



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0039419
(43) 공개일자 2012년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 52/46 (2009.01) H04W 52/24 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2010-0101120
(22) 출원일자 2010년10월15일
심사청구일자 2010년10월15일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
허준
서울특별시 강남구 광평로10길 6, 한솔마을아파트 206동 103호 (일원동)
이재영
서울특별시 송파구 오금로 432, 삼환아파트 10동 1204호 (가락동)
김성일
서울특별시 성북구 안암동5가 128번지 307호
(74) 대리인
이전주, 김정훈

전체 청구항 수 : 총 12 항

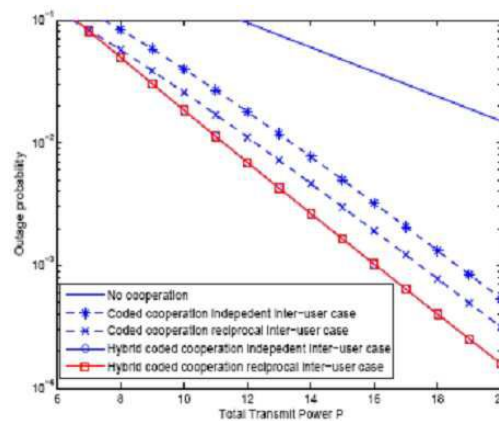
(54) 발명의 명칭 릴레이 네트워크에서 송신 전력 결정장치 및 방법과 이를 지원하는 릴레이 네트워크 시스템

(57) 요약

본 발명은 릴레이 네트워크를 구성하는 소스 노드 (source node)와 릴레이 노드 (relay node)의 송신 전력을 결정하는 장치 및 방법과 이를 제공하는 릴레이 네트워크 시스템에 관한 것이다.

이를 위해 현재 릴레이 네트워크 내의 채널 상황을 기반으로 하여 소스 노드와 릴레이 노드 간의 송신 전력 비율을 산출하고, 상기 산출한 송신 전력 비율에 의해 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드의 송신 전력을 결정한다. 그리고 상기 결정된 송신 전력에 의해 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드가 신호를 전송하도록 한다.

대표도 - 도9



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 WR080951M0211612

부처명 (재)서울특별시시정개발연구원

연구사업명 세계유수연구소유치지원사업

연구과제명 2차년도 [2-A] Wireless Networks and Applications

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2009.12.01 ~ 2010.11.30

특허청구의 범위

청구항 1

복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크의 소스 노드 또는 릴레이 노드에서 송신 전력을 결정하는 방법에 있어서,

상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드 간의 제1채널 상황 및 상기 릴레이 노드와 상기 목적 노드 간의 제2채널 상황을 획득하는 과정과,

스펙트럼 밀도와 잡음 전력을 기반으로 계산된 대상 값이 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황에 의해 계산된 기준 값 이상인 경우, 상기 대상 값과 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 간의 송신 전력 비율을 계산하는 과정과,

상기 대상 값이 상기 기준 값 미만인 경우, 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 비율을 미리 설정된 값으로 결정하는 과정과,

상기 계산 또는 결정된 송신 전력 비율에 의해 상기 소스 노드 또는 상기 릴레이 노드의 송신 전력을 결정하는 과정을 포함하는 송신 전력 결정방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 대상 값은 $(2^{\frac{R}{2}} - 1)/N_0$ 에 의해 계산되고, 상기 기준 값은 $\left(\frac{3\delta_{r,d}^2}{2} + \delta_{s,r}^2\right)$ 에 의해 계산되며,

여기서 R은 스펙트럼 밀도를 의미하고, N_0 는 잡음 전력을 의미하며, $\delta_{r,d}^2$ 는 릴레이 노드와 목적 노드 간의 채널 변화의 측정 값이고, $\delta_{s,r}^2$ 는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 변화의 측정 값을 특징으로 하는 송신 전력 결정방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 대상 값이 상기 기준 값 이상인 경우, 상기 송신 전력 비율은 $\frac{K - \delta_{s,r}^2}{3\delta_{r,d}^2}$ 에 의해 계산되며,

여기서 K는 상기 대상 값을 의미하고, $\delta_{s,r}^2$ 는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 변화의 측정 값을 특징으로 하는 송신 전력 결정방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 대상 값이 상기 기준 값 미만인 경우, 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 비율로 결정할 미리 설정된 값은 0.5임을 특징으로 하는 송신 전력 결정방법.

청구항 5

복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크의 소스 노드 또는 릴레이 노드에서 송신 전력을 결정하는 장치에 있어서,

상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드 간의 제1채널 상황 및 상기 릴레이 노드와 상기 목적 노드 간의 제2채널 상

황을 획득하는 채널 추정부와,

스펙트럼 밀도와 잡음 전력을 기반으로 계산된 대상 값이 상기 채널 추정부에 의해 획득한 제1 및 제2채널 상황에 의해 계산된 기준 값 이상인 경우, 상기 대상 값과 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 간의 송신 전력 비율을 계산하고, 상기 대상 값이 상기 기준 값 미만인 경우, 상기 송신 전력 비율을 미리 설정된 값으로 결정하는 송신 전력 비율 결정부와,

상기 송신 전력 비율 결정부에 의해 계산 또는 결정된 송신 전력 비율에 의해 상기 소스 노드 또는 상기 릴레이 노드의 송신 전력을 결정하는 송신 전력 결정부를 포함하는 송신 전력 결정장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 송신 전력 비율 결정부는,

상기 대상 값을 $(\frac{R}{2^2} - 1)/N_0$ 에 의해 계산하고, 상기 기준 값을 $(\frac{3\delta_{r,d}^2}{2} + \delta_{s,r}^2)$ 에 의해 계산하며,

여기서 R은 스펙트럼 밀도를 의미하고, N_0 는 잡음 전력을 의미하며, $\delta_{r,d}^2$ 는 릴레이 노드와 목적 노드 간의 채널 변화의 측정 값이고, $\delta_{s,r}^2$ 는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 변화의 측정 값을 특징으로 하는 송신 전력 결정장치.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 송신 전력 비율 결정부는,

상기 대상 값이 상기 기준 값 이상인 경우, 상기 송신 전력 비율을 $\frac{K - \delta_{s,r}^2}{3\delta_{r,d}^2}$ 에 의해 계산하며,

여기서 K는 상기 대상 값을 의미하고, $\delta_{s,r}^2$ 는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 변화의 측정 값을 특징으로 하는 송신 전력 결정장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 송신 전력 결정부는,

상기 대상 값이 상기 기준 값 미만인 경우, 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 비율을 0.5로 결정함을 특징으로 하는 송신 전력 결정장치.

