



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0024232
(43) 공개일자 2011년03월09일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01) H04B 7/216 (2006.01)
H04W 80/04 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2009-0082140

(22) 출원일자 2009년09월01일

심사청구일자 2009년09월01일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울 광진구 군자동 98 세종대학교

(72) 발명자

김지훈

서울특별시 광진구 군자동 373-1 B5

송형규

경기도 성남시 분당구 서현동 한양아파트 320동 303호

유영환

서울특별시 송파구 가락동 쌍용아파트 101동 1501호

(74) 대리인

특허법인태백

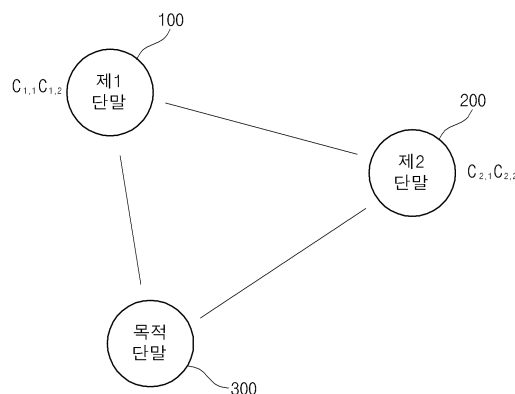
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 부호분할다중접속에 기반한 협력 통신 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 부호분할다중접속에 기반한 협력 통신 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 부호분할다중접속에 기반한 협력 방법은, 제1 단말이 제2 단말 및 목적단말과 협력통신을 수행하는 방법에 있어서, 전송하고자 하는 신호에 할당된 제1 부호 및 제2 부호를 교대로 곱하여 제2 단말 및 목적단말로 각각 단계적으로 전달하는 단계, 이전 단계에서 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 추정된 신호에 제2 단말에 할당된 제3 부호 및 제4 부호를 교대로 곱한 것을 더해서 단계적으로 전송하는 단계를 포함한다. 이와 같이 본 발명에 따르면, 통신 단말마다 두 개의 부호를 할당하여 교대로 신호에 결합하여 전송함으로써, 종래의 협력통신 방법과 동일한 다이버시티 이득을 유지하면서도 브로드캐스트 단계를 한 번만 요구하게 되어 전송률의 저하를 방지할 수 있다. 또한 채널상황이 열악한 협력통신 시스템에서 저전력, 저비용으로도 신뢰도 높은 초고속 통신을 가능하게 한다.

대표도 - 도2



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

제1 단말이 제2 단말 및 목적단말과 협력통신을 수행하는 방법에 있어서,
전송하고자 하는 신호에 할당된 제1 부호 및 제2 부호를 교대로 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 단계적으로 전달하는 단계,

이전 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제2 단말에 할당된 제3 부호 및 제4 부호를 교대로 곱한 것을 더해서 단계적으로 전송하는 단계를 포함하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 단말은 제1 단계에서,

첫 번째 전송 신호에 상기 제1 부호를 곱하여 생성한 신호를 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고,
상기 제2 단말의 첫 번째 전송 신호에 상기 제3 부호가 곱해진 신호를 수신하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 단말은 제2 단계에서,

두 번째 전송 신호에 상기 제2 부호를 곱하여 생성한 신호를 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고,
상기 제1 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제3 부호를 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 단말은 제 $m+1$ (m 은 1이상인 자연수)단계에서,

상기 제 $m+1$ 번째 전송 신호에 상기 제1 부호 또는 제2 부호를 곱하여 생성한 신호를 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고,

제 m 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제4부호 또는 제3 부호를 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 목적단말은 다음의 수학식을 통하여 수신하는 신호를 추정하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 방법:

$$\hat{s}_1^{(k)} = \begin{cases} \tilde{h}_{1D}^* c_{1,1} r(t + (k-1)T) + \tilde{h}_{2D}^* c_{1,1} r(t + kT) & k \text{가 홀수인 경우} \\ \tilde{h}_{1D}^* c_{1,2} r(t + (k-1)T) + \tilde{h}_{2D}^* c_{1,2} r(t + kT) & k \text{가 짝수인 경우} \end{cases}$$

여기서, $\hat{s}_1^{(k)}$ 는 상기 제1 단말이 전달하는 k 번째 전송 신호를 추정하여 생성된 신호이고, $\tilde{h}_{1D}^*$ 는 상기 목적단말이 추정하는 상기 제1 단말과의 채널 응답의 켈레복소수를 나타내며, $\tilde{h}_{2D}^*$ 는 상기 목적단말이 추정하는 상기 제2 단

말과의 채널 응답의 컬레복소수를 나타낸다.

청구항 6

제1 단말, 제2 단말 및 목적단말을 포함하는 협력통신 시스템에 있어서,

제1 부호 및 제2 부호가 할당된 제1 단말,

제3 부호 및 제4 부호가 할당된 제2 단말, 그리고,

상기 제1 단말 및 제2 단말로부터 수신된 신호에 상기 제1 단말 또는 제2 단말에 할당된 부호를 곱하여 단말별 송신된 신호를 추정하는 목적단말을 포함하며,

상기 제1 단말은,

전송하고자 하는 신호에 상기 제1 부호 및 제2 부호를 교대로 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고,

이전 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제3 부호 및 제4 부호를 교대로 곱한 것을 더해서 단계적으로 전송하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 단말은 제1 단계에서,

첫 번째 전송 신호에 상기 제1 부호를 곱하여 생성한 신호를 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고,

상기 제2 단말의 첫 번째 전송 신호에 상기 제3 부호가 곱해진 신호를 수신하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 단말은 제2 단계에서,

