



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0024230
(43) 공개일자 2011년03월09일

(51) Int. Cl.

H04B 7/14 (2006.01) H04W 88/04 (2009.01)

H04L 1/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0082138

(22) 출원일자 2009년09월01일

심사청구일자 2009년09월01일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울 광진구 군자동 98 세종대학교

(72) 발명자

신정철

서울특별시 성북구 정릉4동 254-275 2층

김지훈

서울특별시 광진구 군자동 373-1 B5

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

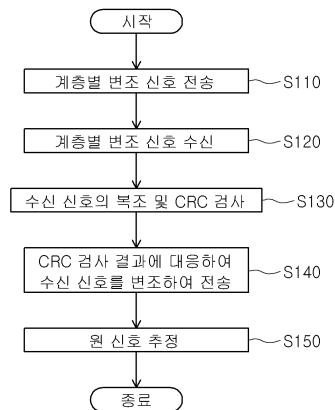
(54) 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명은, 복수 개의 계층들로 분류된 데이터가 계층별로 변조된 신호를 송신기로부터 수신하는 단계와, 상기 수신 신호를 복조하고 CRC 검사를 수행하는 단계, 및 상기 CRC 검사 결과에 대응하여 상기 수신 신호를 변조하여 송신기로 전송하는 단계를 포함하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법 및 시스템을 제공한다.

개시된 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법 및 시스템에 따르면, 수신된 신호를 CRC 검사 결과에 대응하여 적응적으로 변조하여 전송함에 따라 듀얼 홉 환경의 협력 통신에서 단일 안테나를 사용하는 단말기의 처리율을 향상시킴과 동시에 안정적인 비트 에러율을 유지할 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

송진혁

경상북도 포항시 북구 두호동 롯데아파트 5동 401호

송형규

경기도 성남시 분당구 서현동 한양아파트 320동 303호

유영환

서울특별시 송파구 가락동 쌍용아파트 101동 1501호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 09C1-C2-10M

부처명 지식경제부

연구관리전문기관

연구사업명 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기반기술개발사업

연구과제명 상황적응 협업통신기반 Scale-free uPAN 커뮤니티 네트워크 개발

기여율

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2009년 01월 01일 ~ 2012년 12월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

복수 개의 계층들로 분류된 데이터가 계층별로 변조된 신호를 송신기로부터 수신하는 단계;

상기 수신 신호를 복조하고 CRC 검사를 수행하는 단계; 및

상기 CRC 검사 결과에 대응하여 상기 수신 신호를 변조하여 수신기로 전송하는 단계를 포함하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 수신기는,

상기 CRC 검사 결과에 대응하여 변조된 신호를 수신하여 상기 송신기가 전송한 원 신호를 추정하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 송신기는,

상기 데이터를 상위 비트의 제1 계층과 하위 비트의 제2 계층으로 분류하여, 계층별로 변조하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 CRC 검사 결과에 대응하여 상기 수신 신호를 변조하여 수신기에 전송하는 단계는,

상기 수신 신호로부터 에러가 검출되지 않은 경우, 상기 제1 계층과 제2 계층에 포함되는 모든 비트 데이터를 변조하여 상기 수신기에 전송하고,

상기 수신 신호로부터 에러가 검출된 경우, 상기 제1 계층에 포함되는 비트 데이터에 대해서만 변조하여 상기 수신기에 전송하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 송신기는,

4 비트로 이루어진 데이터를 상위 2 비트와 하위 2 비트로 분류한 뒤 계층신호 X_{12} 로 변조하여 상기 계층신호 X_{12} 를 제1 중계기와 제2 중계기로 전송하고,

상기 제1 중계기 및 상기 제2 중계기는,

상기 CRC 검사 결과 에러가 검출되지 않은 경우, 상기 상위 2 비트의 데이터와 상기 하위 2 비트의 데이터를 각각 QPSK 변조를 통해 X_1 및 X_2 로 생성하며,

상기 CRC 검사 결과 에러가 검출된 경우, 상기 상위 2 비트 중 앞의 비트 데이터 및 뒤의 비트 데이터를 각각 BPSK 변조를 통해 X_1 및 X_2 로 생성하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 제1 중계기는,

상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 $X_1, -X_2^*$ 의 순서대로 상기 수신기로 전송하고,

상기 제2 중계기는,

상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 X_2, X_1^* 의 순서대로 상기 수신기로 전송하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 시스템.

청구항 7

복수 개의 계층들로 분류된 데이터가 계층별로 변조된 신호를 송신기로부터 수신하여, 상기 수신 신호를 복조하고 CRC 검사를 수행하며, 상기 CRC 검사 결과에 대응하여 상기 수신 신호를 변조하여 수신기로 전송하는 중계기를 포함하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 수신기는,

상기 CRC 검사 결과에 대응하여 변조된 신호를 수신하여 상기 송신기가 전송한 원 신호를 추정하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 시스템.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 송신기는,

상기 데이터를 상위 비트의 제1 계층과 하위 비트의 제2 계층으로 분류하여, 계층별로 변조하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 시스템.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 중계기는,

상기 CRC 검사 결과, 상기 수신 신호로부터 에러가 검출되지 않은 경우, 상기 제1 계층과 제2 계층에 포함되는 모든 비트 데이터를 변조하여 상기 수신기에 전송하고,

