(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0028401
(43) 공개일자 2013년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/14 (2006.01) *H04B 7/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0091918
(22) 출원일자 2011년09월09일
심사청구일자 2012년04월10일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산 남구 무거2동 산29
(72) 발명자
공형윤
울산광역시 남구 신복로79번길 14, 롯데 캐슬 101동 703호 (무거동)
김렴
부산광역시 북구 구포2동 986-56 에이스타운 1301호
(74) 대리인
특허법인태백

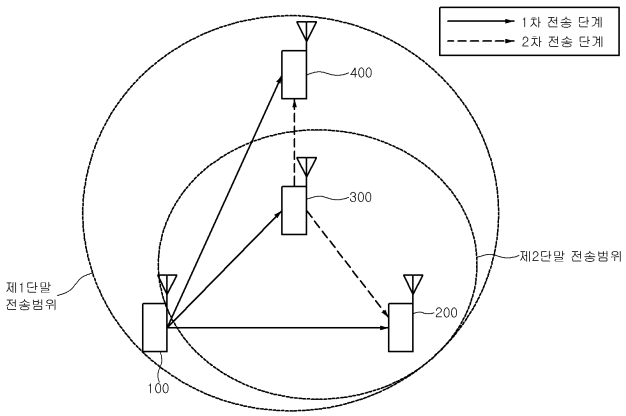
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **적응형 협력 통신 방법, 적응형 협력 통신 중계 단말 및 그 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 적응형 협력 통신 방법, 적응형 협력 통신 중계 단말 및 그 시스템에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 적응형 협력 통신 방법은 제1 데이터를 송수신하는 제1 단말, 제2 단말과 적응형 협력 통신을 수행하고, 제3 단말과 제2 데이터 통신을 수행하는 중계 단말의 적응형 협력 통신 방법에 있어서, 상기 제1 단말로부터 상기 제1 데이터를 수신하는 제1 단계와, 상기 제2 단말로부터 상기 제1 데이터의 복호 가능 여부를 판단하는 복호 판단 메시지를 수신하는 제2 단계와, 상기 복호 판단 메시지에 따라 상기 제1 데이터를 상기 제2 단말로 전송하는 제3 단계를 포함함으로써, 중계 단말과 데이터를 송수신하는 단말 간의 비트 에러율을 감소시킬 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2010-0016782
부처명	교육과학기술부
연구사업명	기본연구지원사업
연구과제명	정보이론 관점에서의 사용자 협력 기반 Cognitive Radio 네트워크 분석(2)
주관기관	울산대학교 산학협력단
연구기간	2010.05.01 ~ 2011.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

제1 데이터를 송수신하는 제1 단말, 제2 단말과 적응형 협력 통신을 수행하고, 제3 단말과 제2 데이터 통신을 수행하는 중계 단말의 적응형 협력 통신 방법에 있어서,

상기 제1 단말로부터 상기 제1 데이터를 수신하는 제1 단계;

상기 제2 단말로부터 상기 제1 데이터의 복호 가능 여부를 판단하는 복호 판단 메시지를 수신하는 제2 단계;

상기 복호 판단 메시지에 따라 상기 제1 데이터를 상기 제2 단말로 전송하는 제3 단계를 포함하는 적응형 협력 통신 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 단말은,

상기 제1 단말로부터 상기 제1 데이터를 수신하여, 상기 제1 단말과 제2 단말 간 채널의 신호대 잡음비가 미리 설정된 임계 신호대 잡음비보다 큰 경우에는 상기 제1 데이터의 복호 성공으로 판단하고, 작거나 같은 경우에는 상기 제1 데이터의 복호 실패로 판단하는 적응형 협력 통신 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제3 단계는,

상기 복호 판단 메시지가 복호 성공이면 상기 제3 단말로 상기 제2 데이터를 전송하는 적응형 협력 통신 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제3 단계는,

상기 복호 판단 메시지가 복호 실패이면 상기 제2 단말 및 제3 단말로 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송하는 적응형 협력 통신 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 단말 및 제3 단말로 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송하는 경우,

상기 제2 단말은 상기 결합한 데이터를 최대 비율 결합 방식으로 복호화하고,

상기 제3 단말은 상기 결합한 데이터를 선형 결합 방식으로 복호화하는 적응형 협력 통신 방법.