두 번째 전송 신호에 상기 제2 부호를 곱하여 생성한 신호를 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고,

상기 제1 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제3 부호를 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 단말은 제 $m+1$ (m 은 1이상인 자연수)단계에서,

상기 제 $m+1$ 번째 전송 신호에 상기 제1 부호 또는 제2 부호를 곱하여 생성한 신호를 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고,

제 m 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제4부호 또는 제3 부호를 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 목적단말은 다음의 수학식을 통하여 수신하는 신호를 추정하는 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 시스템:

$$\hat{s}_1^{(k)} = \begin{cases} \hat{h}_{1D}^* c_{1,1} r(t + (k-1)T) + \hat{h}_{2D}^* c_{1,1} r(t + kT) & k \text{가 홀수인 경우} \\ \hat{h}_{1D}^* c_{1,2} r(t + (k-1)T) + \hat{h}_{2D}^* c_{1,2} r(t + kT) & k \text{가 짝수인 경우} \end{cases}$$

여기서, $\hat{s}_1^{(k)}$ 는 상기 제1 단말이 전달하는 k 번째 전송 신호를 추정하여 생성된 신호이고, $\hat{h}_{1D}^*$ 는 상기 목적단말이 추정하는 상기 제1 단말과의 채널 응답의 켈레복소수를 나타내며, $\hat{h}_{2D}^*$ 는 상기 목적단말이 추정하는 상기 제2 단말과의 채널 응답의 켈레복소수를 나타낸다.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 중계 단말을 통해 통신 신뢰도를 높이고자 하는 부호분할다중접속 기반 협력통신 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 양방향 통신이 가능한 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 환경에서 중계기의 도움을 통해 협력 다이버시티 이득을 얻는 협력 통신은 거리 및 장애물에 의한 경로 손실을 극복할 수 있어 낮은 비용으로도 신뢰도 높은 통신을 가능하게 하는 기술이다.

[0003] 협력 통신은 송신기와 중계기 및 수신기로 구성되며, 수신기는 일정 거리 떨어져있는 송신기와 중계기로부터 각각 독립적인 특성을 갖는 신호를 수신함으로써 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.

[0004] 도 1a 및 도 1b는 종래 기술에 따른 부호분할다중접속 기반 협력통신 시스템의 협력통신 단계를 나타낸 도면이다. 도 1a 및 도 1b에 나타난 부호분할다중접속 기반 협력통신 시스템은 양방향 통신이 가능한 제1 단말(10), 제2 단말(20) 및 목적단말(30)로 구성된다. 여기서 제1 단말(10) 및 제2 단말(20)은 신호를 전송하는 송신기이자 제2 단말(20) 및 제1 단말(10)의 신호를 수신하여 목적단말로 전달하는 중계기의 역할을 한다. 여기서 제1 단말(10)에는 부호 c_1 가 할당되어 있으며, 제2 단말(20)에는 부호 c_2 가 할당되어 있다.

[0005] 제1 단말(10)과 제2 단말(20)이 상호 간에 협력을 하여 목적단말(30)로 통신을 하는 절차는 다음과 같다.

[0006] 도 1a에 나타난 1단계(브로드캐스트 단계)에서 제1 단말(10)은 자신의 첫 번째 전송 신호 $s_1^{(1)}$ 에 자신에게 할당된 부호 c_1 을 곱하여 생성된 신호 $s_1^{(1)} c_1$ 을 제2 단말(20)과 목적단말(30)에 전송한다. 그리고, 제2 단말(20) 역시 자신의 첫 번째 신호 $s_2^{(1)}$ 에 자신에게 할당된 부호 c_2 을 곱하여 생성된 신호 $s_2^{(1)} c_2$ 를 제1 단말(10)과 목적단말(30)에 전송한다.

[0007] 도 1b에 나타난 제 2단계(협력 전송 단계)에는 각 단말이 추정한 상대 단말의 첫 번째 신호에 상대 단말에 할당된 부호를 곱한 후 전송을 하게 된다. 즉, 제1 단말(10)은 제2 단말(20)의 추정된 신호 $\hat{s}_2^{(1)}$ 에 제2 단말(20)에 할당된 부호 c_2 을 곱하여 생성된 신호 $\hat{s}_2^{(1)} c_2$ 를 목적단말(30)에 전송한다. 또한, 제2 단말(20)은 제1 단말(10)의 추정된 신호 $\hat{s}_1^{(1)}$ 에 제1 단말(10)에 할당된 부호 c_1 을 곱하여 생성된 신호 $\hat{s}_1^{(1)} c_1$ 을 목적단말(30)에 전송한다.

[0008] 이로써 목적단말(30)은 제1 단말(10)과 제2 단말(20)의 첫 번째 신호인 $s_1^{(1)}$ 와 $s_2^{(1)}$ 를 각각 2개의 단말(제1 단말(10)과 제2 단말(20))로부터 모두 수신하게 되므로 다이버시티 이득을 얻어 신뢰도 높은 신호를 추정할 수 있게 된다.

[0009] 그러나, 제2 단계(협력 전송 단계)에서 제1 단말(10)이 두 번째 전송 신호 $s_1^{(2)}c_1$ 를 목적단말(30)로 전달하면, 목적단말(30)은 제2 단말(20)로부터 제2 단계에서 $\hat{s}_1^{(1)}c_1$ 를 동시에 수신하게 되므로, $s_1^{(2)}c_1$ 와 $\hat{s}_1^{(1)}c_1$ 신호가 서로 섞이게 된다. 여기서 두 가지 신호는 모두 c_1 부호가 결합된 신호이므로 목적단말(30)은 두 가지 신호를 분리할 수 없다.