청구항 9

복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크 시스템에 있어서,

릴레이 네트워크 내의 채널 상황을 기반으로 송신 전력 비율을 획득하고, 상기 획득한 송신 전력 비율에 의해 송신 전력을 결정하는 소스 노드 및 릴레이 노드와,

상기 결정된 송신 전력에 의해 전송되는 신호를 수신하는 목적 노드를 포함하며,

상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드는,

스펙트럼 밀도와 잡음 전력을 기반으로 계산된 대상 값이 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드 간의 제1채널 상황 및 상기 릴레이 노드와 상기 목적 노드 간의 제2채널 상황에 의해 계산된 기준 값 미만인 경우, 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 간의 비율인 상기 송신 전력 비율을 미리 설정된 값으로 결정하고,

상기 대상 값이 상기 기준 값 이상인 경우, 상기 대상 값과 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 상기 송신 전력 비율을 계산함을 특징으로 하는 릴레이 네트워크 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드는,

상기 대상 값을 $(2^{\frac{R}{2}} - 1)/N_0$ 에 의해 계산하고, 상기 기준 값을 $(\frac{3\delta_{r,d}^2}{2} + \delta_{s,r}^2)$ 에 의해 계산하며,

여기서 R은 스펙트럼 밀도를 의미하고, N_0 는 잡음 전력을 의미하며, $\delta_{r,d}^2$ 는 릴레이 노드와 목적 노드 간의 채널 변화의 측정 값이고, $\delta_{s,r}^2$ 는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 변화의 측정 값을 특징으로 하는 릴레이 네트워크 시스템.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서, 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드는,

상기 대상 값이 상기 기준 값 이상인 경우, 상기 송신 전력 비율을 $\frac{K - \delta_{s,r}^2}{3\delta_{r,d}^2}$ 에 의해 계산하며,

여기서 K는 상기 대상 값을 의미하고, $\delta_{s,r}^2$ 는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 변화의 측정 값을 특징으로 하는 릴레이 네트워크 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드는,

상기 대상 값이 상기 기준 값 미만인 경우, 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 비율을 0.5로 결정함을 특징으로 하는 릴레이 네트워크 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 릴레이 네트워크에서 신호를 전송하기 위한 전력을 결정하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 릴레이 네트워크를 구성하는 소스 노드 (source node)와 릴레이 노드 (relay node)의 송신 전력을 결정하는 장치 및 방법과 이를 제공하는 릴레이 네트워크 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 통상적으로 릴레이 네트워크는 서비스 영역의 확장 등을 위해 릴레이 노드를 이용하여 소스 노드와 목적 노드 (destination node) 간의 신호를 전달하는 네트워크를 의미한다.

[0003] 예컨대 소스 노드에 의해 전송되는 노드 정보는 목적 노드와 릴레이 노드에 의해 수신된다. 그리고 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 상기 목적 노드로 중계한다.

[0004] 따라서 상기 목적 노드는 상기 소스 노드로부터 전송된 신호와 상기 릴레이 노드로부터 전송된 신호를 수신함으로써, 신호의 수신 확률을 증가시킬 수 있다.

[0005] 상기 릴레이 네트워크의 가장 대표적인 기술로는 IEEE 802.15.3 기반의 무선 개인 영역 네트워크 (WPAN: Wireless Personal Area Network)에서 사용되는 릴레이 기반 네트워크가 있다.

[0006] 이러한 릴레이 네트워크에서는 내부에서 전력이 제한적으로 사용되는 것이 일반적이다. 즉 릴레이 네트워크 내에는 많은 소스 및 릴레이 노드들이 존재할 수 있는데, 이때 상기 소스 및 릴레이 노드들은 신호 전송을 위해 상기 릴레이 네트워크에서 사용이 허락된 전체 전력을 나누어 이용한다.

[0007] 이로 인해 상기 릴레이 네트워크를 구성하는 소스 노드와 중계 노드에서 신호를 전송함에 있어, 최적화된 전력

을 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 Green IT나 ECO 시스템에 위해 릴레이 네트워크의 성능을 보장하면서 신호를 전송하기 위해서는 신호 전송을 위해 사용할 전력을 최소화 및 최적화시키기 위한 방안이 마련되어야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 바람직한 실시 예로써, 복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크에서 아웃티지 (outage) 확률 성능을 최대화하기 위한 최적의 송신 전력 비율을 결정하는 장치 및 방법과 이를 지원하는 릴레이 네트워크 시스템을 제안한다.
- [0009] 또한 바람직한 실시 예로써, 복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크에서 전송 성능을 유지하면서 신호를 전송하기 위한 전력 사용을 줄이기 위한 장치 및 방법과 이를 지원하는 릴레이 네트워크 시스템을 제안한다.
- [0010] 또한 바람직한 실시 예로써, 복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크에서 각 노드 별 채널 상황을 고려하여 소스 노드와 릴레이 노드에서의 송신 전력을 결정하는 장치 및 방법과 이를 지원하는 릴레이 네트워크 시스템을 제안한다.
- [0011] 또한 바람직한 실시 예로써, 복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크에서 스펙트럼 밀도 (spectral density)와 잡음 전력 (noise power)을 고려하여 소스 노드와 릴레이 노드 간의 송신 전력 비율을 결정하는 장치 및 방법과 이를 지원하는 릴레이 네트워크 시스템을 제안한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 바람직한 실시 예에 따른 복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크의 소스 노드 또는 릴레이 노드에서 송신 전력을 결정하는 방법은, 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드 간의 제1채널 상황 및 상기 릴레이 노드와 상기 목적 노드 간의 제2채널 상황을 획득하는 과정과, 스펙트럼 밀도와 잡음 전력을 기반으로 계산된 대상 값이 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황에 의해 계산된 기준 값 이상인 경우, 상기 대상 값과 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 간의 송신 전력 비율을 계산하는 과정과, 상기 대상 값이 상기 기준 값 미만인 경우, 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 비율을 미리 설정된 값으로 결정하는 과정과, 상기 계산 또는 결정된 송신 전력 비율에 의해 상기 소스 노드 또는 상기 릴레이 노드의 송신 전력을 결정하는 과정을 포함한다.
- [0013] 또한 바람직한 실시 예에 따른, 복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크의 소스 노드 또는 릴레이 노드에서 송신 전력을 결정하는 장치는, 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드 간의 제1채널 상황 및 상기 릴레이 노드와 상기 목적 노드 간의 제2채널 상황을 획득하는 채널 추정부와, 스펙트럼 밀도와 잡음 전력을 기반으로 계산된 대상 값이 상기 채널 추정부에 의해 획득한 제1 및 제2채널 상황에 의해 계산된 기준 값 이상인 경우, 상기 대상 값과 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 간의 송신 전력 비율을 계산하고, 상기 대상 값이 상기 기준 값 미만인 경우, 상기 송신 전력 비율을 미리 설정된 값으로 결정하는 송신 전력 비율 결정부와, 상기 송신 비율 결정부에 의해 계산 또는 결정된 송신 전력 비율에 의해 상기 소스 노드 또는 상기 릴레이 노드의 송신 전력을 결정하는 송신 전력 결정부를 포함한다.
- [0014] 또한 바람직한 실시 예에 따른, 복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크 시스템은, 릴레이 네트워크 내의 채널 상황을 기반으로 송신 전력 비율을 획득하고, 상기 획득한 송신 전력 비율에 의해 송신 전력을 결정하는 소스 노드 및 릴레이 노드와, 상기 결정된 송신 전력에 의해 전송되는 신호를 수신하는 목적 노드를 포함하며,
- [0015] 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드는,
- [0016] 스펙트럼 밀도와 잡음 전력을 기반으로 계산된 대상 값이 상기 소스 노드와 상기 릴레이 노드 간의 제1채널 상황 및 상기 릴레이 노드와 상기 목적 노드 간의 제2채널 상황에 의해 계산된 기준 값 미만인 경우, 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 간의 비율인 상기 송신 전력 비율을 미리 설정된 값으로 결정하고, 상기 대상 값이 상기 기준 값 이상인 경우, 상기 대상 값과 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으

로 상기 송신 전력 비율을 계산함을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 제안된 바람직한 실시 예에 따르면, 복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크 시스템에서 소스 노드와 릴레이 노드에서 신호를 송신하기 위해 사용되는 송신 전력을 최소화 및 최적화할 수 있다.