상기 수신 신호로부터 에러가 검출된 경우, 상기 제1 계층에 포함되는 비트 데이터에 대해서만 변조하여 상기 수신기에 전송하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 시스템.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 중계기는,

제1 중계기와 제2 중계기를 포함하고,

상기 송신기는,

4 비트로 이루어진 데이터를 상위 2 비트와 하위 2 비트로 분류한 뒤 계층신호 X_{12} 로 변조하여 상기 계층신호 X_{12} 를 상기 제1중계기와 제2중계기로 전송하고,

상기 제1 중계기 및 상기 제2 중계기는,

상기 CRC 검사 결과 에러가 검출되지 않은 경우, 상기 상위 2 비트의 데이터와 상기 하위 2 비트의 데이터를 각각 QPSK 변조를 통해 X_1 및 X_2 로 생성하며,

상기 CRC 검사 결과 에러가 검출된 경우, 상기 상위 2 비트 중 앞의 비트 데이터 및 뒤의 비트 데이터를 각각

BPSK변조를 통해 X_1 및 X_2 로 생성하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 시스템.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 제1 중계기는,

상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 X_1 , $-X_2^*$ 의 순서대로 상기 수신기로 전송하고,

상기 제2 중계기는,

상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 X_2 , X_1^* 의 순서대로 상기 수신기로 전송하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 반 이중 방식의 협력 통신에서의 처리율(throughput)을 향상시키기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 듀얼 홉 환경에서 협력 통신 방법의 경우, 단일 안테나를 사용하는 단말기가 중계기의 도움을 받도록 하여 통신의 신뢰성을 높이고 공간 다이버시티 이득을 얻도록 한다. 따라서, 저비용으로도 거리 및 장애물에 의한 경로 손실과 전력 소모를 줄일 수 있다.

[0003] 듀얼 홉 환경의 협력 통신 시스템은 송신기와 중계기 및 수신기로 구성되며, 두 번째 홉에서 중계기가 두 개 이상 존재할 때, 각 중계기 별로 독립적인 경로로 신호를 수신함으로써 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 그런데, 수신기에서 다이버시티 이득을 얻기 위해서는 상기 중계기가 상기 송신기의 브로드캐스트를 통해 신호를 수신해야 하고, 상기 중계기는 신호 분리가 가능한 구성을 갖추어 신호를 수신기로 전송해야 한다. 그런데, 이러한 방식은 협력 통신에서 주파수 효율을 저하시키는 요인이 되는 문제가 있다.

[0004] 종래의 협력 통신 방식 중 상기의 문제를 해결할 수 있는 가장 효율적인 방법은 다음과 같다. 첫 번째 홉에서는 더 높은 차수의 변조를 사용하고, 두 번째 홉에서는 알라무티(Alamouti)의 시공간 블록 부호를 협력 통신에 접목함에 따라 수신기가 두 신호를 분리할 수 있게 하는 동시에 다이버시티 이득을 얻게 하고, 순수 브로드캐스트 단계를 줄일 수 있다.

[0005] 그 상세한 절차는 다음과 같다. 첫 번째 전송 시간(브로드캐스트 단계)에서, 송신기는 신호 X_1 과 X_2 의 정보를 포함하는 16-QAM 변조된 X_{12} 를 중계기에 전송한다. 중계기 1과 중계기 2는 받은 신호를 16-QAM 복조기를 통해 복조하고, 복조한 신호를 다시 QPSK 변조를 통해 각각 $\tilde{X}_1$, $\tilde{X}_2$ 와 $\overline{X}_1$, $\overline{X}_2$ 로 재변조한다. 두 번째 전송 시간(멀티플렉싱 단계)에서, 중계기 1은 신호 $\tilde{X}_1$ 를, 중계기 2는 신호 $\tilde{X}_2$ 를 수신기에 전송한다. 세 번째 전송 시간(멀티플렉싱 단계)에서, 중계기 1은 신호 $-\tilde{X}_2^*$ 를, 중계기 2는 신호 $\overline{X}_1^*$ 를 수신기에 전송한다. 여기서, X^* 는 X 의 켈레 복소수(complex conjugate)를 의미한다.

[0006] 이상과 같은 절차를 이용할 경우, 송신기와 중계기에서 모두 QPSK 변조를 사용하는 경우보다 처리율을 향상시킬 수 있다. 하지만, 중계기의 거리가 송신기로부터 멀어짐에 따라 비트 에러율이 높아지는 문제점이 발생한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명은, 듀얼 홉 환경의 협력 통신에서 단일 안테나를 사용하는 단말기의 처리율을 향상시킴과 동시에 안정적인 비트 에러율을 유지할 수 있는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법 및 시스템을 제공하는데 목적이 있다.

과제 해결수단

[0008] 본 발명은, 복수 개의 계층들로 분류된 데이터가 계층별로 변조된 신호를 송신기로부터 수신하는 단계와, 상기 수신 신호를 복조하고 CRC 검사를 수행하는 단계, 및 상기 CRC 검사 결과에 대응하여 상기 수신 신호를 변조하여 수신기로 전송하는 단계를 포함하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법을 제공한다.