[0010] 따라서, 종래 기술에 따르면, 협력 전송 절차는 매번 두 단계, 즉, 브로드캐스트 단계와 협력전송 단계마다 반복되는데, 이 경우 각 단말은 두 단계 동안 독립적인 신호를 한 개 밖에 보내지 못하기에 비협력통신 대비 전송률이 1/2로 저하되는 단점이 있다. 즉, 목적단말은 2단계 동안 제1 단말(10)과 제2 단말(20)의 첫 번째 신호만 수신하게 되므로 전송률이 1/2에 불과하게 되어, 주파수 효율을 낮추는 결과를 초래하여 협력통신의 이점이 줄어들게 된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0011] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 다이버시티 이득을 유지하면서 전송률 저하를 방지할 수 있는 부호분할다중접속 기반 협력통신 시스템의 통신 시스템 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0012] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 한 실시예에 따른 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 방법은, 제1 단말이 제2 단말 및 목적단말과 협력통신을 수행하는 방법에 있어서, 전송하고자 하는 신호에 할당된 제1 부호 및 제2 부호를 교대로 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 단계적으로 전달하는 단계, 이전 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제2 단말에 할당된 제3 부호 및 제4 부호를 교대로 곱한 것을 더해서 단계적으로 전송하는 단계를 포함한다.

[0013] 상기 제1 단말은 제1 단계에서, 첫 번째 전송 신호에 상기 제1 부호를 곱하여 생성한 신호를 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고, 상기 제2 단말의 첫 번째 전송 신호에 상기 제3 부호가 곱해진 신호를 수신할 수 있다.

[0014] 상기 제1 단말은 제2 단계에서, 두 번째 전송 신호에 상기 제2 부호를 곱하여 생성한 신호를 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고, 상기 제1 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제3 부호를 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달할 수 있다.

[0015] 상기 제1 단말은 제 $m+1$ (m 은 1이상인 자연수)단계에서, 상기 제 $m+1$ 번째 전송 신호에 상기 제1 부호 또는 제2 부호를 곱하여 생성한 신호를 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고, 제 m 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제4부호 또는 제3 부호를 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달할 수 있다.

[0016] 상기 목적단말은 다음의 수학식을 통하여 수신하는 신호를 추정할 수 있다.

$$\tilde{s}_1^{(k)} = \begin{cases} \tilde{h}_{1D}^* c_{1,1} r(t + (k-1)T) + \tilde{h}_{2D}^* c_{1,1} r(t + kT) & k \text{가 홀수인 경우} \\ \tilde{h}_{1D}^* c_{1,2} r(t + (k-1)T) + \tilde{h}_{2D}^* c_{1,2} r(t + kT) & k \text{가 짝수인 경우} \end{cases}$$

[0017] 여기서, $\hat{s}_1^{(k)}$ 는 상기 제1 단말이 전달하는 k 번째 전송 신호를 추정하여 생성된 신호이고, $\tilde{h}_{1D}^*$ 는 상기 목적단말이 추정하는 상기 제1 단말과의 채널 응답의 켈레복소수를 나타내며, $\tilde{h}_{2D}^*$ 는 상기 목적단말이 추정하는 상기 제2 단말과의 채널 응답의 켈레복소수를 나타낸다.

[0018] 본 발명의 다른 실시예에 따른 부호분할다중접속에 기반한 협력통신 시스템은, 제1 단말, 제2 단말 및 목적단말을 포함하는 협력통신 시스템에 있어서,

[0019] 제1 부호 및 제2 부호가 할당된 제1 단말, 제3 부호 및 제4 부호가 할당된 제2 단말, 그리고 상기 제1 단말 및 제2 단말로부터 수신된 신호에 상기 제1 단말 또는 제2 단말에 할당된 부호를 곱하여 단말별 송신된 신호를 추

정하는 목적단말을 포함하며, 상기 제1 단말은, 전송하고자 하는 신호에 상기 제1 부호 및 제2 부호를 교대로 곱하여 상기 제2 단말 및 상기 목적단말로 각각 전달하고, 이전 단계에서 상기 제2 단말로부터 수신한 신호를 추정하고, 상기 추정된 신호에 상기 제3 부호 및 제4 부호를 교대로 곱한 것을 더해서 단계적으로 전송한다.

효 과

이와 같이 본 발명에 따르면, 통신 단말마다 두 개의 부호를 할당하여 교대로 신호에 결합하여 전송함으로써, 종래의 협력통신 방법과 동일한 다이버시티 이득을 유지하면서도 브로드캐스트 단계를 한 번만 요구하게 되어 전송률의 저하를 방지할 수 있다. 또한 채널상황이 열악한 협력통신 시스템에서 저전력, 저비용으로도 신뢰도 높은 초고속 통신을 가능하게 한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 부호분할다중접속 기반 협력 통신 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 2에 나타낸 부호분할다중접속(CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS, CDMA)에 기반한 협력통신 시스템은 양방향 통신이 가능한 제1 단말(100), 제2 단말(200) 및 목적단말(300)로 구성된다. 여기서 제1 단말(100)은 신호를 전송하는 송신기이자 제2 단말(200)의 신호를 수신하여 목적단말(300)로 전달하는 중계기의 역할을 한다. 마찬가지로 제2 단말(200)은 신호를 전송하는 송신기이자 제1 단말(100)의 신호를 수신하여 목적단말(300)로 전달하는 중계기의 역할을 한다.