[0018] 한편 그 외의 다양한 효과는 후술될 본 발명의 실시 예에 따른 상세한 설명에서 직접적 또는 암시적으로 개시될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1는 릴레이 네트워크에서 디코딩 후 전송 (Decode-and-Forward) 기법에 따른 통신 프로토콜을 보여주고 있는 도면;

도 2는 릴레이 네트워크에서 증폭 후 전송 (Amplify-and-Forward) 기법에 따른 통신 프로토콜을 보여주고 있는 도면;

도 3 내지 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 릴레이 네트워크에서 증가분 릴레이 (incremental relay) 기법에 의한 통신 프로토콜을 보이고 있는 도면;

도 6은 복합 증가분 릴레이 기법을 적용할 시와 증가분 릴레이 기법을 적용할 시의 아웃티지 확률 성능으로 인한 이득을 비교하는 실험 결과를 보이고 있는 도면;

도 7는 협력 릴레이 네트워크에서 협력 릴레이 기법에 의해 수행되는 통신 프로토콜을 보이고 있는 도면;

도 8는 협력 릴레이 네트워크에서 복합 협력 릴레이 기법에 의해 수행되는 통신 프로토콜을 보이고 있는 도면;

도 9는 협력 릴레이 기법에 의한 아웃티지 확률 성능에 비해 복합 협력 릴레이 기법에 의한 아웃티지 확률 성능이 양호하게 나타남을 보이고 있는 실험 결과에 따른 그래프;

도 10은 바람직한 실시 예에 따른 릴레이 네트워크를 구성하는 소스 노드의 구성을 보이고 있는 도면;

도 11은 바람직한 실시 예에 따른 릴레이 네트워크를 구성하는 릴레이 노드의 구성을 보이고 있는 도면;

도 12는 바람직한 실시 예에 따라 복합 증가분 릴레이 네트워크에서 소스 노드와 릴레이 노드가 송신 전력을 결정하기 위한 수행하는 제어 흐름을 보이고 있는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술 되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0021] 이하 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다.

[0022] 도 1는 릴레이 네트워크에서 복호 후 전송 (Decode-and-Forward, 이하 "DF"라 칭함) 기법에 따른 통신 프로토콜을 보이고 있다.

[0023] 도 1를 참조하면, 소스 노드로부터 전송된 신호는 목적 노드뿐만 아니라 인접한 릴레이 노드에 의해서도 수신된다. 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 복호하며, 상기 복호된 신호를 다시 부호화하여 상기 목적 노드로 전송한다.

[0024] 상기 목적 노드는 상기 소스 노드로부터 수신된 신호와 상기 릴레이 노드로부터 수신된 신호를 복호하고, 상기 복호된 두 개의 신호를 결합 (combining) 하여 원하는 신호를 획득한다.

[0025] 도 2는 릴레이 네트워크에서 증폭 후 전송 (Amplify-and-Forward, 이하 "AF"라 칭함) 기법에 따른 통신 프로토콜을 보이고 있다.

[0026] 도 2를 참조하면, 소스 노드로부터 전송된 신호는 목적 노드뿐만 아니라 인접한 릴레이 노드에 의해서도 수신된다. 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 그대로 증폭하여 상기 목적 노드로 전송한다. 즉

릴레이 네트워크에서 AF 기법을 지원하는 경우, 릴레이 노드는 소스 노드로부터 수신한 신호의 복호화를 수행하지 않는다.

- [0027] 상기 목적 노드는 상기 소스 노드로부터 수신된 신호와 상기 릴레이 노드로부터 수신된 신호를 복호하고, 상기 복호된 두 개의 신호를 결합하여 원하는 정보를 획득한다.
- [0028] 상술한 바와 같이 DF 기법의 경우는 릴레이 노드가 수신된 소스 노드의 정보를 복호 후 다시 부호화하는 기능을 수행하도록 함으로써, 릴레이 노드의 신호 처리에 따른 복잡도가 증가할 뿐만 아니라 잘못된 복호에 의해 오 정보가 전송될 수 있다.
- [0029] 반면 AF 기법의 경우에는 릴레이 노드의 기능이 단순하며, 신호를 증폭하여 전송함으로써 향상된 성능을 얻을 수 있다. 하지만 AF 기법의 경우 수신된 잡음 성분이 함께 증폭되어 전송될 수 있다.
- [0030] 따라서 릴레이 네트워크에서는 채널 상황이나 릴레이 노드의 성능을 고려하여 DF 기법 또는 AF 기법 중 하나를 선택하여 통신 프로토콜로 사용하는 것이 바람직하다.
- [0031] 그 외에 릴레이 네트워크에서 다이버시티 이득을 얻기 위한 통신 프로토콜이 제안되었다. 여기서의 다이버시티 이득은 목적 노드에서 소스 노드와 릴레이 노드 각각으로부터 수신한 신호들에 의한 다이버시티 이득 외에 재 전송으로 인해 다이버시티 이득을 포함하는 의미로 사용되었다.
- [0032] 상기 릴레이 네트워크에서 추가의 다이버시티 이득을 얻기 위해 적용 가능한 통신 프로토콜로는 증가분 릴레이 기법 (Incremental Relay Scheme)과, 협력 릴레이 기법 (Coded Cooperation Relay Scheme) 등이 존재한다.
- [0033] 먼저 상기 증가분 릴레이 기법은 추가의 다이버시티 이득을 통해 정보 전달의 성능을 향상시키기 위해 복합 재 전송 (HARQ) 기법이 적용된 통신 프로토콜으로써, 목적 노드에서 신호를 수신하는데 실패한 경우에만 해당 신호를 릴레이 노드가 상기 목적 노드로 재 전송하는 기술이다. 즉 목적 노드가 소스 노드에 의해 전송된 신호를 직접 수신하는데 성공하였을 경우에는 릴레이 노드가 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 상기 목적 노드로 전달할 필요가 없다.
- [0034] 따라서 증가분 릴레이 기법을 사용하는 릴레이 네트워크에서는 채널의 낭비를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 다이버시티 이득 또한 얻을 수 있다.
- [0035] 하지만 일반적인 증가분 릴레이 기법은 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 상황은 고려하고 있지 않았다. 따라서 상기 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 상황을 고려한 새로운 통신 프로토콜으로써, 복합 (Hybrid) 증가분 릴레이 기법이 제안되었다.
- [0036] 상기 복합 증가분 릴레이 기법은 릴레이 노드가 소스 노드로부터 수신된 신호를 목적 노드로 재 전송할 시, 상기 수신된 신호의 복호 성공 여부에 따라 재 전송으로 AF와 DF를 선택적으로 적용하는 하는 통신 프로토콜이다.
- [0037] 다음으로 상기 협력 릴레이 기법은 채널 부호를 이용함에 따른 잉여 정보 (parity)를 추가로 목적 노드에 전달 하고, 상기 목적 노드가 최초 수신한 정보와 추가로 수신한 잉여 정보에 의해 원하는 정보를 복호하도록 하는 통신 프로토콜이다. 즉 두 개의 프레임에 걸쳐 각 노드 별 신호를 협력하여 전송하는 통신 프로토콜이다. 일 예 로 첫 번째 프레임에서 각 노드 별로 신호를 전송하고, 두 번째 프레임에서 각 노드가 첫 번째 프레임을 통해 수신한 신호 (잉여 정보)를 전송한다.
- [0038] 그리고 일반적인 협력 릴레이 기법에 추가로 채널 상황을 고려하여 잉여 정보를 DF 기법 또는 AF 기법 중 하나를 선택하여 전송하도록 하는 복합 협력 (hybrid coded cooperation) 릴레이 기법이 제안되었다.
- [0039] 상기 복합 협력 릴레이 기법은 제1노드가 첫 번째 프레임에서는 자신의 신호를 목적 노드와 제2노드 (릴레이 노드)로 전송하고, 두 번째 프레임에서는 상기 제2노드 (릴레이 노드)와의 채널 상황에 대응하여 선택된 송신 신호 (자신이 첫 번째 프레임에서 전송한 신호 또는 상기 제2노드에서 수신한 신호에 따른 잉여 정보)를 선택된 릴레이 기법 (DF 기법 또는 AF 기법)에 의해 전송하는 통신 프로토콜이다.
- [0040] 후술될 설명에서는 편의를 위해 복합 증가분 릴레이 기법과 복합 협력 릴레이 기법을 통칭하여 '복합 릴레이 기법'이라는 용어를 사용한다. 상기 복합 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크를 '복합 릴레이 네트워크 (Hybrid Relay Network)'라 칭하기로 한다.
- [0041] 그리고 일반적인 증가분 릴레이 기법을 '증가분 릴레이 기법'이라 표기하고, 일반적인 협력 릴레이 기법을 '협