[0009] 여기서, 상기 수신기는, 상기 CRC 검사 결과에 대응하여 변조된 신호를 수신하여 상기 송신기가 전송한 원 신호를 추정할 수 있다. 또한, 상기 송신기는, 상기 데이터를 상위 비트의 제1 계층과 하위 비트의 제2 계층으로 분류하여, 계층별로 변조할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 CRC 검사 결과에 대응하여 상기 수신 신호를 변조하여 수신기에 전송하는 단계는, 상기 수신 신호로부터 에러가 검출되지 않은 경우, 상기 제1 계층과 제2 계층에 포함되는 모든 비트 데이터를 변조하여 상기 수신기에 전송하고, 상기 수신 신호로부터 에러가 검출된 경우, 상기 제1 계층에 포함되는 비트 데이터에 대해서만 변조하여 상기 수신기에 전송할 수 있다.

[0011] 그리고, 상기 송신기는, 4 비트로 이루어진 데이터를 상위 2 비트와 하위 2 비트로 분류한 뒤 계층신호 X_{12} 로 변조하여 상기 계층신호 X_{12} 를 제1 중계기와 제2 중계기로 전송할 수 있다. 이때, 상기 제1 중계기 및 상기 제2 중계기는, 상기 CRC 검사 결과 에러가 검출되지 않은 경우, 상기 상위 2 비트의 데이터와 상기 하위 2 비트의 데이터를 각각 QPSK 변조를 통해 X_1 및 X_2 로 생성하며, 상기 CRC 검사 결과 에러가 검출된 경우, 상기 상위 2 비트 중 앞의 비트 데이터 및 뒤의 비트 데이터를 각각 BPSK 변조를 통해 X_1 및 X_2 로 생성할 수 있다. 여기서, 상기 제1 중계기는, 상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 $X_1, -X_2^*$ 의 순서대로 상기 수신기로 전송하고, 상기 제2 중계기는, 상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 X_2, X_1^* 의 순서대로 상기 수신기로 전송할 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명은, 복수 개의 계층들로 분류된 데이터가 계층별로 변조된 신호를 송신기로부터 수신하여, 상기 수신 신호를 복조하고 CRC 검사를 수행하며, 상기 CRC 검사 결과에 대응하여 상기 수신 신호를 변조하여 수신기로 전송하는 중계기를 포함하는 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 시스템을 제공한다.

[0013] 여기서, 상기 수신기는, 상기 CRC 검사 결과에 대응하여 변조된 신호를 수신하여 상기 송신기가 전송한 원 신호를 추정할 수 있다. 또한, 상기 송신기는, 상기 데이터를 상위 비트의 제1 계층과 하위 비트의 제2 계층으로 분류하여, 계층별로 변조할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 중계기는, 상기 CRC 검사 결과, 상기 수신 신호로부터 에러가 검출되지 않은 경우, 상기 제1 계층과 제2 계층에 포함되는 모든 비트 데이터를 변조하여 상기 수신기에 전송하고, 상기 수신 신호로부터 에러가 검출된 경우, 상기 제1 계층에 포함되는 비트 데이터에 대해서만 변조하여 상기 수신기에 전송할 수 있다.

[0015] 그리고, 상기 중계기는, 제1 중계기와 제2 중계기를 포함할 수 있다. 상기 송신기는, 4 비트로 이루어진 데이터를 상위 2 비트와 하위 2 비트로 분류한 뒤 계층신호 X_{12} 로 변조하여 상기 계층신호 X_{12} 를 상기 제1 중계기와 제2 중계기로 전송할 수 있다. 이때, 상기 제1 중계기 및 상기 제2 중계기는, 상기 CRC 검사 결과 에러가 검출되지 않은 경우, 상기 상위 2 비트의 데이터와 상기 하위 2 비트의 데이터를 각각 QPSK 변조를 통해 X_1 및 X_2 로 생성하며, 상기 CRC 검사 결과 에러가 검출된 경우, 상기 상위 2 비트 중 앞의 비트 데이터 및 뒤의 비트 데이터를 각각 BPSK 변조를 통해 X_1 및 X_2 로 생성할 수 있다. 여기서, 상기 제1 중계기는, 상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 $X_1, -X_2^*$ 의 순서대로 상기 수신기로 전송하고, 상기 제2 중계기는, 상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 X_2, X_1^* 의 순서대로 상기 수신기로 전송할 수 있다.

효과

[0016] 본 발명에 따른 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법 및 시스템에 따르면, 수신된 신호를 CRC 검사 결과에 대응하여 적응적으로 변조하여 전송함에 따라 듀얼 홉 환경의 협력 통신에서 단일 안테나를 사용하