본 발명에 따른 협력통신 시스템에 따르면, 제1 단말(100)과 제2 단말(200)은 각각 2개의 부호를 할당 받으며, 할당된 2개의 부호를 교대로 사용하여 신호를 전송한다. 즉, 제1 단말(100)에는 2개의 부호($c_{1,1}$, $c_{1,2}$)가 할당되고, 제2 단말(200)에 2개의 부호($c_{2,1}$, $c_{2,2}$)가 할당된다.

그리고, 제1 단말(100)과 제2 단말(200)은 상대 단말로부터 수신한 신호를 추정하여 재 부호화하며, 자신의 새로운 신호를 전 단계와 다른 부호에 곱하여 더한 후 함께 중계 전송한다. 목적 단말(300)은 제1 단말(100)과 제2 단말(200)들에서 전송되는 신호를 수신하며, 그 수신된 신호로부터 원래의 신호를 추정한다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 부호분할다중접속 기반 협력통신 시스템의 협력통신 단계를 나타낸 도면이다. 특히, 도 3a는 1단계에 해당하는 브로드캐스트 단계를 나타낸 것이며, 도 3b는 1단계 이후의 단계인 m 단계에 해당하는 협력전송 단계를 나타낸 것이다.

이하에서는 표 1을 통하여 협력통신 시스템을 구성하는 제1 단말(100), 제2 단말(200) 및 목적단말(300)의 동작에 대하여 상세하게 설명한다.

표 1

목적단말의 단계별수신신호	제1 단말과 목적단말 사이의 채널 성분	+	제2 단말과 목적단말 사이의 채널 성분	+	가산잡음
$r(t)$	$h_{1D}s_1^{(1)}c_{1,1}$	+	$h_{2D}s_2^{(1)}c_{2,1}$	+	n_1
$r(t+T)$	$h_{1D}(s_1^{(2)}c_{1,2} + \hat{s}_2^{(1)}c_{2,1})$	+	$h_{2D}(s_2^{(2)}c_{2,2} + \hat{s}_1^{(1)}c_{1,1})$	+	n_2
$r(t+2T)$	$h_{1D}(s_1^{(3)}c_{1,1} + \hat{s}_2^{(2)}c_{2,2})$	+	$h_{2D}(s_2^{(3)}c_{2,1} + \hat{s}_1^{(2)}c_{1,2})$	+	n_3
$r(t+3T)$	$h_{1D}(s_1^{(4)}c_{1,2} + \hat{s}_2^{(3)}c_{2,1})$	+	$h_{2D}(s_2^{(4)}c_{2,2} + \hat{s}_1^{(3)}c_{1,1})$	+	n_4
...	...	+	...	+	...
$r(t+mT)$	$h_{1D}(s_1^{(m+1)}c_{1,x} + \hat{s}_2^{(m)}c_{2,y})$	+	$h_{2D}(s_2^{(m+1)}c_{2,x} + \hat{s}_1^{(m)}c_{1,y})$	+	n_{m+1}

표 1은 목적단말(300)이 제1 단말(100)과 제2 단말(200)을 통해 받는 신호의 구성 성분을 단계에 따라 시계열적으로 나타낸 도면이다. 각 채널은 단말들이 협력하여 전송하는 동안 고정되어있다고 가정한다. 제1 단말(10

0)과 목적단말(300) 사이의 채널을 h_{1D} , 제2 단말(200)과 목적단말(300) 사이의 채널을 h_{2D} , 목적단말에서의 m 단계의 가산잡음을 n_m 이라 정의한다. 또한 제1 단말(100)이 보내는 k 번째 신호를 $s_1^{(k)}$, 제2 단말(200)이 보내는 k 번째 신호를 $s_2^{(k)}$ 라 가정한다. 또한, $\hat{s}_1^{(k)}$ 는 제2 단말(200)이 제1 단말(100)로부터 수신한 k 번째 신호($s_1^{(k)}$)를 추정된 것이고, $\hat{s}_2^{(k)}$ 는 제1 단말(100)이 제2 단말(200)로부터 수신한 k 번째 신호($s_2^{(k)}$)를 추정된 것이다.

[0031] 본 발명에서는 표 1에 명시된 것처럼 단말 별 부호를 기존과는 달리 두 개씩 번갈아 사용하는데, 이는 동시에 여러 가지 신호를 수신해도 각 단말이 신호들을 분리할 수 있도록 하여 협력 통신에서 브로드캐스트 단계를 첫 시작 시 한 번만 요구되도록 하는 역할을 한다.

[0032] 표 1 및 도 3a를 통하여 1 단계인 브로드캐스트 단계에 대해 자세히 설명하면, 1단계에서 각 단말은 자신의 첫 번째 신호에 각자에게 할당된 첫 번째 부호를 곱하여 상대단말과 목적단말로 브로드캐스팅을 하는데, 그 신호는 각각 $s_1^{(1)}c_{1,1}$ 과 $s_2^{(1)}c_{2,1}$ 이다.

[0033] 즉, 1단계(브로드캐스트 단계)에서 제1 단말(100)은 첫 번째 신호 $s_1^{(1)}$ 에 제1 단말(100)에게 할당된 첫 번째 부호 $c_{1,1}$ 을 곱하여 생성된 신호 $s_1^{(1)}c_{1,1}$ 를 h_{1D} 채널을 통하여 목적단말(300)로 전송한다. 또한, 제2 단말(200)은 첫 번째 신호 $s_2^{(1)}$ 에 제2 단말(200)에게 할당된 첫 번째 부호 $c_{2,1}$ 을 곱하여 생성된 신호 $s_2^{(1)}c_{2,1}$ 를 h_{2D} 채널을 통하여 목적단말(300)로 전송한다. 따라서, 1 단계에서 목적단말(300)이 수신하는 신호 $r(t)$ 는 $h_{1D}s_1^{(1)}c_{1,1} + h_{2D}s_2^{(1)}c_{2,1} + n_1$ 로 표현할 수 있다.