력 릴레이 기법'이라 표기할 것이다. 상기 증가분 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크를 '증가분 릴레이 네트워크'라 칭하고, 상기 협력 릴레이 기법에 의해 신호를 중계하는 릴레이 네트워크를 '협력 릴레이 네트워크'라 칭한다.

- [0042] 이하 도 3 내지 도 5에 의해 증가분 릴레이 기법과 복합 릴레이 기법 중 복합 증가분 릴레이 기법에 대해 살펴볼 것이며, 도 7와 도 8에 의해 협력 릴레이 기법과 복합 릴레이 기법 중 복합 협력 릴레이 기법에 대해 살펴볼 것이다.
- [0043] 도 3 내지 도 5는 증가분 릴레이 네트워크에서 수행되는 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0044] 앞서 정의된 바와 같이 도 3 내지 도 5에 의해 살펴볼 증가분 릴레이 기법에 의한 통신 프로토콜은 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 상황에 대한 고려 여부에 따라 두 가지로 구분할 수 있다. 즉 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 상황을 고려하지 않는 일반적인 증가분 릴레이 기법과, 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 상황을 고려하는 복합 증가분 릴레이 기법이 존재한다.
- [0045] 상기 일반적인 증가분 릴레이 기법에 의한 통신 프로토콜은 도 3와 도 4에 의해 수행되며, 상기 복합 증가분 릴레이 기법에 의한 통신 프로토콜은 도 3와 도 4에 추가하여 도 5에 의해 수행된다.
- [0046] 도 3와 도 4를 참조하여 일반적인 증가분 릴레이 기법에 의한 통신 프로토콜과 복합 증가분 릴레이 기법에 의한 통신 프로토콜에서 공통적으로 적용되는 절차를 설명한다.
- [0047] 도 3는 증가분 릴레이 네트워크에서 첫 번째 프레임에 소스 노드가 신호를 전송하는 상황을 보이고 있다.
- [0048] 도 3를 참조하면, 소스 노드에 의해 전송된 신호는 목적 노드와 릴레이 노드에 의해 수신된다. 상기 목적 노드는 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 복호하고, 상기 복호된 결과를 상기 소스 노드로 제공한다.
- [0049] 상기 목적 노드는 상기 소스 노드로부터 수신한 신호의 복호에 실패하거나 성공하는 경우에 한하여 상기 복호 결과를 상기 소스 노드로 제공할 수 있다. 이를 위해서는 미리 설정된 시간 동안 복호 결과가 목적 노드에 의해 제공되지 않을 시, 소스 노드는 상기 목적 노드가 신호를 복호하는데 실패하였거나 성공하였음을 인지하도록 사전에 약속되어야 한다.
- [0050] 만약 첫 번째 프레임에서 목적 노드가 소스 노드로부터 수신한 신호의 복호에 성공할 시, 상기 소스 노드는 릴레이 노드에게 자신이 전송한 신호를 상기 목적 노드로 전달하지 않을 것을 요청한다. 상기 요청은 상기 소스 노드가 상기 릴레이 노드로 릴레이 중단 요청 메시지를 전송하는 것에 해당한다.
- [0051] 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 릴레이 중단 요청이 접수되면, 상기 첫 번째 프레임에서 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 상기 목적 노드로 중계하지 않는다. 이 경우 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 폐기할 수 있다.
- [0052] 도 4는 증가분 릴레이 네트워크에서 두 번째 프레임에 소스 노드의 신호를 중계하는 상황을 보이고 있다. 이때 릴레이 노드가 소스 노드로부터 수신한 신호의 복호에 성공한 경우를 가정한다.
- [0053] 도 4를 참조하면, 소스 노드는 목적 노드가 자신의 전송한 신호에 대한 복호에 실패하였음을 인지하면, 릴레이 노드에게 앞서 자신이 전송한 신호를 상기 목적 노드로 전달하여 줄 것을 요청한다. 상기 요청은 상기 소스 노드에서 상기 릴레이 노드로 릴레이 요청이 이루어지거나 미리 약속된 시간이 경과할 때까지 릴레이 중단 요청이 제공되지 않는 경우를 모두 가정할 수 있다.
- [0054] 그 후 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 이전에 수신한 신호의 복호가 성공적으로 이루어졌는지를 판단한다.
- [0055] 도 4에서는 릴레이 노드에 의해 소스 노드로부터 수신한 신호의 복호가 성공적으로 이루어진 경우를 가정하고 있으므로, 상기 릴레이 노드는 DF 기법에 의해 상기 복호에 성공한 신호를 부호화하여 목적 노드로 전달한다.
- [0056] 앞서서도 밝힌 바와 같이 전술한 동작은 일반적인 증가분 릴레이 기법에 따른 통신 프로토콜에 해당한다.
- [0057] 상기 일반적인 증가분 릴레이 기법은 소스 노드와 목적 노드 간의 채널 특성만을 고려하고 있다. 즉 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 특성은 무시하고 있어, 목적 노드와 릴레이 노드가 동시에 소스 노드에 의해 전송된

신호를 복호하는데 실패한 경우에 대해서는 고려하고 있지 않다.