는 단말기의 처리율을 향상시킴과 동시에 안정적인 비트 에러율을 유지할 수 있는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법의 흐름도이다. 도 2는 도 1을 위한 시스템의 구성도이다. 도 3은 도 2의 송신기와 중계기의 상세 구성도이다.
- [0018] 이하에서는, 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법 및 시스템에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 또한, 송신기와 수신기 사이에 중계기가 2개 존재하는 경우를 그 실시예로 한다.
- [0019] 통상의 협력 통신 시스템은 심볼 단위가 아닌 프레임 단위로 협력 통신을 수행하지만, 설명의 편의와 간단화를 위해 프레임 단위 대신 심볼 단위로 설명한다. 상기 심볼 단위를 사용한 이하의 실시예를 참조하여 이를 프레임 단위로 확장하여 협력 통신을 구현하는 것은 본 기술분야의 당업자에게는 자명한 사실이다.
- [0020] 먼저, 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 송신기(110)는 전송하고자 하는 데이터를 복수 개의 계층들로 분류하고, 계층 16-QAM 변조기(111)를 이용하여 이를 계층별로 변조하여 상기 중계기(120)로 전송한다(S110). 도 2를 참조하면, 상기 중계기(120)는 상기 시스템(100) 내에서 M개로 존재할 수 있지만, 이하에서는 M=2인 경우를 예로 한다.
- [0021] 도 4는 신호 전송을 위해 사용하는 계층 16-QAM 변조기의 성상도를 나타내고, 도 5는 중계기가 2개인 경우 송신기와 중계기의 전송 심볼 구성표를 나타낸다.
- [0022] 도 3 내지 도 5를 참조하면, 상기 S110단계에서 상기 송신기(110)는 상기 데이터를 상위 비트의 제1 계층과 하위 비트의 제2 계층으로 분류하여 계층별로 변조한다. 더 상세하게는, 상기 송신기(110)는 4 비트로 이루어진 데이터를 상위 2 비트와 하위 2 비트로 분류한 뒤, 이를 상기 계층 16-QAM 변조기(111)에서 계층신호 X_{12} 로 변조하여 제1 중계기(120)와 제2 중계기(120)로 전송한다. 상기 계층 16-QAM 변조기(111)는 계층 16-QAM 방식을 이용한다.
- [0023] 상기 4 비트 중에서, 상기 상위 2 비트는 중요도가 높은 비트로서 상기 제1 계층에 속하고, 상기 하위 2 비트는 중요도가 낮은 비트로서 상기 제2 계층에 속한다. 물론, 상기 중요도가 낮은 하위 2 비트는, 추후 폐기되어도 통신의 성능에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 가정한다.
- [0024] 상기 S110단계 이후, 상기 제1 중계기(120) 및 제2 중계기(120)는, 상기 계층별로 변조된 신호 즉, 계층신호 X_{12} 를 상기 송신기(110)로부터 수신한다(S120). 즉, 첫 번째 전송 시간(도 5의 단계 1) 동안에 각 중계기(120)가 수신한 신호 ($Y_{R_1,1}$, $Y_{R_2,1}$)를 주파수 축에서 살펴본 결과는 수학적 식 1을 참조한다.

수학적 식 1

$$\begin{aligned} Y_{R_1,1} &= X_{12}H_{SR_1} + N_{R_1,1} \\ Y_{R_2,1} &= X_{12}H_{SR_2} + N_{R_2,1} \end{aligned}$$

- [0025]
- [0026] 여기서, R_1 과 R_2 는 각각 제1 중계기(120)와 제2 중계기(120)를 의미한다. 또한, S 는 송신기(110)를 의미한다. H_{SR_1} 과 H_{SR_2} 은 송신기(110)와 각 중계기(120) 사이의 채널의 주파수 응답이고, $N_{R_1,1}$ 과 $N_{R_2,1}$ 은 첫 번째 전송시간에서 각 중계기(120)의 노이즈 성분이다.
- [0027] 또한, 상기 제1 중계기(120)와 제2 중계기(120)는, 상기 송신기(110)에서 전송된 신호(X_{12})를 즉각적으로 추정하는데, 이는 수학적 식 2를 참조한다.

수학식 2

$$\widetilde{X}_{12} = \frac{Y_{R_1,1}}{\widetilde{H_{SR_1}}}, \quad \overline{X}_{12} = \frac{Y_{R_2,1}}{\overline{H_{SR_2}}}$$

여기서, $\widetilde{X}_{12}$ 와 $\overline{X}_{12}$ 는, 제1 중계기(120)와 제2 중계기(120)에서 각각 추정된 송신기(110)의 전송 신호를 의미한다. $\widetilde{H_{SR_1}}$ 과 $\overline{H_{SR_2}}$ 는 송신기(110)와 각 중계기(120) 사이의 추정된 채널의 주파수의 응답이다.

다음, 상기 각 중계기(120)는, 각각의 추정된 수신 신호를 복조하고, CRC(Cyclic Redundancy Check) 검사를 수행한다(S130). 여기서, 각 중계기(120)는 계층 16-QAM 복조기(121)를 사용하여 상기 4 비트의 데이터를 복조하고, CRC 검사기(122)를 이용하여 에러 발생의 여부를 검사한다.

이후, 상기 각 중계기(120)는, 상기 계층 16-QAM 복조기(121)에서 복조된 수신 신호를 상기 CRC 검사 결과에 대응하여 적응적으로 변조한 후에 수신기(130)로 전송한다(S140). 상기 S140 단계를 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

상기 각 중계기(120)는 상기 계층 16-QAM 복조기(121)에서 복조된 수신 신호의 CRC 검사 결과 상기 에러가 검출되지 않은 경우, 상기 제1 계층에 포함되는 모든 비트 데이터를 변조하여 상기 수신기(130)에 전송한다. 즉, 상기 상위 2 비트의 데이터와 상기 하위 2 비트의 데이터를 각각 QPSK 변조기(123)를 통해 QPSK 변조하여 X_1 및 X_2 로 생성한다.

또한, 상기 중계기(120)는 상기 계층 16-QAM 복조기(121)에서 복조된 수신 신호의 CRC 검사 결과 상기 에러가 검출된 경우, 상기 제1 계층에 포함되는 비트 데이터인 상위 2 비트의 데이터에 대해서만 변조하여 상기 수신기(130)에 전송한다. 더 상세하게는, 상기 상위 2 비트 중, 앞의 비트 데이터 및 뒤의 비트 데이터를 각각 BPSK 변조기(124)를 통해 BPSK 변조하여 X_1 및 X_2 로 생성한다.