[0034] 표 1 및 도 3b를 통하여 1단계 이후의 단계인 협력전송 단계에 대해 자세히 설명한다. 설명의 편의상 도 3b에서는 m 단계로 표시한다. 2단계에서, 각 단말은 자신의 두 번째 신호에 각자에게 할당된 두 번째 부호를 곱한 값과 전 단계에서 상대단말로부터 받은 신호를 추정하여 상대단말에 할당된 첫 번째 부호를 곱한 값을 더하여 목적단말에 직접 및 중계 전송하는데, 그 신호는 각각 $s_1^{(2)}c_{1,2} + \hat{s}_2^{(1)}c_{2,1}$ 과 $s_2^{(2)}c_{2,2} + \hat{s}_1^{(1)}c_{1,1}$ 이다.

[0035] 즉, 2단계(협력전송단계)에서 제1 단말(100)은 두 번째 신호 $s_1^{(2)}$ 에 두 번째 부호 $c_{1,2}$ 를 곱하여 신호 $s_1^{(2)}c_{1,2}$ 를 생성하고, 1단계에서 제2 단말(200)로부터 수신한 신호를 추정($\hat{s}_2^{(1)}$)하여 제2 단말(200)에 할당된 첫 번째 부호($c_{2,1}$)를 곱하여 신호 $\hat{s}_2^{(1)}c_{2,1}$ 를 생성한다. 그리고 제1 단말(100)은 두 신호를 합한 신호 $s_1^{(2)}c_{1,2} + \hat{s}_2^{(1)}c_{2,1}$ 를 목적단말(300)로 전송한다.

[0036] 마찬가지로 제2 단말(200)은 두 번째 신호 $s_2^{(2)}$ 에 두 번째 부호 $c_{2,2}$ 를 곱하여 신호 $s_2^{(2)}c_{2,2}$ 를 생성하고, 1단계에서 제1 단말(200)로부터 수신한 신호($s_1^{(1)}$)를 추정($\hat{s}_1^{(1)}$)하여 제1 단말(100)에 할당된 첫 번째 부호($c_{1,1}$)를 곱하여 신호 $\hat{s}_1^{(1)}c_{1,1}$ 를 생성한다. 그리고 제2 단말(200)은 두 신호를 합한 신호 $s_2^{(2)}c_{2,2} + \hat{s}_1^{(1)}c_{1,1}$ 를 목적단말(300)로 전송한다. 따라서, 2 단계에서 목적단말(300)이 수신하는 신호 $r(t+T)$ 는 $h_{1D}(s_1^{(2)}c_{1,2} + \hat{s}_2^{(1)}c_{2,1}) + h_{2D}(s_2^{(2)}c_{2,2} + \hat{s}_1^{(1)}c_{1,1}) + n_2$ 로 표현할 수 있다.

[0037] 3 단계(협력전송단계)에서, 각 단말은 자신의 세 번째 신호에 각자에게 할당된 첫 번째 부호를 곱한 값과 전 단계에서 상대단말로부터 받은 신호를 추정하여 상대단말에 할당된 두 번째 부호를 곱한 값을 더하여 목적단말에 직접 및 중계 전송하는데, 그 신호는 각각 $s_1^{(3)}c_{1,1} + \hat{s}_2^{(2)}c_{2,2}$ 과 $s_2^{(3)}c_{2,1} + \hat{s}_1^{(2)}c_{1,2}$ 이다.

[0038] 즉, 3단계(협력전송단계)에서 제1 단말(100)은 세 번째 신호 $s_1^{(3)}$ 에 첫 번째 부호 $c_{1,1}$ 를 곱하여 신호 $s_1^{(3)}c_{1,1}$

를 생성하고, 2단계에서 제2 단말(200)로부터 수신한 신호를 추정($\hat{s}_2^{(2)}$)하여 제2 단말(200)에 할당된 두 번째 부호($c_{2,2}$)를 곱하여 신호 $\hat{s}_2^{(2)} c_{2,2}$ 를 생성한다. 그리고 제1 단말(100)은 두 신호를 합한 신호 $s_1^{(3)} c_{1,1} + \hat{s}_2^{(2)} c_{2,2}$ 를 목적단말(300)로 전송한다.

[0039] 마찬가지로 제2 단말(200)은 세 번째 신호 $s_2^{(3)}$ 에 첫 번째 부호 $c_{2,1}$ 를 곱하여 신호 $s_2^{(3)} c_{2,1}$ 를 생성하고, 2단계에서 제1 단말(200)로부터 수신한 신호($s_1^{(2)}$)를 추정($\hat{s}_1^{(2)}$)하여 제1 단말(100)에 할당된 두 번째 부호($c_{1,2}$)를 곱하여 신호 $\hat{s}_1^{(2)} c_{1,2}$ 를 생성한다. 그리고 제2 단말(200)은 두 신호를 합한 신호 $s_2^{(3)} c_{2,1} + \hat{s}_1^{(2)} c_{1,2}$ 를 목적단말(300)로 전송한다. 따라서, 3 단계에서 목적단말(300)이 수신하는 신호 $r(t+2T)$ 는 $h_{1D}(s_1^{(3)} c_{1,1} + \hat{s}_2^{(2)} c_{2,2}) + h_{2D}(s_2^{(3)} c_{2,1} + \hat{s}_1^{(2)} c_{1,2}) + n_3$ 로 표현할 수 있다.