청구항 6

제1 데이터를 송수신하는 제1 단말, 제2 단말과 적응형 협력 통신을 수행하고, 제3 단말과 제2 데이터 통신을 수행하는 중계 단말에 있어서,

상기 제1 단말로부터 상기 제1 데이터를 수신하고, 상기 제2 단말로부터 상기 제1 데이터의 복호 가능 여부를 판단하는 복호 판단 메시지를 수신하는 수신부;

상기 복호 판단 메시지에 따라 상기 제1 데이터를 상기 제2 단말로의 전송 여부를 결정하는 결정부;

상기 제1 데이터 또는 제2 데이터를 상기 제2 단말 또는 제3 단말로 전송하는 송신부를 포함하는 적응형 협력 통신 중계 단말.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제2 단말은,

상기 제1 단말로부터 상기 제1 메시지를 수신하여, 상기 제1 단말과 제2 단말 간 채널의 신호대 잡음비가 미리

설정된 임계 신호대 잡음비보다 큰 경우에는 상기 제1 데이터의 복호 성공으로 판단하고, 작거나 같은 경우에는 상기 제1 데이터의 복호 실패로 판단하는 적응형 협력 통신 중계 단말.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 결정부는,

상기 복호 판단 메시지가 복호 성공이면 상기 제3 단말로 상기 제2 데이터의 전송을 결정하는 적응형 협력 통신 중계 단말.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 결정부는,

상기 복호 판단 메시지가 복호 실패이면 상기 제2 단말 및 제3 단말로 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터를 결합한 데이터의 전송을 결정하는 적응형 협력 통신 중계 단말.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2 단말 및 제3 단말로 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송하는 경우,

상기 제2 단말은 상기 결합한 데이터를 최대 비율 결합 방식으로 복호화하고,

상기 제3 단말은 상기 결합한 데이터를 선형 결합 방식으로 복호화하는 적응형 협력 통신 중계 단말.

청구항 11

제1 데이터를 송수신하는 제1 단말, 제2 단말과 적응형 협력 통신을 수행하고, 제3 단말과 제2 데이터 통신을 수행하는 중계 단말의 적응형 협력 통신 시스템에 있어서,

상기 제1 단말은 제1 데이터를 상기 제2 단말, 제3 단말, 중계 단말로 전송하고,

상기 제2 단말은 상기 제1 데이터의 복호 가능 여부를 판단하고, 상기 제1 데이터의 복호 판단 메시지를 상기 중계 단말로 전송하고,

상기 중계 단말은 상기 복호 판단 메시지가 복호 성공이면 상기 제3 단말로 상기 제2 데이터를 전송하고, 상기 복호 판단 메시지가 복호 실패이면 상기 제2 단말 및 제3 단말로 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송하는 적응형 협력 통신 시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 적응형 협력 통신 방법, 적응형 협력 통신 중계 단말 및 그 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 송신 단말의 데이터를 수신 단말에서 복호화 가능 여부에 따라 중계 단말이 재전송 여부를 결정하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 들어 다양한 무선 통신 서비스의 급증으로 인해 한정된 주파수 자원은 점점 포화 상태에 이르고 있다. 앞으로의 미래 사회에서 계속해서 증가하는 다양한 무선 콘텐츠와 서비스는 보다 많은 사용자를 불러올 것이며, 이는 또 다른 주파수의 할당이 필요함을 의미한다. 그러나 미국의 주파수 관리 정책을 담당하는 연방 통신위원회(FCC: Federal Communication Commission)의 보고서에 따르면 실제 사용되는 스펙트럼 사용률(spectrum utilization)이 6.5% 이내로 매우 낮게 나타나고 있으며, 이는 곧 기존의 주파수 정책이 효율적인 주파수 운용을 하지 못하고 있음을 보여준다. 따라서 유한한 주파수 이용의 효율을 높일 수 있다면, 현재 예상되는 주파수 부족 문제를 해결할 수 있음을 시사하고 있다.

[0003] 주파수 부족 문제를 해결하기 위해 제안된 대표적인 기술로 스펙트럼의 효율을 증가시킬 수 있는 무선 인지(cognitive radio) 기술이 있다. 특정 주파수를 사용할 수 있도록 허가된 1차 시스템 외에도 허가되지 않은 2

차 시스템이 1차 시스템에 허가된 주파수에 접근이 가능하도록 함으로써 보다 높은 스펙트럼 효율을 얻을 수 있게 한다. 무선 통신 시스템은 이를 사용하는 모든 이들의 목적에 부합할 수 있도록 단말기 간 송/수신의 신뢰성, 보다 넓은 전송 커버리지와 성능을 얻기 위해 끊임없이 발전해 왔다. 그 중 MIMO(Multiple-Input-Multiple-Output) 기술은 송신기와 수신기에 다중 안테나를 이용함으로써 발생하는 전송 다이버시티 이득을 얻을 수 있는 기술로 잘 알려져 있다.

[0004] 하지만 다중 안테나를 이용하는 MIMO는 셀룰러나 센서 네트워크와 같은 소형 단말기에 적용하기엔 어려움이 있다. 따라서 단일 안테나를 가지는 단말기 간 가상의 MIMO 환경을 구축하여 다이버시티 이득을 얻을 수 있는 협력 통신(cooperative communication) 기술이 많은 연구자들에 의해 제안되었다. 협력 통신은 송신단과 수신단 사이에 중계기를 사용한다. 송/수신단 간 채널 상태가 미리 정해 놓은 기준치보다 좋을 때 송신단에서 송신한 신호를 중계기로부터 재전송받는 과정을 생략하여도 수신단에서 바로 복호가 가능하다고 판단할 수 있다. 이러한 경우 중계기로부터 재전송 과정을 생략함으로써 스펙트럼 효율을 증가시킬 수 있는 증분(incremental) 중계 기법이 개발되었다.