상기 CRC 검사 결과에 대응되어 QPSK 변조 또는 BPSK 변조를 적응적으로 수행한 이후, 상기 제1 중계기(120)는, 상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 X_1 (두 번째 전송시간), $-X_2^*$ (세 번째 전송 시간)의 순서대로 상기 수신기(130)로 전송하고, 상기 제2 중계기(120)는, 상기 변조된 X_1 및 X_2 신호를 X_2 (두 번째 전송시간), X_1^* (세 번째 전송 시간)의 순서대로 상기 수신기(130)로 전송한다.

상기 수신기(130)는 상기 CRC 검사 결과에 대응하여 변조된 신호를 수신하여 상기 송신기가 전송한 원 신호를 추정한다(S150). 상기 두 번째 전송시간(도 5의 단계 2)과 세 번째 전송 시간(도 5의 단계 3)에서, 상기 수신기(130)가 각 중계기(120)로부터 수신한 신호($Y_{D,2}$, $Y_{D,3}$)를 주파수 축에서 살펴본 결과는 수학식 3을 참조한다.

수학식 3

$$Y_{D,2} = \widetilde{X}_{1,Q} H_{R_1D} + \overline{X}_{2,Q} H_{R_2D} + N_{D,2}$$

$$Y_{D,3} = -\widetilde{X}_{2,Q}^* H_{R_1D} + \overline{X}_{1,Q}^* H_{R_2D} + N_{D,3}$$

여기서, D 는 수신기(130)를 의미한다. 또한, H_{R_1D} 와 H_{R_2D} 는 각 중계기(120)와 수신기(130) 사이의 채널의 주파수 응답이고, $N_{D,2}$ 와 $N_{D,3}$ 는 상기 두 번째 전송시간과 세 번째 전송시간에서의 수신기(130)의 노이즈 성분이다.

[0038] 상기 수신기(130)에서 상기 원 신호의 추정은 이하의 수학식 4를 참조한다.

수학식 4

$$\widehat{X}_{1,Q} = Y_{D,2} \widetilde{H_{R_1D}^*} + Y_{D,3}^* \widetilde{H_{R_2D}}$$

$$\widehat{X}_{2,Q} = Y_{D,2} \widetilde{H_{R_2D}^*} - Y_{D,3}^* \widetilde{H_{R_1D}}$$

[0039]

[0040] 여기서, $\widehat{X}_{1,Q}$ 와 $\widehat{X}_{2,Q}$ 는 각 중계기(120)로부터 수신한 신호에 대한 각각의 추정된 원 신호를 나타낸다.

또한, $\widetilde{H_{R_1D}}$ 와 $\widetilde{H_{R_2D}}$ 는 수신기(130)가 추정한 각 중계기(120)의 주파수 응답이다.

[0041]

이때, 근사적으로 $\widetilde{X_{i,Q}}$ 와 $\overline{X_{i,Q}}$ 는 $X_{i,Q}$ 와 같고, $\widetilde{H_{SR_i}}$ 와 $\overline{H_{SR_i}}$ 는 H_{SR_i} 와 같다고 한다면, 수학식 4는 수학식 3을 대입함으로써 아래의 수학식 5로 정리된다.

수학식 5

$$\widehat{X}_{1,Q} = (\alpha_{R_1D}^2 + \alpha_{R_2D}^2) X_{1,Q} + H_{R_1D}^* N_{D,2} + H_{R_2D} N_{D,3}^*$$

$$\widehat{X}_{2,Q} = (\alpha_{R_1D}^2 + \alpha_{R_2D}^2) X_{2,Q} - H_{R_1D} N_{D,3}^* + H_{R_2D}^* N_{D,2}$$

[0042]

[0043] 여기서, $(\alpha_{R_1D}^2 + \alpha_{R_2D}^2)$ 는 협력 다이버시티 이득을 나타낸다. 즉, 수학식 5를 참조하면, 간단한 디코딩 과정을 통하여 협력 다이버시티 이득을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 물론, 이러한 경우는 송신기(110)와 각 중계기(120) 사이 채널의 신호 대 잡음비가 높고 중계기(120)의 채널 추정이 완벽한 경우에 해당된다.

[0044]

도 6은 레일레이 채널 모델에서 본 발명과 전통적인 방식의 비트 오류율을 비교한 그래프이다. 도 7은 레일레이 채널 모델에서 송신기-중계기의 상대적인 위치에 따라 본 발명과 전통적인 방식의 비트 오류율을 비교한 그래프이다. 또한, 도 8은 레일레이 채널 모델에서 송신기-중계기의 상대적인 위치에 따라 본 발명과 전통적인 방식의 정규화된 처리율을 비교한 그래프이다.

[0045]

먼저, 본 발명과 비교에 사용된 상기 전통적인 방식 A와 전통적인 방식 B에 관하여 간단히 설명한다. 상기 전통적인 방식 A에서 송신기는 QPSK 변조한 신호 X_1 과 X_2 를 중계기로 전송하고, 중계기는 수신한 X_1 과 X_2 를 QPSK 변조한 신호인 Y_1 과 Y_2 를 수신기로 전송한다. 전통적인 방식 B에서 송신기는 신호 X_1 과 X_2 를 한번에 전송하도록 16-QAM 변조한 신호 X_{12} 를 중계기로 전송하고, 중계기는 수신한 X_{12} 를 QPSK 재변조한 신호인 X_1 과 X_2 를 수신기로 전송한다.

