac{\pi}{4}}$$

[0044]

[0045] 수학적 식 3에서, $\tilde{s}^B$ 는 항상 계층 심볼을 나타내고, y' 는 수신된 계층 변조 신호를 나타내고, α 는 성상도 비율을 나타내고, $\tilde{s}^A$ 는 기본 계층 심볼을 나타낸다. 이는 수신된 계층 변조 신호 중에서 상대적으로 신뢰성이 낮은 항상 계층 심볼이 아닌 기본 계층 심볼을 제거하는 것으로, 송신기와 중계기의 송수신 데이터는 다음의 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1

[0046]

시간 주기	송신기	중계기
t1	$S^{AT(1)}$	-
t2	-	$S^{AR(1)}$
t3	-	$S^{AR(2)} \hat{S}^{BT(1)}$
t4	$S^{AT(2)} \hat{S}^{BR(1)}$	-

t5	$S^{AT(3)} \hat{S}^{BR(2)}$	-
t6	-	$S^{AR(3)} \hat{S}^{BT(2)}$
t7	-	$S^{AR(4)} \hat{S}^{BT(3)}$
tn	...	...

[0047] 표 1을 참조하면, 시간 t1에서 송신기는 중계기 및 수신기로 $S^{AT(1)}$ 인 QPSK 심볼 신호를 전송하고, 시간 t2에서 중계기는 송신기 및 수신기로 $S^{AR(1)}$ 인 QPSK 심볼 신호를 전송한다. 시간 t1 및 t2는 송신기와 중계기 간의 채널 형성의 초기화 단계이며, 수신기는 이 경우 송신기 및 중계기로부터 QPSK 심볼 신호를 수신하여 이후에 심볼 제거시 사용하게 된다.

[0048] 시간 t3에서 중계기는 자신의 데이터(R(2))를 기본 계층 심볼로 맵핑하고, 송신기로부터 수신한 데이터(T(1))를 복조하여 향상 계층 심볼로 맵핑한 계층 변조 신호($S^{AR(2)} \hat{S}^{BT(1)}$)를 송신기로 전송한다. 시간 t4에서 송신기는 자신의 데이터(T(2))를 기본 계층 심볼로 맵핑하고, 중계기로부터 수신한 데이터(R(1))를 복조하여 향상 계층 심볼로 맵핑한 계층 변조 신호($S^{AT(2)} \hat{S}^{BR(1)}$)를 중계기로 전송한다. 이와 같은 방식으로 동일한 데이터는 송신기 및 중계기 각각에서 기본 계층 심볼과 향상 계층 심볼로 두 번 전송됨을 알 수 있다. 수학적 식 2와 수학적 식 3으로부터 획득한 두 계층 심볼의 성상도에 기 설정된 가중치를 부여하여 결합하는 경우 비트 오류 성능을 향상시킬 수 있다.

[0049] 다음으로, 복호화부(330)는 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화한다(S230). 이 경우, 복호화부(330)는 계층 변조 신호에서 어느 하나의 계층 심볼이 제거된 상태에서 비터비 복호(viterbi decoding) 방식으로 송신기에서 전송한 데이터를 복호화할 수 있다. 또한, 복호화부(330)는 송신기 또는 수신기에서 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 경우에는 수학적 식 2와 같이 계층 변조 신호로부터 획득한 기본 계층 심볼($\tilde{s}^A$)의 신호를 복호화함으로써 노이즈가 제거된 상태의 신호를 복호화할 수 있다.

[0050] 또한, 복호화부(330)는 수신기에서 계층 심볼이 제거된 신호를 복호화하는 경우, 수학적 식 2에서 획득한 기본 계층 심볼($\tilde{s}^A$)과 수학적 식 3에서 획득한 향상 계층 심볼($\tilde{s}^B$)과 에 대하여 서로 다른 가중치를 부여하여 결합한 신호를 복호화할 수 있다. 이 경우, 기본 계층 심볼($\tilde{s}^A$)과 향상 계층 심볼($\tilde{s}^B$)은 각각 서로 다른 채널을 통해 수신한 각 계층 변조 신호로부터 어느 하나의 계층 심볼을 제거함으로써 잡음 성분이 제거된 계층 심볼이며, 획득한 두 계층 심볼을 서로 다른 가중치를 부여하여 결합한 후 이를 복호화함으로써 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.

[0051] 도 5는 도 3에 따른 신호 처리 방법에서 향상 계층 심볼을 제거하기 전후의 성상도를 나타낸다.

[0052] 도 5를 참조하면, (a)는 기존의 16-QAM 변조 방식의 성상도를 나타내고, (b)는 본 발명의 신호 처리 방법에 따라 계층 변조 신호에서 향상 계층 심볼을 제거한 경우의 성상도를 나타낸다. (b)의 경우 향상 계층 심볼을 제거함으로써 QPSK와 비슷한 형태의 성상도를 얻을 수 있으며, 이러한 성상도를 이용하여 심볼을 검출하게 되면 (a)와 같은 성상도를 이용한 경우보다 비트 오류 성능을 향상시킬 수 있다.

[0053] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 협력 통신 시스템에서 복수의 계층 심볼로 맵핑된 계층 변조 신호로부터 어느 하나의 계층 심볼을 제거함으로써 신호 성상도를 QPSK에 가깝도록 변형시켜 비트 오류 성능을 향상시킬 수 있다.