[0005] 그러나, 기존의 협력 통신에서 1차 시스템과 2차 시스템이 공존하며, 2차 시스템의 송신단은 1차 시스템의 중계기 역할을 함과 동시에 자신이 전송하고자 하는 신호를 2차 시스템의 수신단으로 전송할 수 있으나, 2차 시스템이 보내고자 하는 신호를 중점으로 1차 시스템의 신호와 결합하는 과정 때문에 이를 수신하는 1차/2차 시스템의 수신단에서는 자신이 원하는 신호에 원하지 않는 신호가 섞이게 되어 수신 성능이 감소하는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는, 적응형 협력 통신 시스템에서 중계 단말이 송신 단말과 수신 단말 간의 통신을 중계하는 역할 외에 자신의 신호를 전송하면서, 수신 단말이 송신 단말로부터 수신된 데이터의 복호화 가능 여부에 따라 송신 단말과 수신 단말 간의 통신을 선택적으로 중계할 수 있는 적응형 협력 통신 방법, 적응형 협력 통신 중계 단말 및 그 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 적응형 협력 통신 방법은 제1 데이터를 송수신하는 제1 단말, 제2 단말과 적응형 협력 통신을 수행하고, 제3 단말과 제2 데이터 통신을 수행하는 중계 단말의 적응형 협력 통신 방법에 있어서, 상기 제1 단말로부터 상기 제1 데이터를 수신하는 제1 단계와, 상기 제2 단말로부터 상기 제1 데이터의 복호 가능 여부를 판단하는 복호 판단 메시지를 수신하는 제2 단계와, 상기 복호 판단 메시지에 따라 상기 제1 데이터를 상기 제2 단말로 전송하는 제3 단계를 포함한다.

[0008] 또한, 상기 제2 단말은, 상기 제1 단말로부터 상기 제1 데이터를 수신하여, 상기 제1 단말과 제2 단말 간 채널의 신호대 잡음비가 미리 설정된 임계 신호대 잡음비보다 큰 경우에는 상기 제1 데이터의 복호 성공으로 판단하고, 작거나 같은 경우에는 상기 제1 데이터의 복호 실패로 판단할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 제3 단계는, 상기 복호 판단 메시지가 복호 성공이면 상기 제3 단말로 상기 제2 데이터를 전송할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제3 단계는, 상기 복호 판단 메시지가 복호 실패이면 상기 제2 단말 및 제3 단말로 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 제2 단말 및 제3 단말로 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송하는 경우, 상기 제2 단말은 상기 결합한 데이터를 최대 비율 결합 방식으로 복호화하고, 상기 제3 단말은 상기 결합한 데이터를 선형 결합 방식으로 복호화할 수 있다.

[0012] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 적응형 협력 통신 중계 단말은 제1 데이터를 송수신하는 제1 단말, 제2 단말과 적응형 협력 통신을 수행하고, 제3 단말과 제2 데이터 통신을 수행하는 중계 단말에 있어서, 상기 제1 단말로부터 상기 제1 데이터를 수신하고, 상기 제2 단말로부터 상기 제1 데이터의 복호 가능 여부를 판단하는 복호 판단 메시지를 수신하는 수신부와, 상기 복호 판단 메시지에 따라 상기 제1 데이터를 상기 제2 단말로의 전송 여부를 결정하는 결정부와, 상기 제1 데이터 또는 제2 데이터를 상기 제2 단말 또는 제3 단말로 전송하는 송신부를 포함한다.

[0013] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 적응형 협력 통신 시스템은, 제1 데이터를 송수신하는 제1 단말, 제2 단말과 적응형 협력 통신을 수행하고, 제3 단말과 제2 데이터 통신을 수행하는 중계 단말의 적응형 협력 통신 시스템에 있어서, 상기 제1 단말은 제1 데이터를 상기 제2 단말, 제3 단말, 중계 단말로 전송하고, 상기 제2 단말은 상기 제1 데이터의 복호 가능 여부를 판단하고, 상기 제1 데이터의 복호 판단 메시지를 상기 중계 단말로 전송하고, 상기 중계 단말은 상기 복호 판단 메시지가 복호 성공이면 상기 제3 단말로 상기 제2 데이터를 전송하고, 상기 복호 판단 메시지가 복호 실패이면 상기 제2 단말 및 제3 단말로 상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따르면, 적응형 협력 통신 시스템에서 중계 단말이 송신 단말과 수신 단말 간의 통신을 중계하는 역할 외에 자신의 신호를 전송하면서, 수신 단말이 송신 단말로부터 수신된 데이터의 복호화 가능 여부에 따라 송신 단말과 수신 단말 간의 통신을 선택적으로 중계함으로써, 중계 단말과 데이터를 송수신하는 단말 간의 비트 에러율을 감소시킬 수 있다. 특히, 중계 단말이 수신 단말로 데이터를 재전송하지 않는 경우에는 자신의 신호만을 자신과 데이터 송수신하는 단말로 전송함으로써 수신 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 적응형 협력 통신 시스템의 구성도,