[0040] 이와 같이 제1 단말(100)과 제2 단말(200)은 각 단계마다 부호를 순차적으로 변환하면서 목적단말(300)로 신호를 전송한다. 즉, 홀수번째 단계에서는 제1 단말(100)과 제2 단말(200)은 각각 부호 $c_{1,1}$ 과 $c_{2,1}$ 를 적용하고, 짝수번째 단계에서는 제1 단말(100)과 제2 단말(200)은 각각 부호 $c_{1,2}$ 과 $c_{2,2}$ 를 적용하도록 한다.

[0041] 이런 방식으로 m 단계에서 제1 단말(100)은 $s_1^{(m+1)} c_{1,x} + \hat{s}_2^{(m)} c_{2,y}$ 의 신호를 목적단말(300)로 전송하게 되고, 제2 단말(200)은 $s_2^{(m+1)} c_{2,x} + \hat{s}_1^{(m)} c_{1,y}$ 의 신호를 목적단말(300)로 전송하게 된다. 여기서 x 는 m 이 홀수라면 2, 짝수라면 1이고 y 는 그 반대이다.

[0042] 여기서 제1 단말(100)과 제2 단말(200)이 사용하고 있는 부호($c_{1,1}$, $c_{2,1}$, $c_{1,2}$, $c_{2,2}$)가 상호 간에 직교한다면, 목적단말(300)에서는 동시에 들어오는 네 개의 신호를 분리할 수 있게 된다. 또한 각 신호들은 두 단계에 걸쳐 제1 단말(100)과 제2 단말(200)로부터 목적단말(300)로 전송되므로 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 이는 본 발명으로 인해 브로드캐스트 단계는 처음 시작 시 한번만 요구되므로 전송률이 1에 수렴하면서도 종래 기술과 동일한 다이버시티 이득을 얻을 수 있어 주파수 효율을 대폭 향상시킬 수 있음을 의미한다.

[0043] 목적단말(300)이 제1 단말(100)의 k 번째 신호를 추정하는 신호 $\hat{s}_1^{(k)}$ 는 다음의 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$\hat{s}_1^{(k)} = \begin{cases} \tilde{h}_{1D}^* c_{1,1} r(t + (k-1)T) + \tilde{h}_{2D}^* c_{1,1} r(t + kT) & k \text{가 홀수인 경우} \\ \tilde{h}_{1D}^* c_{1,2} r(t + (k-1)T) + \tilde{h}_{2D}^* c_{1,2} r(t + kT) & k \text{가 짝수인 경우} \end{cases}$$

[0044]

[0045] 여기서, $\tilde{h}_{1D}^*$ 는 목적단말(300)이 추정하는 제1 단말(100)과 목적단말(300) 사이의 채널 응답의 켈레복소수를 나타내며, $\tilde{h}_{2D}^*$ 는 목적단말(300)이 추정하는 제2 단말(200)과 목적단말(300) 사이의 채널 응답의 켈레복소수를 나타낸다. 수신 신호에서 채널 응답은 채널 응답의 켈레복소수와 곱해져서 상쇄되고, 부호는 직교하므로, 동일한 부호가 곱해진 신호만 남게 되어 원하는 신호의 추출이 가능함을 할 수 있다.

[0046] 마찬가지로, 목적단말(300)이 제2 단말(200)의 k 번째 신호를 추정하는 신호 $\hat{s}_2^{(k)}$ 는 다음의 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$\hat{s}_2^{(k)} = \begin{cases} \tilde{h}_{2D}^* c_{2,1} r(t + (k-1)T) + \tilde{h}_{1D}^* c_{2,1} r(t + kT) & k \text{가 홀수인 경우} \\ \tilde{h}_{2D}^* c_{2,2} r(t + (k-1)T) + \tilde{h}_{1D}^* c_{2,2} r(t + kT) & k \text{가 짝수인 경우} \end{cases}$$

[0047]