- [0058] 다시 말해 일반적인 증가분 릴레이 기법에 의한 통신 프로토콜에서는 릴레이 노드가 소스 노드로부터 수신한 신호를 복호하는데 무조건 성공한다는 가정을 전제로 하고 있다.
- [0059] 따라서 후술될 복합 증가분 릴레이 기법에 의한 통신 프로토콜의 추가 절차는 목적 노드와 릴레이 노드가 동시에 소스 노드로부터 전송된 신호의 복호에 실패한 경우를 고려하고 있다.
- [0060] 도 5는 릴레이 노드에서 소스 노드로부터 수신한 신호를 복호하는데 실패했을 경우, 복합 증가분 릴레이 기법에 의해 소스 노드로부터 수신한 신호를 중계하는 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0061] 도 5를 참조하면, 소스 노드는 목적 노드가 자신이 전송한 신호의 복호에 실패하였음을 인지하면, 릴레이 노드에게 앞서 자신이 전송한 신호를 상기 목적 노드로 전달하여 줄 것을 요청한다. 이는 상기 소스 노드에서 상기 릴레이 노드로 릴레이 요청이 이루어지거나 미리 약속된 시간이 경과할 때까지 릴레이 중단 요청이 제공되지 않는 경우를 간주한다.
- [0062] 그 후 상기 릴레이 노드는 이전에 상기 소스 노드로부터 수신한 신호의 복호가 성공적으로 이루어졌는지를 판단한다. 도 5에서는 소스 노드로부터 수신한 신호를 복호하는데 실패한 경우를 가정하고 있으므로, 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 수신한 신호의 복호에 실패하였음을 인지할 것이다.
- [0063] 이 경우 상기 릴레이 노드는 AF 기법에 의해 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 목적 노드로 전달한다. 즉 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 수신한 신호를 증폭하여 상기 목적 노드로 전송한다.
- [0064] 도 6은 복합 증가분 릴레이 기법을 적용할 시와 증가분 릴레이 기법을 적용할 시의 아웃티지 확률 성능으로 인한 이득을 비교하는 실험 결과를 보이고 있다. 도 6에 의하면, 복합 증가분 릴레이 기법을 적용하는 경우에 증가분 릴레이 기법을 적용하는 경우에 비해 상대적으로 양호한 아웃티지 확률 성능을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0065] 도 7는 협력 릴레이 네트워크에서 협력 릴레이 기법에 의해 수행되는 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0066] 앞서 정의된 바와 같이 도 7에 의해 살펴볼 협력 릴레이 기법에 의한 통신 프로토콜은 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 상황을 고려하여 목적 노드로 전송할 신호를 결정한다.
- [0067] 도 7에서는 두 개의 송신 노드에 상응하는 제1사용자와 제2사용자 간의 채널 상황에 따라 4가지의 경우를 가정하고 있다. 이때 상기 제1사용자는 협력 릴레이 네트워크 내에서 소스 노드이면서 상기 제2사용자에 대응한 릴레이 노드의 역할을 수행한다. 그리고 상기 제2사용자는 협력 릴레이 네트워크 내에서 소스 노드이면서 상기 제1사용자에 대응한 릴레이 노드의 역할을 수행한다.
- [0068] 따라서 협력 릴레이 기법을 적용할 시, 상기 제1사용자와 상기 제2사용자 각각에서 상대 사용자로부터 수신한 신호에 대한 복호 성공 여부에 따라 크게 4가지의 경우가 발생될 수 있다.
- [0069] 첫 번째 경우는 제1 및 제2사용자 모두가 상대 사용자에게 의해 전송된 신호를 성공적으로 수신한 경우이며, 두 번째 경우는 제1 및 제2사용자 모두가 상대 사용자에게 의해 전송된 신호를 수신하는데 실패한 경우이다. 세 번째 경우는 제1사용자가 제2사용자에게 의해 전송된 신호를 수신하는데 실패하였으나 제2사용자가 제1사용자에게 의해 전송된 신호를 성공적으로 수신한 경우이다. 마지막으로 네 번째 경우는 상기 세 번째 경우에 반대의 경우로써, 제1사용자가 제2사용자에게 의해 전송된 신호를 수신하는데 성공하였으나 제2사용자가 제1사용자에게 의해 전송된 신호를 수신하는데 실패한 경우이다.
- [0070] 도 7를 참조하면, 제1 및 제2사용자는 첫 번째 프레임에서 상대 사용자와 목적 노드로 자신의 신호를 전송한다. 이로 인해 제1사용자는 제2사용자에게 의해 전송된 신호를 수신하여 복호하고, 제2사용자는 제1사용자에게 의해 전송된 신호를 수신하여 복호한다.
- [0071] 상기 제1 및 제2사용자에 의한 복호 결과에 의해 앞서 정의된 4가지의 경우 중 하나의 경우가 발생할 것이다.
- [0072] 상기 첫 번째 경우처럼 각 사용자가 상대 사용자로부터 수신한 신호를 성공적으로 복호하면, 상기 복호에 성공한 수신 신호 (상대편 정보)의 잉여 정보를 두 번째 프레임에서 전송한다. 상기 첫 번째 경우에 대응한 동작에 따르면, 두 번째 프레임에서 자신의 잉여 정보가 아닌 상대방의 잉여 정보를 전송함으로써 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.
- [0073] 상기 두 번째 경우처럼, 사용자 모두가 상대 사용자로부터 수신한 신호를 복호하는데 실패하면, 두 번째 프레임

에서 상대방의 잉여 정보를 보내는 것이 아니라 자신의 잉여 정보를 전송한다.