도 2a와 도 2b는 도 1에 따른 협력 통신 시스템에 포함되는 중계 단말의 적응형 협력 통신 방법의 흐름도,

도 3은 도 1에 따른 협력 통신 시스템에 포함되는 중계 단말의 구성도,

도 4a와, 도 4b는 도 1에 따른 협력 통신 시스템에 포함되는 중계 단말의 적응형 협력 통신 방법에 의한 제2 단말, 제3 단말의 수신 성능을 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 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.

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 적응형 협력 통신 시스템의 구성도이다.

[0018] 도 1을 참조하면, 본 발명의 적응형 협력 통신 시스템은 제1 단말(100), 제2 단말(200), 중계 단말(300), 제3 단말(400)을 포함한다. 제1 단말(100)과 제2 단말(200)은 제1 데이터를 송수신하고, 중계 단말(300)과 제3 단말(400)은 제2 데이터를 송수신한다. 이 경우, 제1 단말(100)은 송신 단말, 제2 단말(200), 제3 단말(400)은 수신 단말, 중계 단말(300)은 송신 단말 및 중계 단말(300)로 표현할 수 있으며, 각 단말은 하나의 안테나를 포함한다. 협력 통신 시스템은 2 단계의 전송 단계로 데이터가 전송된다. 1차 전송 단계에서는 제1 단말(100)이 전송 범위 내에 포함되는 제2 단말(200), 제3 단말(400), 중계 단말(300)로 제1 데이터를 전송한다. 이 경우, 제2 단말(200)은 제1 단말(100)로부터 제1 데이터를 수신하고, 제1 데이터의 복호 가능 여부를 판단하여, 제2 단말(200)의 전송 범위 내에 포함되는 단말로 제1 데이터의 복호 판단 메시지를 전송한다. 이 경우, 제2 단말(200)의 전송 범위 내에는 중계 단말(300)이 포함되며, 중계 단말(300)은 복호 판단 메시지를 수신한다.

[0019] 2차 전송 단계에서는 중계 단말(300)이 제2 단말(200) 또는 제3 단말(400)로 데이터를 전송한다. 이 경우, 중계 단말(300)은 제2 단말(200)로부터 수신된 복호 판단 메시지가 복호 성공이면 제3 단말(400)로 제2 데이터를 전송한다. 중계 단말(300)은 복호 판단 메시지가 복호 실패이면 제2 단말(200) 및 제3 단말(400)로 제1 데이터와 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송한다. 이 경우, 중계 단말(300)은 제2 단말(200) 또는 제3 단말(400) 간의 채널 환경에 따라 전송 전력을 달리 설정하여 데이터를 전송할 수 있다. 따라서, 제1 단말(100)과 제2 단말(200) 간의 데이터 송수신이 정상적인 경우에는 중계 단말(300)에서 제1 데이터를 제2 데이터와 결합하지 않고, 제2 데이터만을 제3 단말(400)로 전송함으로써, 제3 단말(400)에서의 수신 성능이 향상될 수 있다.

[0020] 도 2a와 도 2b는 도 1에 따른 협력 통신 시스템에 포함되는 중계 단말의 적응형 협력 통신 방법의 흐름도이다.

[0021] 도 2a는 제1 단말(100)과 제2 단말(200) 간에 데이터 송수신이 정상적인 경우에 중계 단말(300)의 적응형 협력 통신 방법의 흐름도이고, 도 2b는 정상적이지 않은 경우에 중계 단말(300)의 적응형 협력 통신 방법의 흐름도를 나타낸다. 먼저, 제1 단말(100)에서는 제2 단말(200)로 전송하고자 하는 제1 데이터를 전송 범위 내 포함되는 단말들로 전송하고, 제1 단말(100)의 전송 범위 내 포함되는 중계 단말(300)은 제1 데이터를 수신한다(S200). 예를 들어, 제1 단말(100)의 전송 범위 내에 제2 단말(200), 중계 단말(300), 제3 단말(400)이 포함되는 경우 각 단말은 제1 데이터를 수신하게 된다. 제1 데이터는 제1 단말(100)에서 변조된 데이터이며, 채널 환경에 따라 수신단에서 노이즈가 포함될 수 있다. 비록 제1 단말(100)의 전송 범위 내에 복수의 단말이 포함되더라도, 채널 환경에 따라 각 단말에 따라 완전한 데이터 또는 불완전한 데이터 신호가 전송된다.