- [0048] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면 제1 단말(100)과 제2 단말(200)이 매 단계마다 자신의 새로운 신호를 전송하더라도, 각각 할당된 2개의 부호를 서로 교대로 이용하여 신호를 전송하므로 목적단말(300)은 수신된 신호를 정확하게 분리할 수 있으므로 높은 신뢰성으로 신호를 수신할 수 있다.
- [0049] 이하에서는 도 4 및 도 5를 통하여 본 발명의 실시예를 사용할 경우에 성능 향상을 설명한다.
- [0050] 도 4는 레일레이 채널 모델에서 채널 부호를 사용하지 않았을 때의 비협력통신 방식과 본 발명의 실시예에 따른 협력통신 방식의 비트 오류율을 비교한 그래프이고, 도 5는 레일레이 채널 모델에서 채널 부호를 사용했을 때의 비협력통신 방식과 본 발명의 실시예에 따른 협력통신 방식의 비트 오류율을 비교한 그래프이다.
- [0051] 도 4와 도 5에서 세로축은 비트 오류(BER), 가로축은 단말1-목적단말 채널의 신호 대 잡음비(SNR)를 나타낸다. 모의 실험에서 시간 및 주파수 동기와 채널 추정은 완벽하다고 가정하였으며, 제1 단말(100)-목적단말(300) 채널의 신호 대 잡음비와 제2 단말(200)-목적단말(300) 채널의 신호 대 잡음비는 동일하다고 가정하였다. 그리고, 공정한 비교를 위하여, 각 단말이 자신의 신호와 상대방의 신호를 중계 전송하는데 사용하는 파워는 동일하고 그 합이 비협력통신인 경우와 같도록 가정하였다.
- [0052] 도 4에 나타난 그래프는, 단일 안테나를 사용하는 비협력통신인 경우(Standard 1X1), 2개의 안테나로 알라무티(Alamouti)의 시공간 블록 부호(STBC, Space-Time Block Code)를 사용하는 비협력통신인 경우, 그리고 본 발명에서 단말 사이의 채널 신호 대 잡음비(SNR)를 각각 10dB, 20dB, 30dB인 경우의 비트 오류율을 보여준다. 또한 도 5에 나타난 그래프는, 도 4와 같은 조건에서 채널 부호를 사용했을 때의 성능을 평가한 것이다.
- [0053] 도 4 및 도 5에서 알 수 있듯이, 본 발명의 실시예에 따르면 단말기 사이의 채널 신호 대 잡음비(SNR)가 클수록 비트 오류율은 감소하며, 알라무티의 시공간 블록 부호(STBC)를 사용하는 비협력통신과 비교하더라도 성능이 우수한 것을 알 수 있다.
- [0054] 도 4 및 도 5에 따르면, 본 발명의 실시예에 따른 협력 전송 방식은 제1 단말(100)-제2 단말(200)의 채널 신호 대 잡음비(SNR)만 충분히 확보가 된다면(이상적 중계기의 경우), 브로드캐스트 단계의 빈도수를 줄임으로써 주파수 효율을 높일 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예를 사용하는 경우 협력 다이버시티를 그대로 유지할 수 있으므로, 실제 두 개의 안테나를 사용하는 것과 유사한 신뢰성을 획득함을 확인할 수 있다.
- [0055] 이와 같이 본 발명의 실시예에 의하면, 통신 단말마다 복수의 부호를 할당하여 교대로 신호에 결합하여 전송함으로써, 종래의 협력통신 방법과 동일한 다이버시티 이득을 유지하면서도 브로드캐스트 단계를 한 번만 요구하게 되어 전송률의 저하를 방지할 수 있다. 또한 채널상황이 열악한 협력통신 시스템에서 저전력, 저비용으로도 신뢰성 높은 초고속 통신을 가능하게 한다.
- [0056] 한편, 상술한 부호분할다중접속 기반 협력 통신 시스템에서의 전송률 저하 방지 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.
- [0057] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

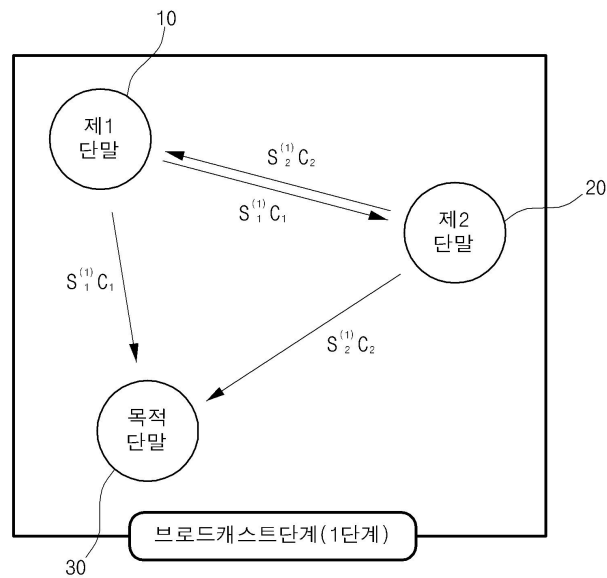
도면의 간단한 설명

- [0058] 도 1a 및 도 1b는 종래 기술에 따른 부호분할다중접속 기반 협력통신 시스템의 협력통신 단계를 나타낸 도면이다.
- [0059] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 부호분할다중접속 기반 협력 통신 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

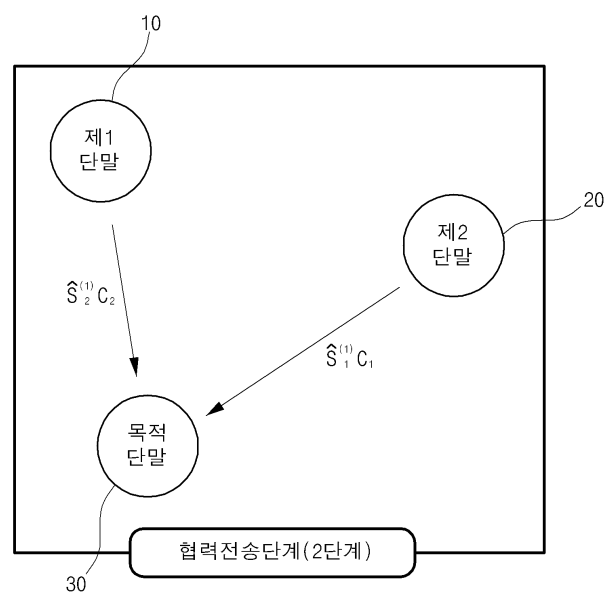
- [0060] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 부호분할다중접속 기반 협력통신 시스템의 협력통신 단계를 나타낸 도면이다.
- [0061] 도 4는 레일레이 채널 모델에서 채널 부호를 사용하지 않았을 때의 비협력통신 방식과 본 발명의 실시예에 따른 협력통신 방식의 비트 오류율 비교한 그래프이다.
- [0062] 도 5는 레일레이 채널 모델에서 채널 부호를 사용했을 때의 비협력통신 방식과 본 발명의 실시예에 따른 협력통신 방식의 비트 오류율 비교한 그래프이다.