[0046]

이하에서는, 도 6 내지 도 8을 참조로 하여, 본 발명에서 제안한 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법에 대한 모의 실험 결과를 알아보고, 그 성능 향상을 검증해 보기로 한다. 상기 모의 실험에서 각 방식 간의 공정한 비교를 위하여, 전체 신호 파워의 합이 비 협력통신인 경우에 사용하는 전송 파워와 동일한 것으로 가정하였고, 시간 및 주파수 동기화 채널 추정은 완벽하다고 가정하였다. 또한, 각각의 중계기(120)에서 수신기(130)까지 겪는 채널은 독립적이라고 가정하였다.

[0047]

도 6은 중계기(120)의 상대적인 위치가 0.3인 경우이고, 중계기(120)가 1개(Relay=1) 혹은 2개(Relay=2) 존재할 경우의 신호 대 잡음비에 따른 비트 오류율을 보여준다. 송신기(110)와 중계기(120)에서 모두 QPSK 변조 방식을 사용하는 전통적인 방식 A가 가장 좋은 성능을 보이고, 송신기(110)에서 16-QAM 변조를 사용하고 중계기(120)에서 QPSK 변조를 사용하는 전통적인 방식 B는 가장 나쁜 성능을 가짐을 알 수 있다. 본 발명의 성능은 전통적인 방식 A와 비슷한 비트 오류율을 갖는데, 이는 중요하지 않은 2 비트를 CRC 검사를 통해 버림으로써 통신의 신뢰성을 높일 수 있기 때문이다.

[0048]

도 7은 신호 대 잡음 비가 30dB일 때, 송신기(110)-중계기(120)의 상대적인 거리에 따른 비트 오류율을 보여준

다. 송신기(110)-중계기(120)의 상대적인 거리는 0.1이고, 중계기(120)가 하나만 존재할 경우, 세 가지 방식 모두 중계기(120)에서 신호를 완벽하게 복조하기 때문에 비트 에러율이 동일함을 알 수 있다. 송신기(110)-중계기(120)의 상대적인 거리는 0.1이고, 중계기(120)가 2개일 경우는, 전통적인 방식 B가 송신기(110)의 신호를 완벽하게 복조하지 못할 확률이 다른 두 방식보다 높기 때문에 높은 비트 에러율을 보여준다. 송신기(110)-중계기(120)의 상대적인 거리가 증가할수록, 전통적인 방식 B의 비트 에러율이 급격하게 나빠지는 것에 반해, 본 발명의 경우는 전통적인 방식 A의 비트 에러율과 비슷한 상태를 유지함을 알 수 있다.

[0049] 도 8은 송신기(110)-중계기(120)의 상대적인 거리에 대해, 세 방식을 전통적인 방식 B로 정규화한 처리율을 보여준다. 본 발명의 경우, 중계기(120)가 CRC 검사를 통하여 신호를 적응적 전송을 하기 때문에, 송신기(110)-중계기(120)의 상대적인 거리가 멀어짐에 따라 상기 처리율이 감소하는 것이 확인이 된다. 그러나, 본 발명의 경우, 전통적인 방식 A와 비교했을 때는 항상 높은 처리율을 제공할 수 있다.

[0050] 이상과 같이, 상기 제안한 본 발명의 방법에 따르면, 기존 협력 통신 방법과는 달리 브로드캐스트 단계의 빈도를 줄여 처리율을 증가시키면서도, 기존의 방식과 비슷한 수준의 비트 에러율을 얻음으로써, 저전력과 저비용으로도 신뢰성이 높은 초고속 통신을 가능케 할 수 있다. 즉, 송신기와 중계기에서 동일한 변조방식을 사용하는 기존의 방식보다 브로드캐스트 단계로 인한 지연시간을 줄임으로써 처리율을 향상시킬 수 있다.

[0051] 한편, 상술한 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법은, 컴퓨터에서 읽을 수 있는 코드/명령들(instructions)/프로그램으로 구현된다. 예를 들면, 상기의 방법은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 이용하여 상기 코드/명령들/프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 마그네틱 저장 매체(ex, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크, 마그네틱 테이프 등), 광학적 판독 매체(ex, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(ex, 인터넷을 통한 전송) 등의 저장 매체를 포함한다. 또한, 본 발명의 실시예는 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드를 내장하는 매체(들)로서 구현되어, 네트워크를 통해 연결된 다수 개의 컴퓨터 시스템들이 분배되어 처리 동작하도록 할 수 있다. 본 발명의 방법이 실현하는 기능적인 프로그램들, 코드들 및 코드 세그먼트(segment)들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의해 쉽게 추론될 수 있음은 자명하다.

[0052] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능한 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 방법의 흐름도이다.

[0054] 도 2는 도 1을 위한 시스템의 구성도이다.

[0055] 도 3은 도 2의 송신기와 중계기의 상세 구성도이다.

[0056] 도 4는 신호 전송을 위해 사용하는 계층 16-QAM 변조기의 구성도이다.