[0022] 다음으로, 제2 단말(200)은 제1 데이터를 수신하여 복호 가능 여부를 판단하고(S201), 중계 단말(300)은 제2 단말(200)로부터 복호 판단 메시지를 수신한다(S202). 이 경우, 제2 단말(200)은 제1 단말(100)로부터 제1 데이터를 수신하여, 제1 단말(100)과 제2 단말(200) 간 채널의 신호대 잡음비를 기초로 복호 성공 여부를 판단한다. 즉, 제1 단말(100)과 제2 단말(200) 간 채널의 신호대 잡음비가 미리 설정된 임계 신호대 잡음비보다 큰 경우에는 제1 데이터의 복호 성공으로 판단하고, 작거나 같은 경우에는 제1 데이터의 복호 실패로 판단한다.

[0023] 다음으로, 중계 단말(300)은 복호 판단 메시지를 수신하여 제1 데이터의 재전송이 필요한지 여부를 판단하고(S203), 복호 판단 메시지에 따라 제2 단말(200) 또는 제3 단말(400)로 데이터를 전송한다(S204, S206, S208). 도 2a의 경우, 복호 판단 메시지가 복호 성공이고, 중계 단말(300)은 제2 단말(200)로는 제1 데이터를 전송할 필요가 없다고 판단하며(S203), 제3 단말(400)로 제2 데이터를 전송한다(S204). 이 경우, 제3 단말(400)은 제2 데이터만을 수신하여 복호화한다(S205). 따라서, 제3 단말(400)에서는 제2 데이터만을 수신하므로, 제1 데이터와 제2 데이터를 결합한 데이터를 수신하여 복호화하는 경우보다 데이터 수신율이 향상된다. 이는 제1 데이터와 제2 데이터를 결합한 데이터를 수신하게 되면, 원하는 데이터의 신호 세기가 약해지므로 복호화하는데 비트 에러율이 증가하기 때문이다. 제2 단말(200)과 제3 단말(400)에서 복호화에 이용하는 신호는 다음의 수학식 1로 나타낼 수 있다.

수학식 1

[0024] $$y_2=(h_2\sqrt{P_p})X(x_p)+n_2$$

[0025] $$y_3=(h_3\sqrt{P_s})X(x_s)+n_3$$

[0026] 수학식 1에서, y_2는 제2 단말(200)에서 복호화하는 신호를 나타내고, y_3는 제3 단말(400)에서 복호화하는 신호를 나타낸다. h_2는 제2 단말(200)의 채널 계수, h_3은 제3 단말(400)의 채널 계수, P_p는 제1 단말(100)의 전송 전력, P_s는 중계 단말(300)의 전송 전력, x_p는 제1 데이터, x_s는 제2 데이터, n_2는 제2 단말(200)에서 발생하는 노이즈(Addictive White Gaussian Noise, AWGN)를, n_3는 제3 단말(400)에서 발생하는 노이즈를 나타낸다. 이 경우, 제2 단말(200)에서는 1차 전송 단계에서 전송된 제1 데이터 신호, 즉 제1 단말(100)로부터 직접 수신한 제1 데이터(x_p)를 복호화한다. 제3 단말(400)에서는 2차 전송 단계에서 전송된 제2 데이터 신호, 즉 중계 단말(300)로부터 직접 수신한 제2 데이터(x_s)를 복호화한다. 이와 같이, 제2 단말(200)에서는 제1 단말(100)로부터 직접 수신한 제1 데이터로 복호화하기 때문에, 중계 단말(300)에서는 제3 단말(400)로 제2 데이터만을 전송할 수 있게 되므로 제3 단말(400)에서는 수신 성능이 향상된다.

[0027] 한편, 도 2b의 경우 복호 판단 메시지가 복호 실패이고, 중계 단말(300)은 제1 데이터를 제2 단말(200)로 전송할 필요가 있다고 판단하며(S203), 제2 단말(200)과 제3 단말(400)로 제1 데이터와 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송한다(S206, S207). 이 경우, 중계 단말(300)에서 복호화한 제1 데이터와 제3 단말(400)로 전송하고자 하는 데이터인 제2 데이터를 결합하여 전송한다. 중계 단말(300)은 제2 단말(200)과 제3 단말(400)에서의 수신 성능을 향상시키기 위해 채널 상태에 따라 전송 데이터의 선형 결합시 각 데이터 신호에 전력 할당을 달리 설정할 수 있다. 제2 단말(200)과 제3 단말(400)에서 복호화에 이용하는 신호는 다음의 수학식 2로 나타낼 수

있다.