도면

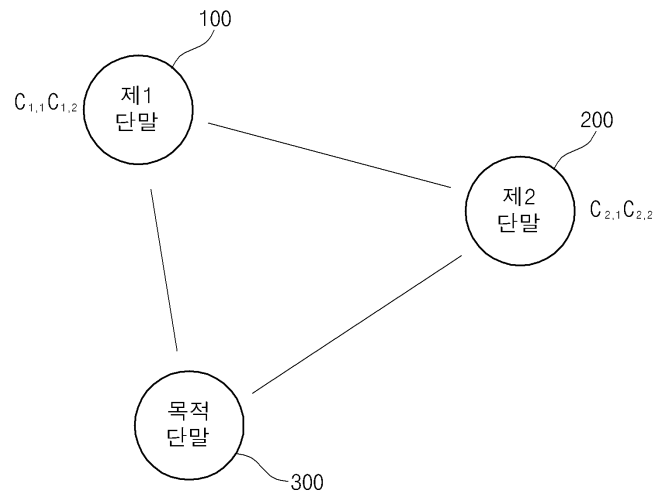
도면1a



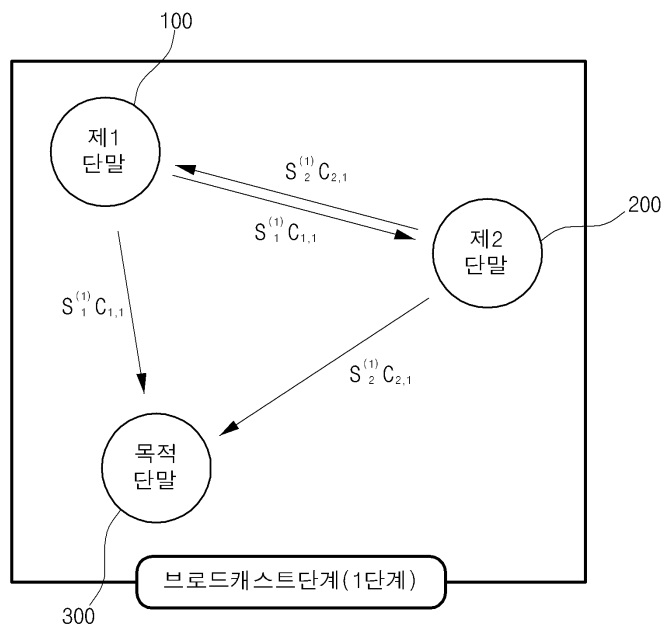
도면1b



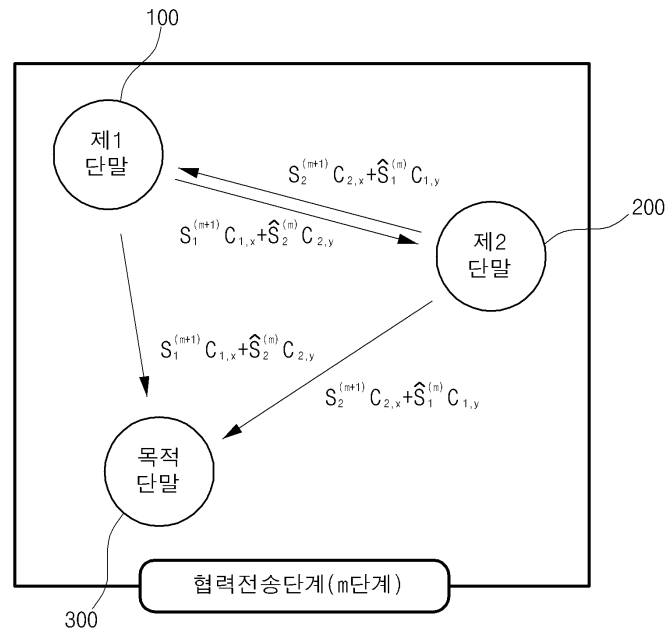
도면2



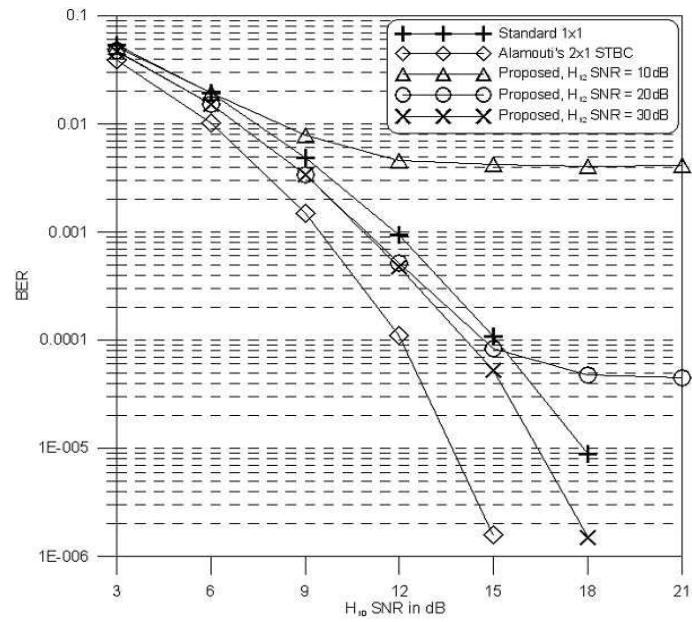
도면3a



도면3b



도면4



도면5