- [0074] 상기 세 번째와 네 번째 경우처럼, 사용자들 중 일부 사용자가 수신 신호를 복호하는데 성공하였으나 그 외의 사용자가 수신 신호를 복호하는데 실패하였다면, 복호에 성공한 사용자는 복호에 성공한 수신 신호 (상대편 정보)의 잉여정보를 두 번째 프레임에서 전송한다. 그리고 복호에 실패한 사용자는 자신의 잉여 정보를 전송한다.
- [0075] 따라서 세 번째 경우, 수신 신호의 복호에 실패한 제1사용자는 두 번째 프레임에서 자신의 잉여 정보를 전송하고, 수신 신호의 복호에 성공한 제2사용자는 두 번째 프레임에서 상대방의 잉여 정보를 전송한다. 그로 인해 결과적으로 제1 및 제2 사용자 모두는 제1사용자의 잉여 정보를 전송한다.
- [0076] 그리고 네 번째 경우, 수신 신호의 복호에 성공한 제1사용자는 두 번째 프레임에서 상대방의 잉여 정보를 전송하고, 수신 신호의 복호에 실패한 제2사용자는 두 번째 프레임에서 자신의 잉여 정보를 전송한다. 그로 인해 결과적으로 제1 및 제2 사용자 모두는 제2사용자의 잉여 정보를 전송한다.
- [0077] 하지만 상술한 협력 릴레이 기법에서는 임의 사용자의 신호만이 복호에 성공하지 못할 확률이 늘어나면, 일방적으로 상기 임의 사용자의 성능이 급격하게 떨어지는 상황이 발생한다. 예컨대 세 번째 경우가 빈번하게 발생하면 제1사용자의 잉여 정보만이 전달되어 제2사용자의 성능이 저하될 수 있으며, 네 번째 경우가 빈번하게 발생하면 제2사용자의 잉여 정보만이 전달되어 제1사용자의 성능이 저하될 수 있다.
- [0078] 이러한 문제를 보완하기 위한 통신 프로토콜이 복합 협력 릴레이 기법이다. 상기 복합 협력 릴레이 기법은 수신 신호에 대한 복호에 실패하였다고 하여 해당 신호를 전송하지 않는 것이 아니라 전송 기법을 달리한다. 예컨대 복합 협력 릴레이 기법은 수신 신호의 복호에 성공하면 DF 기법에 의해 수신 신호를 전송하고, 수신 신호의 복호에 실패하면 AF 기법에 의해 수신 신호를 전송한다. 이로써 협력 릴레이 기법에서 발생할 수 있는 전송 신호의 불균형으로 인한 성능 저하를 해결 할 수 있다.
- [0079] 도 8는 협력 릴레이 네트워크에서 복합 협력 릴레이 기법에 의해 수행되는 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0080] 도 8를 참조하면, 첫 번째 경우와 같이 모든 사용자가 첫 번째 프레임에서 수신한 신호를 복호하는데 성공하였다면, 모든 사용자는 복호에 성공한 신호를 DF 기법에 의해 전송한다. 예컨대 제1사용자는 제2사용자로부터 수신한 신호를 복호한 후 복호에 성공한 신호를 부호화하여 전송하며, 제2사용자는 제1사용자로부터 수신한 신호를 복호한 후 복호에 성공한 신호를 부호화하여 전송한다.
- [0081] 하지만 두 번째 경우와 같이 모든 사용자가 첫 번째 프레임에서 수신한 신호를 복호하는데 실패하였다면, 모든 사용자는 복호에 실패한 신호, 즉 수신 신호를 AF 기법에 의해 전송한다. 예컨대 제1사용자는 제2사용자로부터 수신한 신호를 증폭하여 전송하며, 제2사용자는 제1사용자로부터 수신한 신호를 증폭하여 전송한다.
- [0082] 그리고 세 번째와 네 번째 경우와 같이 수신 신호에 대한 복호에 성공한 사용자와 실패한 사용자가 공존하는 경우, 복호에 성공한 사용자는 해당 신호를 부호화하여 전송하며, 복호에 실패한 사용자는 수신 신호를 증폭하여 전송한다.
- [0083] 도 9은 협력 릴레이 기법에 의한 아웃티지 확률 성능에 비해 복합 협력 릴레이 기법에 의한 아웃티지 확률 성능이 양호하게 나타남을 보이고 있는 실험 결과에 따른 그래프이다.
- [0084] 한편 앞에서 살펴본 복합 릴레이 기법을 위한 통신 프로토콜은 사용자, 즉 송신 노드 (소스 노드, 릴레이 노드) 별로 송신 전력을 동일하게 할당하는 송신 전력 비율을 사용하는 것을 가정하고 있다. 하지만 복합 증가분 릴레이 기법을 사용하는 릴레이 네트워크에서는 송신 노드 별로 동일하거나 유사한 송신 전력을 할당하는 것은 릴레이 네트워크의 성능을 최적화시키는 것이라 할 수 없다.
- [0085] 따라서 바람직하기로는 복합 증가분 릴레이 기법을 사용하는 릴레이 네트워크의 성능을 최적화할 수 있도록 송신 노드들 간의 송신 전력 비율을 결정하여야 한다. 이때 상기 송신 전력 비율은 복수의 송신 노드들에 의해 사용될 송신 전력의 비율을 의미한다. 일 예로 송신 전력 비율은 소스 노드의 송신 전력과 릴레이 노드의 송신 전력이 비율이 될 수 있다.
- [0086] 이를 위해 후술 될 바람직한 실시 예에서는 복합 릴레이 기법을 사용하는 릴레이 네트워크와, 상기 릴레이 네트워크 내에서 모든 유저 (신호를 송신하는 노드)들의 송신 전력 합은 상기 릴레이 네트워크에서 사용할 수 있는 전체 전력과 동일하다고 가정한다.
- [0087] 또한 바람직한 실시 예에서 송신 전력 비율을 결정하는 소스 노드 또는 릴레이 노드에서는 릴레이 네트워크에서의 현재 채널 상황을 모두 알고 있다고 가정한다. 즉 릴레이 네트워크 내에 존재하는 모든 채널들의 상태 정보

(CSI: Channel State Information)을 기반으로 각 채널의 상황을 측정할 수 있음을 가정한다.

- [0088] 한편 바람직한 실시 예에서는 상술한 가정 하에서, 현재의 채널 상황 (채널 변화 등)을 기반으로 적어도 2 이상의 유저 (송신 노드)에 대한 최적의 송신 전력 비율을 획득한다. 그리고 상기 획득한 송신 전력 비율을 이용하여 상기 각 유저 (송신 노드)에 대한 송신 전력을 결정함으로써, 상기 각 유저 (송신 노드)가 결정된 송신 전력에 의해 신호를 전송할 수 있도록 한다.
- [0089] 이로 인해 Green IT나 ECO 시스템 등과 같이 최소한의 전력으로 최대 효과를 얻고자 하는 시스템의 상황에 적합하다 할 것이다.
- [0090] 이하 제안하고자 하는 바람직한 실시 예에 따른 릴레이 네트워크에서 복수의 송신 노드들에 대한 송신 전력을 결정하는 장치 및 방법과 이를 지원하는 릴레이 네트워크 시스템에 대해 상세히 설명하고자 한다.
- [0091] 이를 위해 복합 릴레이 기법을 사용하는 릴레이 네트워크에서 아웃티지 확률 성능을 최대화하기 위한 최적의 송신 전력 비율을 획득하기 위한 구체적인 방안에 대해서도 설명할 것이다.
- [0092] 또한 후술될 바람직한 실시 예에서는 릴레이 네트워크에서의 송신 노드로 하나의 소스 노드와 하나의 릴레이 노드를 대상으로 하여 설명할 것이다. 하지만 그 이상의 송신 노드를 대상으로 하더라도 제안될 바람직한 실시 예가 동일하게 적용될 수 있음은 자명하다.
- [0093] 도 10은 바람직한 실시 예에 따른 릴레이 네트워크를 구성하는 소스 노드의 구성을 보이고 있다.
- [0094] 도 10을 참조하면, 수신부(710)는 안테나와 결합되어 무선 망을 통해 전송되는 신호를 수신한다. 그리고 상기 수신된 신호를 디코더(712)로 전달한다. 상기 수신부(710)에서 수행하는 동작은 본 발명과 직접적인 관계가 없음에 따라 그 구체적인 설명은 생략한다.
- [0095] 상기 디코더(712)는 상기 수신부(710)로부터 제공되는 신호에 대한 복호를 수행한다. 상기 디코더(712)는 상기 신호에 대한 복호 결과를 제어부(720)로 제공한다. 상기 코더(714)는 상기 제어부(720)의 제어에 의해 송신할 신호를 부호화하여 송신부(716)로 출력한다.
- [0096] 상기 송신부(718)는 상기 제어부(720)의 제어에 의해 상기 코더(714)로부터 출력되는 부호화된 신호를 안테나를 통해 전송한다. 상기 송신부(718)가 상기 부호화된 신호를 전송하기 위해서는 송신 전력의 결정이 필요하다.
- [0097] 상기 송신 전력의 결정은 채널 추정부(718), 송신 전력 비율 결정부(722) 및 송신 전력 결정부(724)에 의해 이루어진다. 그리고 도 10에서는 상기 송신 전력 비율 결정부(722)와 송신 전력 결정부(724)가 상기 제어부(720) 내에 구비된 경우를 가정하고 있다. 하지만 상기 송신 전력 비율 결정부(722)와 송신 전력 결정부(724)가 다른 구성 내에 존재하지 않고, 독립적으로 구성될 수 있음은 자명하다.
- [0098] 따라서 후술될 설명에서 송신 전력 비율을 결정하기 위한 구성과 송신 전력을 결정하기 위한 구성이 제어부 내에 존재하는 것과 같이 설명되더라도, 제안된 바람직한 실시 예가 그 것에 한정되어 해석되어서는 안될 것이다.
- [0099] 상기 채널 추정부(718)는 상기 수신부(710)를 통해 수신되는 신호를 기반으로 하여 릴레이 네트워크 내에서 이용되고 있는 채널들의 상황을 추정한다. 상기 채널들의 상황은 수신된 신호에 의해 직접 추정할 수도 있으나 다른 노드로부터 제공되는 제어 정보에 의해 획득하는 것도 가능하다. 특히 바람직한 실시 예를 위해서는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 상황 및 릴레이 노드와 목적 노드 간의 채널 상황은 반드시 획득될 수 있어야 한다. 그 외에 해당 채널 상황을 획득하기 위해 공지된 모든 기술들은 바람직한 실시 예를 위해 차용될 수 있음은 당연하다.
- [0100] 상기 획득된 채널 상황에 대한 정보는 송신 전력 비율의 결정을 위해 상기 송신 전력 비율 결정부(722)로 전달된다.
- [0101] 상기 제어부(720)는 상기 디코더(712)와 상기 코더(714)의 전반적인 동작뿐만 아니라 상기 수신부(710)와 상기 송신부(716)의 동작까지도 제어한다.
- [0102] 상기 송신 전력 비율 결정부(722)는 상기 채널 추정부(718)에 의해 제공되는 채널 상황에 관한 정보 또는 이미 알고 있는 채널 상황에 관한 정보를 이용하여 자신의 송신 전력과 자신이 전송한 신호를 목적 노드로 중계하는 적어도 하나의 릴레이의 송신 전력 간의 비율 (송신 전력 비율,