수학식 2

[0028] $$y_2=(h_2\sqrt{\alpha P_s})X(x_p')+\{h_2\sqrt{(1-\alpha)P_s}\}X(x_s)+n_2$$

[0029] $$y_3=\{h_3\sqrt{(1-\alpha)P_s}\}X(x_s)+(h_3\sqrt{\alpha P_s})X(x_p')+n_3$$

[0030] 수학식 2에서, y_2는 제2 단말(200)에서 복호화하는 신호를 나타내고, y_3는 제3 단말(400)에서 복호화하는 신호를 나타낸다. h_2는 제2 단말(200)의 채널 계수, h_3은 제3 단말(400)의 채널 계수, P_s는 중계 단말(300)의 전송 전력, α는 전송 전력의 배분 비율, x_p'는 중계 단말(300)에서 복호화된 제1 데이터, x_s는 제2 데이터, n_2는 제2 단말(200)에서 발생하는 노이즈를, n_3는 제3 단말(400)에서 발생하는 노이즈를 나타낸다. 제2 단말(200)과 제3 단말(400)은 2차 전송 단계에서 전송된 복호화된 제1 데이터와 제2 데이터 신호를 결합한 신호를 복호화한다. 이 경우, 제2 단말(200)에서는 결합 데이터를 최대 비율 결합(Maximal Ratio Combining, MRC) 방식으로 복호화하고, 제3 단말(400)은 결합한 데이터를 선형 결합(linear combinig) 방식으로 복호화한다.

[0031] 도 3은 도 1에 따른 협력 통신 시스템에 포함되는 중계 단말(300)의 구성도이다.

[0032] 도 3을 참조하면, 중계 단말(300)은 수신부(310), 결정부(320), 송신부(330)를 포함한다. 수신부(310)는 제1 단말(100)로부터 제1 데이터를 수신하고, 제2 단말(200)로부터는 제1 데이터의 복호 가능 여부를 판단하는 복호 판단 메시지를 수신한다. 여기서, 제1 데이터는 제1 단말(100)에서 제2 단말(200)로 전송하고자 하는 데이터이다. 수신부(310)는 총 2차례 데이터를 수신하는데, 1차 단계에서는 제1 단말(100)로부터 제1 데이터를 수신하고, 2차 단계에서는 제2 단말(200)로부터 복호 판단 메시지를 수신한다. 수신부(310)는 결정부(320)와 연결되고, 제2 단말(200)부터 수신된 복호 판단 메시지를 결정부(320)로 출력한다.

[0033] 결정부(320)는 수신부(310)로부터 입력된 복호 판단 메시지에 따라 제1 데이터를 제2 단말(200)로 전송할지 여부를 결정한다. 결정부(320)는 복호 판단 메시지가 복호 성공이면 제2 단말(200)로 제1 데이터의 전송을 하지 않고, 제3 단말(400)로 제2 데이터를 전송하도록 결정한다. 여기서, 제2 데이터는 중계 단말(300)로부터 제3 단말(400)로 전송하고자 하는 데이터를 말한다.

[0034] 한편, 결정부(320)는 복호 판단 메시지가 복호 실패이면 제2 단말(200) 및 제3 단말(400)로 제1 데이터와 제2 데이터를 결합한 데이터를 전송하도록 결정한다. 여기서, 제1 데이터는 중계 단말(300)에서 복호화된 제1 데이터를 말하며, 이는 제1 단말(100)로부터 수신한 제1 데이터를 복호화한 것이다. 결정부(320)는 제2 단말(200)과 제3 단말(400)에 결합된 데이터를 전송할 때, 각 단말에 따라 전송 전력을 달리 설정할 수 있다. 즉, 수학식 2에서 α 값을 조절하여, 각 단말의 수신 성능을 향상시킬 수 있다.

[0035] 송신부(330)는 결정부(320)에서 결정된 제1 데이터 또는 제2 데이터를 제2 단말(200) 또는 제3 단말(400)로 전송한다. 즉, 복호 판단 메시지가 복호 성공이면 제2 데이터만을 제3 단말(400)로 전송하고, 복호 판단 메시지가 복호 실패이면 복호화된 제1 데이터와 제2 데이터를 제2 단말(200)과 제3 단말(400)로 전송한다.

[0036] 도 4a와, 도 4b는 도 1에 따른 협력 통신 시스템에 포함되는 중계 단말(300)의 적응형 협력 통신 방법에 의한 제2 단말(200), 제3 단말(400)의 수신 성능을 설명하기 위한 예시도이다.

[0037] 도 4a와 도 4b는 제1 단말(100)과 제2 단말(200) 간 거리(d_1), 제 단말과 제3 단말(400) 간 거리(d_3)를 1로 설정하고, 제1 단말(100)과 중계 단말(300) 간 거리(d_2), 중계 단말(300)과 제2 단말(200) 간 거리(d_4), 중계 단말(300)과 제3 단말(400) 간 거리(d_5)는 0.5로 설정하고, 경로 손실(Path loss)은 3으로 설정하고, 데이터 변조 방식은 QPSK(quadrature phase-shift keying)으로 설정하고, E_b/N_0는 0~30dB로 설정한 경우의 수신 성능을 나타

낸 것이다.