[0057] 도 5는 중계기가 2개인 경우 송신기와 중계기의 전송 심볼 구성표이다.

[0058] 도 6은 레일레이 채널 모델에서 본 발명과 전통적인 방식의 비트 오류율을 비교한 그래프이다.

[0059] 도 7은 레일레이 채널 모델에서 송신기-중계기의 상대적인 위치에 따라 본 발명과 전통적인 방식의 비트 오류율을 비교한 그래프이다.

[0060] 도 8은 레일레이 채널 모델에서 송신기-중계기의 상대적인 위치에 따라 본 발명과 전통적인 방식의 정규화된 처리율을 비교한 그래프이다.

[0061] < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 간단한 설명 >

[0062] 100: 협력 통신에서의 계층 변조를 사용한 처리율 향상 시스템

[0063] 110: 송신기 111: 계층 16-QAM 변조기

[0064] 120: 중계기 121: 계층 16-QAM 복조기

[0065] 122: CRC 검사기 123: QPSK 변조기

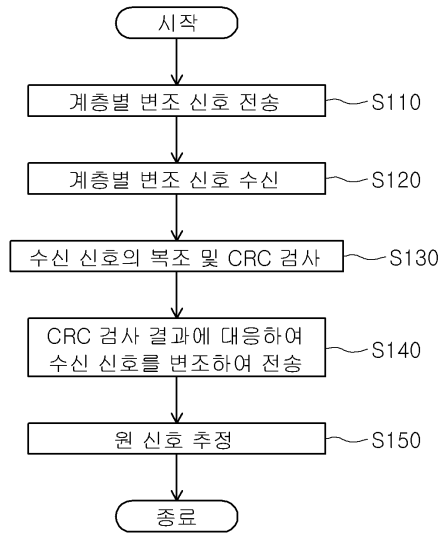
[0066]