$C_{opt} = \frac{P_r}{P_s}$, 여기서 P_r 은 릴레이 노드의 송신 전력이고, P_s 은 소스 노드의 송신 전력임)을 결정한다.

[0103] 상기 송신 전력 비율 (C_{opt})은 하기 <수학식 1>에 의해 계산될 수 있다.

수학식 1

$$C_{opt} = \begin{cases} \frac{K - \delta_{s,r}^2}{3\delta_{r,d}^2}, & \text{if } 2(K - \delta_{s,r}^2) - 3\delta_{r,d}^2 \geq 0 \\ 0.5, & \text{if } 2(K - \delta_{s,r}^2) - 3\delta_{r,d}^2 < 0 \end{cases}$$

[0104]

[0105] 여기서 대상 값 K 는 $(2^{\frac{R}{2}} - 1)/N_0$ 로 정의되며, R 은 스펙트럼 밀도를 의미하고, N_0 는 잡음 전력을 의미한다.

그리고 $\delta_{s,r}^2$ 는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 변화의 측정 값 (제1채널 상황)이고, $\delta_{r,d}^2$ 는 릴레이 노드와 목적 노드 간의 채널 변화의 측정 값 (제2채널 상황)이다.

[0106] 한편 상기 <수학식 1>에서 송신 전력 비율을 결정하기 위해 이용되는 조건 중 하나인

$$2(K - \delta_{s,r}^2) - 3\delta_{r,d}^2 \geq 0$$

은 K 를 기준으로 정리하면, $K \geq \frac{3\delta_{r,d}^2}{2} + \delta_{s,r}^2$ 와 같다. 상기 K 를 기준으로 정리된

$K \geq \frac{3\delta_{r,d}^2}{2} + \delta_{s,r}^2$ 은 송신 전력 비율을 결정하기 위한 기준 값이 된다.

[0107] 즉 상기 대상 값 K 가 상기 기준 값 이상인 경우에는 상기 <수학식 1>에서 첫 번째로 정의하고 있는 $\frac{K - \delta_{s,r}^2}{3\delta_{r,d}^2}$ 에 의해 송신 전력 비율을 결정한다. 하지만 상기 대상 값 K 가 상기 기준 값 미만인 경우에는 상기 <수학식 1>에서 두 번째로 정의하고 있는 미리 결정된 값에 의해 송신 전력 비율을 결정한다. 상기 <수학식 1>에 의하면, 상기 미리 결정된 값은 0.5임을 알 수 있다.

[0108] 그리고 상기 <수학식 1>은 복합 증가분 릴레이 네트워크에서 전체 네트워크의 전력이 제한적일 때, 실험에 의해 소스 노드와 릴레이 노드 사이의 최적의 송신 전력 비율을 구하기 위해 도출된 것이다. 따라서 상기 <수학식 1>에 의해 소스 노드와 릴레이 노드의 송신 전력을 결정할 경우, 네트워크 성능을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 Green IT나 ECO 시스템 등과 같은 최소의 전력으로 최대의 효과를 올려야 하는 네트워크 상황에 적합한 방안이라 할 수 있다.

[0109] 상술한 바에 의해 상기 송신 전력 비율 결정부(722)의 동작을 정리하면, 상기 송신 전력 비율 결정부(722)는 스펙트럼 밀도 (R)와 잡음 전력(N_0)을 기반으로 대상 값 (K)을 계산한다. 그리고 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 변화에 대한 측정 값 (제1채널 상황) $\delta_{s,r}^2$ 과, 릴레이 노드와 소스 노드 간의 채널 변화에 대한 측정 값 (제2채널 상황) $\delta_{r,d}^2$ 에 의해 기준 값을 계산한다.

[0110] 그 후 상기 송신 전력 비율 결정부(722)는 상기 대상 값이 상기 기준 값 이상인 경우, 상기 대상 값과 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 송신 전력 비율을 계산한다. 그리고 상기 대상 값이 기준 값 미만인 경우, 송신 전력 비율을 미리 설정된 값인 0.5로 결정한다.

[0111] 앞서서도 정의된 바와 같이 상기 송신 전력 비율은 소스 노드의 송신 전력과 릴레이 노드의 송신 전력 간의 비율이므로, 송신 전력 비율이 0.5인 경우 소스 노드의 송신 전력은 릴레이 노드의 송신 전력에 비해 2배 정도 높은 전력 값을 가진다.

[0112] 상술한 방안에 의해 서로 다른 채널 변화를 가정할 때, 각 채널 변화에서 획득될 수 있는 송신 전력 비율의 예를 하기 <표 1>에서 보이고 있다.

표 1

Channel Variance ^a	$\alpha = 0.4^b$	$\alpha = 0.5^b$	$\alpha = 0.6^b$
S-R: 1, R-D: 1 ^c	$C_{opt} = 0.67^d$	$C_{opt} = 0.5^d$	$C_{opt} = 0.89^d$
S-R: 1, R-D: 5 ^c	$C_{opt} = 0.5^d$	$C_{opt} = 0.5^d$	$C_{opt} = 0.5^d$
S-R: 5, R-D: 1 ^c	$C_{opt} = 0.5^d$	$C_{opt} = 0.5^d$	$C_{opt} = 0.5^d$

[0113]

[0114] 상기 <표 1>에서 정의하고 있는 α^b 는 전체 전송 데이터 중에 첫 번째 프로임에 보내는 정보의 비율을 의미한다.

[0115] 상기 송신 전력 비율 결정부(722)에 의해 결정된 송신 전력 비율은 송신 전력 결정부(724)로 제공된다.