[0038] 도 4a의 경우, 선택적으로 결합된 데이터를 수신하는 적응형 협력 통신 방법이 적용되었을 때(Adaptive Incremental Decode-and Forward, AIDF)와 항상 결합된 데이터를 수신하는 통신 방법(Non-Adaptive Incremental Decode-and Forward, NAIDF)이 적용되었을 때의 제2 단말(200)에서의 비트 에러율을 나타낸 것이다. 도 4a에서는 전송 전력의 배분 비율(α)이 증가함에 따라 비트 에러율이 감소함을 알 수 있다. 이는 AIDF가 적용되었을 때에 제2 단말(200)로 제1 데이터만이 전송되어, NAIDF인 경우보다 비트 에러율이 더욱 감소되어 수신 성능이 향상되었음을 의미한다.

[0039] 도 4b의 경우, 선택적으로 결합된 데이터를 수신하는 적응형 협력 통신 방법이 적용되었을 때(AIDF)와 항상 결합된 데이터를 수신하는 통신 방법(NAIDF)이 적용되었을 때의 제3 단말(400)에서의 비트 에러율을 나타낸 것이다. 도 4b에서도 도 4a와 마찬가지로 전송 전력의 배분 비율(α)이 증가함에 따라 비트 에러율이 감소함을 알 수 있다. 이는 AIDF가 적용되었을 때에 제3 단말(400)로 제1 데이터만이 전송되어, NAIDF인 경우보다 비트 에러율이 더욱 감소되어 수신 성능이 향상되었음을 의미한다. 따라서, 본 발명의 적응형 협력 통신 방법을 이용하는 경우에는 그렇지 않은 경우에 비해 수신단에서의 비트 에러율이 감소하여 수신 성능이 향상될 수 있다.

[0040] 본 발명에 따르면, 적응형 협력 통신 시스템에서 중계 단말(300)이 송신 단말과 수신 단말 간의 통신을 중계하는 역할 외에 자신의 신호를 전송하면서, 수신 단말이 송신 단말로부터 수신된 데이터의 복호화 가능 여부에 따라 송신 단말과 수신 단말 간의 통신을 선택적으로 중계함으로써, 중계 단말(300)과 데이터를 송수신하는 단말 간의 비트 에러율을 감소시킬 수 있다. 특히, 중계 단말(300)이 수신 단말로 데이터를 재전송하지 않는 경우에는 자신의 신호만을 자신과 데이터 송수신하는 단말로 전송함으로써 수신 성능을 향상시킬 수 있다.

[0041] 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 해석되어져야 한다.