124: BPSK 변조기

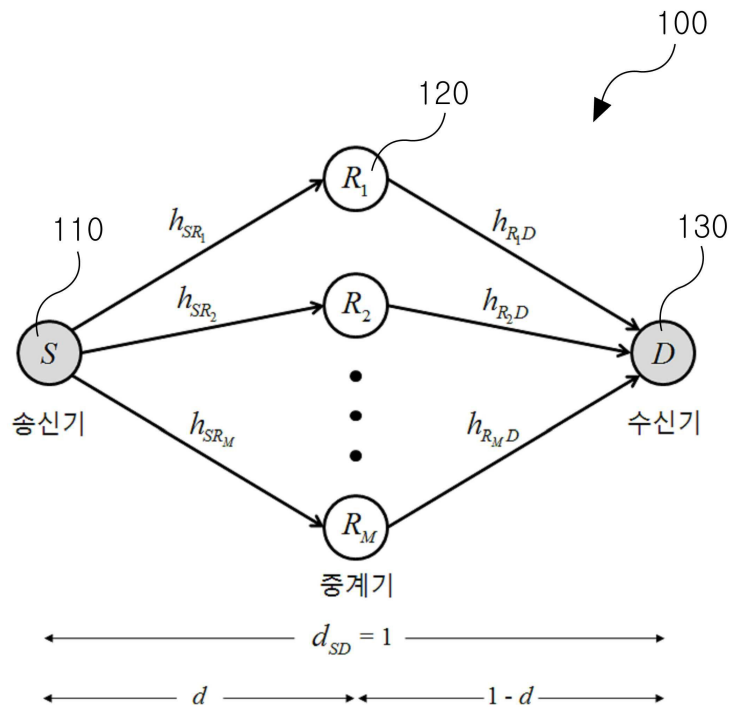
130: 수신기

도면

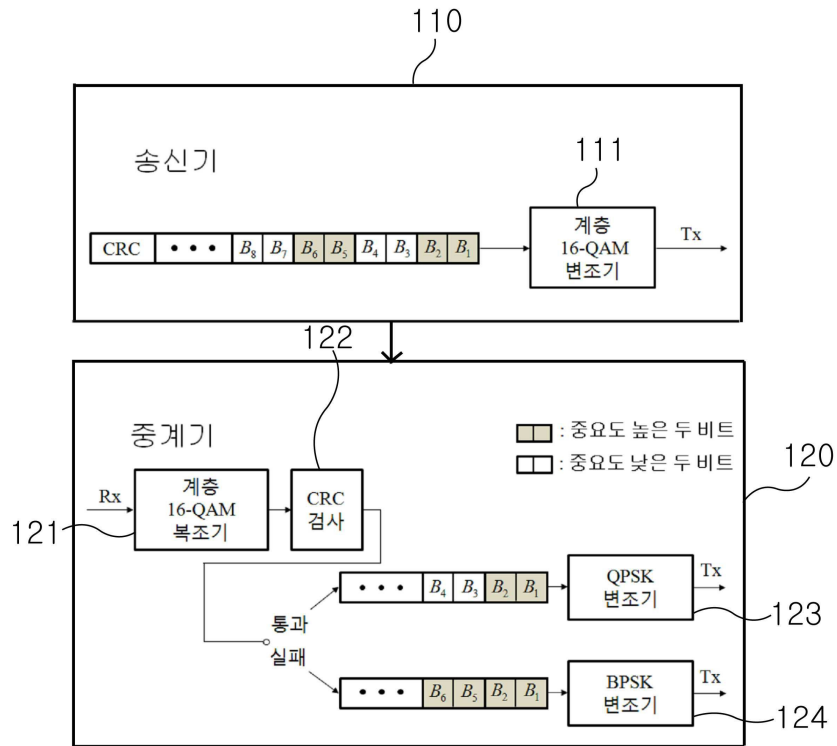
도면1



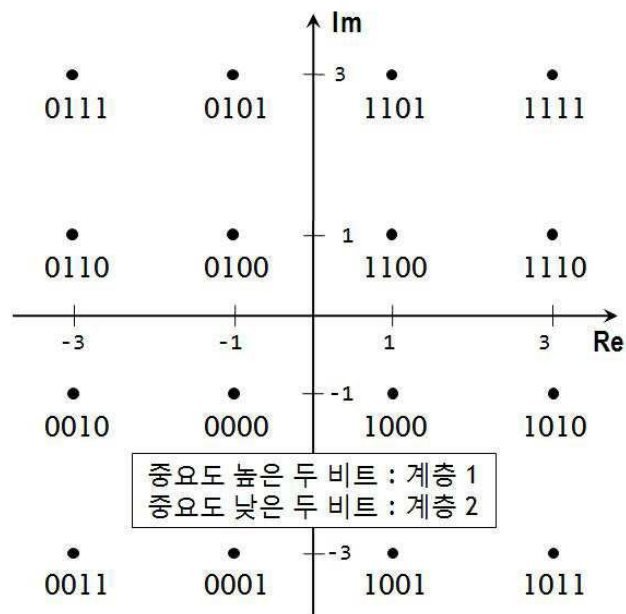
도면2



도면3



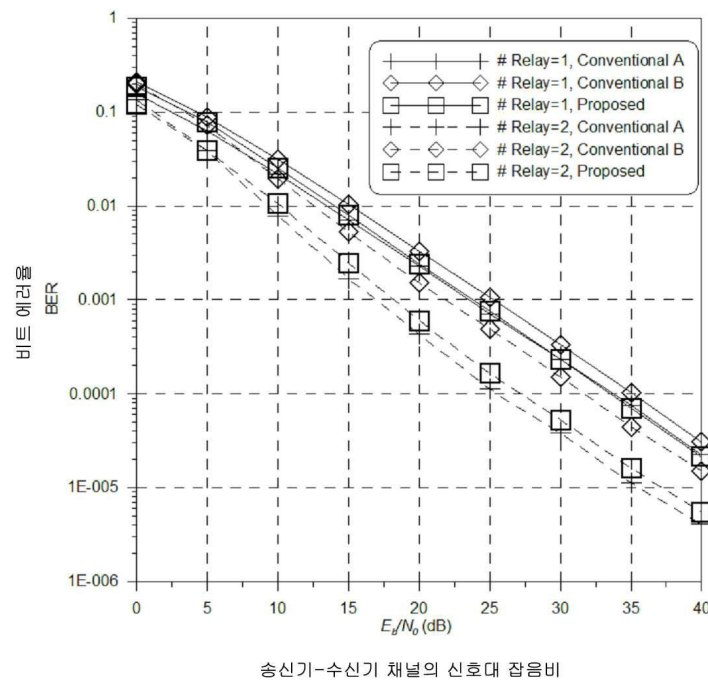
도면4



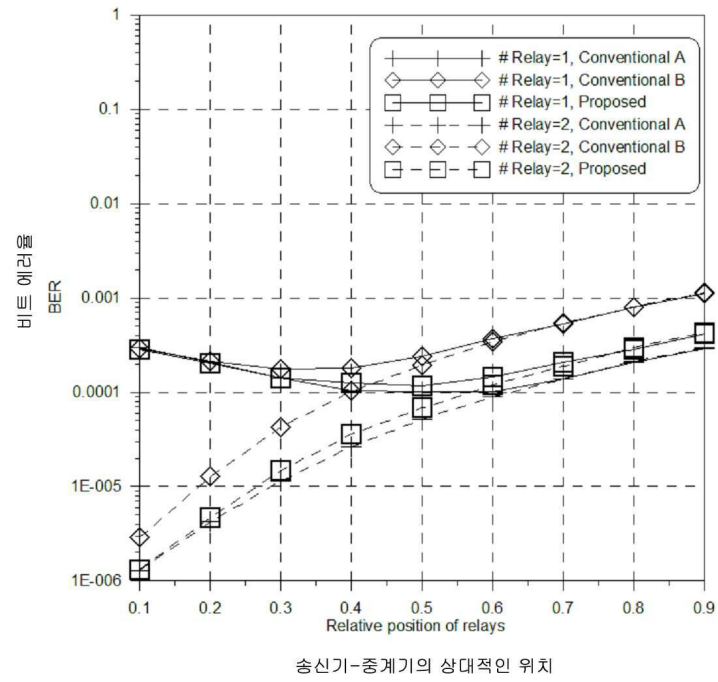
도면5

단계	흐름	심볼
1 (브로드캐스트 단계)	$S \rightarrow \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix}$	X_{12} X_{12}
2 (멀티플렉싱 단계)	$\begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix} \rightarrow D$	$\tilde{X}_1$ $\bar{X}_2$
3 (멀티플렉싱 단계)	$\begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix} \rightarrow D$	$-\tilde{X}_2^*$ $\bar{X}_1^*$

도면6



도면7



도면8