[0054] 이상에서 본 발명은 도면을 참조하면서 기술되는 바람직한 실시예를 중심으로 설명되었지만 이에 한정되는 것은

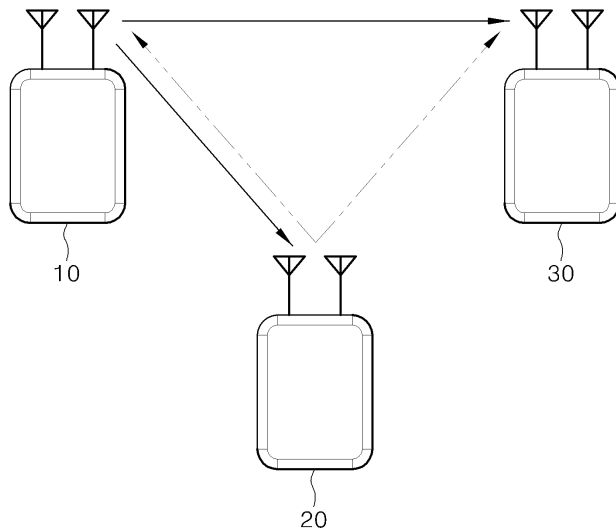
아니다. 따라서 본 발명은 기재된 실시예로부터 도출 가능한 자명한 변형예를 포괄하도록 의도된 특허청구범위의 기재에 의해 해석되어야 한다.

부호의 설명

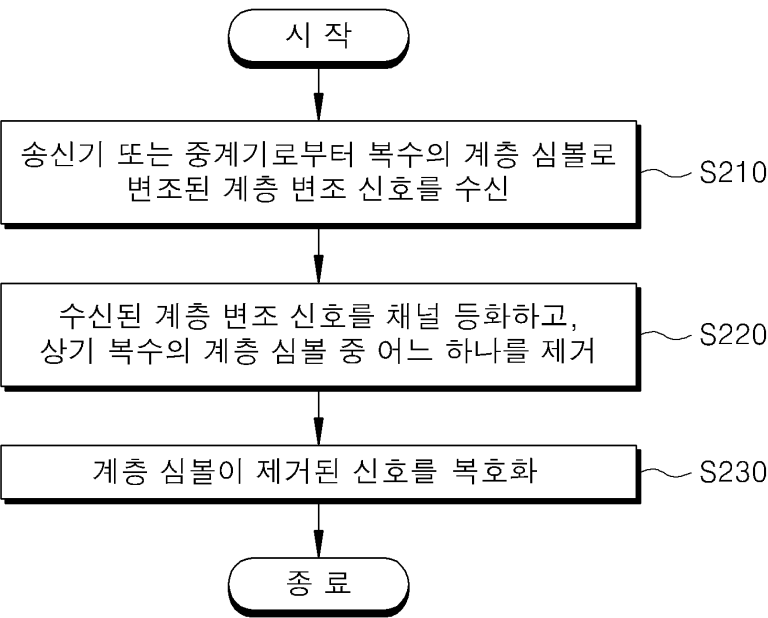
- 10 : 송신기
- 20 : 중계기
- 30 : 수신기
- 300 : 신호 처리 장치
- 310 : 계층 변조 신호 수신부
- 320 : 계층 심볼 제거부
- 330 : 복호화부

도면

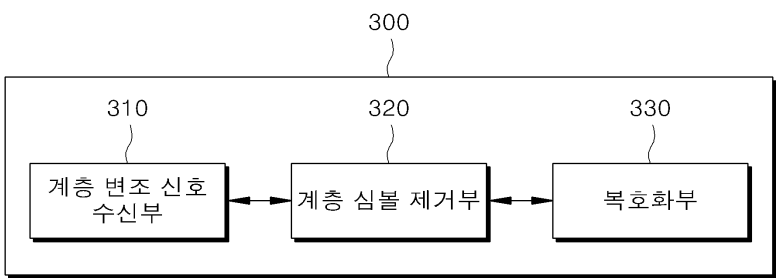
도면1



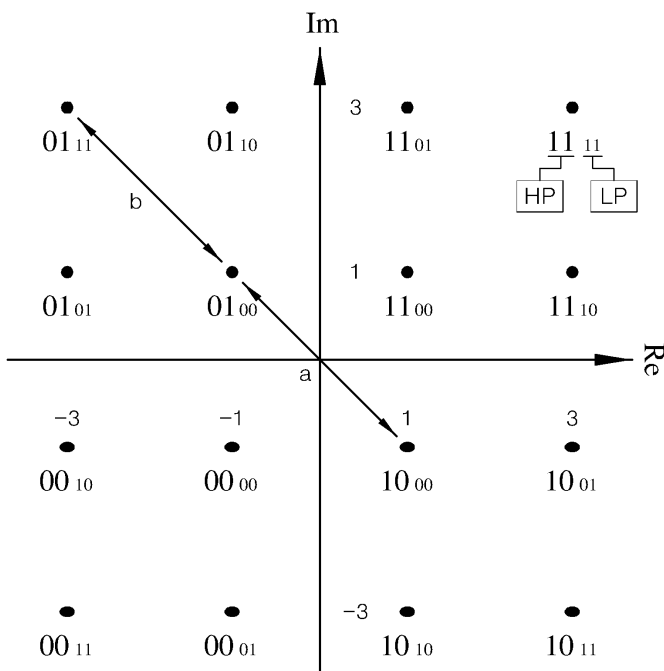
도면2



도면3



도면4



도면5