부호의 설명

[0042] 100 : 제1 단말 200 : 제2 단말

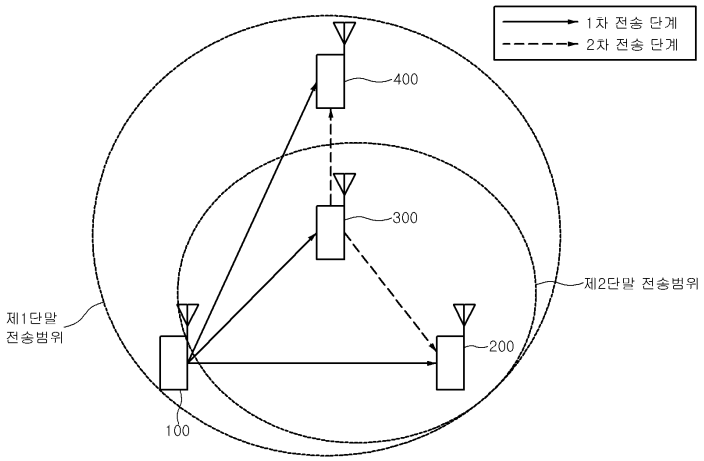
300 : 중계 단말 310 : 수신부

320 : 결정부 330 : 송신부

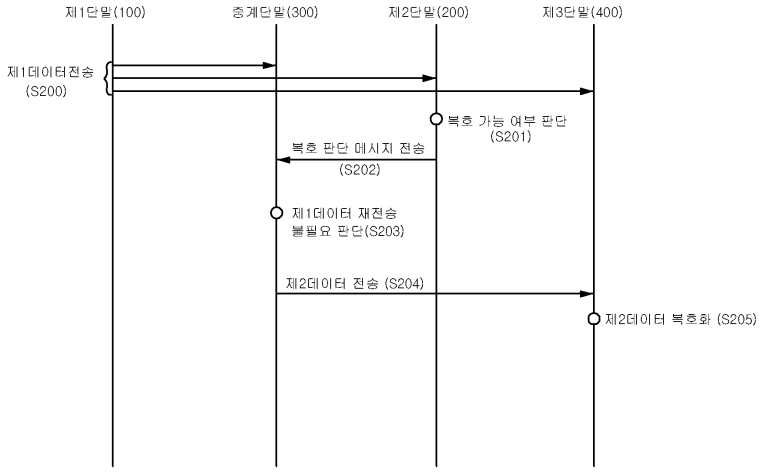
400 : 제3 단말

도면

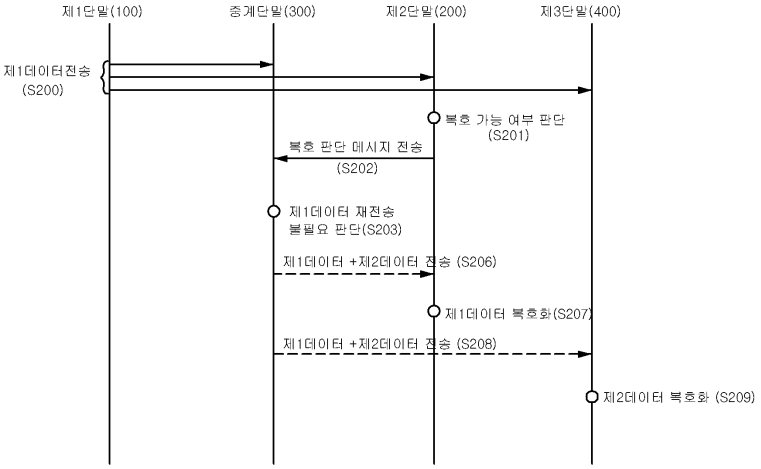
도면1



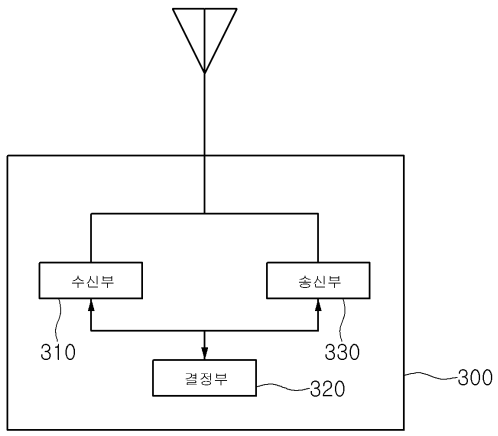
도면2a



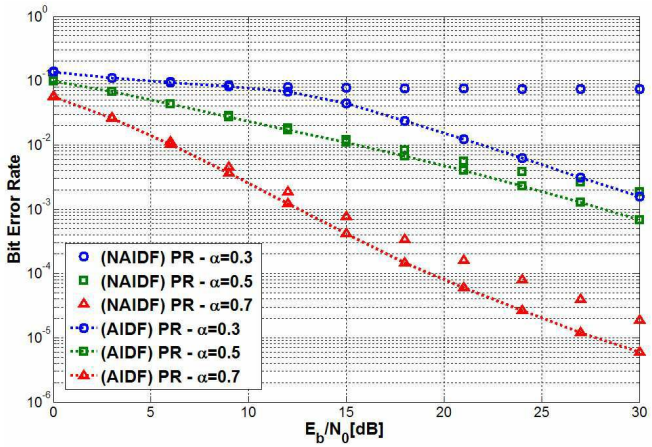
도면2b



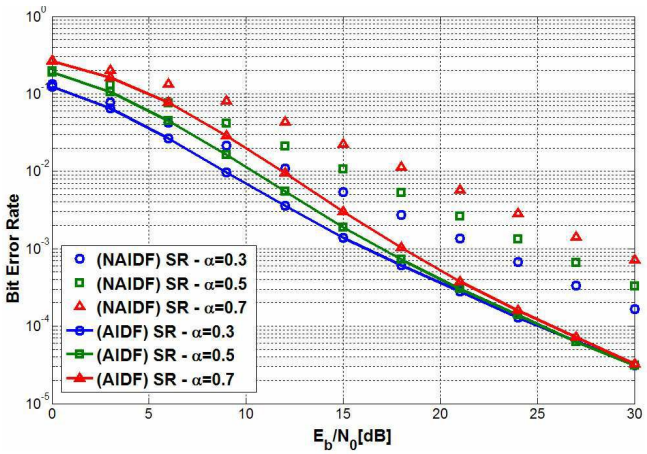
도면3



도면4a


Bit Error Rate
E_b/N_0[dB]
(NAIDF) PR - α=0.3
(NAIDF) PR - α=0.5
(NAIDF) PR - α=0.7
(AIDF) PR - α=0.3
(AIDF) PR - α=0.5
(AIDF) PR - α=0.7

도면4b


Bit Error Rate
E_b/N_0[dB]
(NAIDF) SR - α=0.3
(NAIDF) SR - α=0.5
(NAIDF) SR - α=0.7
(AIDF) SR - α=0.3
(AIDF) SR - α=0.5
(AIDF) SR - α=0.7