[0116] 상기 송신 전력 결정부(724)는 상기 송신 전력 비율 결정부(722)에 의해 제공되는 송신 전력 비율을 기반으로 자신의 송신 전력을 결정한다. 즉 상기 송신 전력 결정부(724)는 상기 송신 전력 비율에 의해 소스 노드의 송신 전력을 결정한다.

[0117] 물론 상기 송신 전력 결정부(724)는 상기 송신 전력 비율에 의해 릴레이 노드의 송신 전력을 결정할 수도 있다. 즉 상기 릴레이 노드의 송신 전력이 소스 노드에 의해 결정되고, 상기 결정된 송신 전력이 상기 릴레이 노드로 제공될 수 있다.

[0118] 상기 송신 전력 결정부(724)는 상기 결정된 송신 전력에 의해 상기 송신부(718)의 송신 전력을 제어한다. 따라서 상기 송신부(718)는 상기 결정된 송신 전력에 의해 신호를 송신한다.

[0119] 도 11은 바람직한 실시 예에 따른 릴레이 네트워크를 구성하는 릴레이 노드의 구성을 보이고 있다.

[0120] 도 11을 참조하면, 수신부(810)는 안테나와 결합되어 무선 망을 통해 전송되는 신호를 수신한다. 그리고 상기 수신된 신호를 디코더(812), 채널 추정부(826), 증폭부(816) 중 적어도 하나의 구성으로 전달한다. 상기 수신부(810)에서 수행하는 동작은 바람직한 실시 예와 직접적인 관계가 없음에 따라 그 구체적인 설명은 생략한다. 단지 상기 수신부(810)는 바람직한 실시 예를 위해 소스 노드에 의해 전송된 신호를 수신하고, 상기 수신한 신호를 상기 디코더(812), 증폭부(816) 및 채널 추정부(828) 중 적어도 하나의 구성으로 제공한다.

[0121] 상기 디코더(812)는 상기 수신부(810)로부터 제공되는 신호에 대한 복호를 수행한다. 상기 디코더(812)는 상기 신호에 대한 복호 결과를 제어부(820)로 제공한다. 그리고 상기 디코더(812)는 상기 신호에 대한 복호에 성공할 시 상기 복호된 신호를 코더(814)로 제공한다.

[0122] 상기 코더(814)는 상기 제어부(820)의 제어에 의해 상기 디코더(812)로부터 제공된 복호된 신호를 다시 부호화하여 송신부(818)로 출력한다. 상기 제어부(820)는 상기 소스 노드로부터 릴레이 요청이 있고, 상기 디코더(812)에 의해 상기 수신된 신호의 복호가 성공할 경우에 상기 코더(814)로 상기 복호에 성공한 신호를 부호화할 것을 지시한다.

[0123] 상기 증폭부(816)는 상기 제어부(820)의 제어에 의해 상기 수신부(810)로부터 제공되는 신호를 증폭하여 상기 송신부(818)로 출력한다. 상기 제어부(820)는 상기 소스 노드로부터 릴레이 요청이 있고, 상기 디코더(812)에 의해 상기 수신된 신호의 복호에 실패할 경우에 상기 증폭부(816)에게 상기 수신된 신호를 증폭할 것을 지시한다.

[0124] 상기 송신부(818)는 상기 제어부(820)의 제어에 의해 상기 코더(814)와 상기 증폭부(816) 중 어느 하나로부터 출력되는 신호를 안테나를 통해 목적 노드로 전송한다. 하지만 상기 송신부(818)에 의해 신호가 상기 목적 노드로 전송되는 것은 상기 소스 노드로부터 릴레이 요청이 수신된 경우로 한정된다. 만약 상기 소스 노드로부터 릴레이 중단 요청이 있는 경우라면, 상기 제어부(820)는 상기 송신부(818)에 의해 신호가 목적 노드로 전송되지 않도록 지시할 것이다.

[0125] 상기 제어부(820)는 상기 소스 노드로부터의 릴레이 요청과 릴레이 중단 요청에 의해 수신된 신호를 목적 노드로 전달할지 여부를 결정한다. 즉 상기 소스 노드로부터 해당 신호의 중계가 요청되면, 앞서 상기 소스 노드로부터 수신한 신호가 목적 노드로 전달될 수 있도록 제어한다. 하지만 상기 소스 노드로부터 해당 신호의 중계가

요청되지 않으면, 앞서 상기 소스 노드로부터 수신한 신호가 목적 노드로 전달되지 않도록 제어한다.

- [0126] 한편 상기 제어부(820)는 상기 소스 노드로부터 해당 신호의 중계가 요청되면, 목적 노드에 의해 해당 신호에 대한 복호가 실패하였음을 간접적으로 인지할 수 있다. 그리고 상기 소스 노드로부터 해당 신호의 중계가 요청되지 않으면, 목적 노드에 의해 해당 신호에 대한 복호가 성공적으로 이루어졌음을 간접적으로 인지할 수 있다.
- [0127] 또한 상기 제어부(820)은 상기 디코더(812)에서 수신된 신호에 대한 복호의 성공 여부에 의해 상기 코더(814) 또는 상기 증폭부(816)를 제어한다. 즉 상기 제어부(816)는 상기 디코더(812)에 의해 수신된 신호에 대한 복호에 성공하였다면, 상기 코더(814)가 상기 복호에 성공한 신호를 부호화할 것을 지시한다. 그렇지 않고 상기 디코더(812)에 의해 수신된 신호에 대한 복호에 실패하였다면, 상기 제어부(820)는 상기 증폭부(816)가 상기 수신된 신호를 증폭할 것을 지시한다.
- [0128] 상기 송신부(818)는 상기 제어부(820)의 제어에 의해 상기 코더(814)로부터 출력되는 부호화된 신호 또는 상기 증폭부(816)로부터 출력되는 증폭된 신호를 안테나를 통해 전송한다. 상기 송신부(818)가 상기 부호화된 신호를 전송하기 위해서는 송신 전력의 결정이 필요하다.
- [0129] 상기 송신 전력의 결정은 채널 추정부(826), 송신 전력 비율 결정부(822) 및 송신 전력 결정부(824)에 의해 이루어진다. 그리고 도 11에서는 상기 송신 전력 비율 결정부(822)와 송신 전력 결정부(824)가 상기 제어부(820) 내에 구비된 경우를 가정하고 있다. 하지만 상기 송신 전력 비율 결정부(822)와 송신 전력 결정부(824)가 다른 구성 내에 존재하지 않고, 독립적으로 구성될 수 있음은 자명하다.
- [0130] 따라서 후술될 설명에서 송신 전력 비율을 결정하기 위한 구성과 송신 전력을 결정하기 위한 구성이 제어부 내에 존재하는 것과 같이 설명되더라도, 제안된 바람직한 실시 예가 그 것에 한정되어 해석되어서는 안될 것이다.
- [0131] 상기 채널 추정부(826)는 상기 수신부(810)를 통해 수신되는 신호를 기반으로 하여 릴레이 네트워크 내에서 이용되고 있는 채널들의 상황을 추정한다. 상기 채널들의 상황은 수신된 신호에 의해 직접 추정할 수도 있으나 다른 노드로부터 제공되는 제어 정보에 의해 획득하는 것도 가능하다. 특히 바람직한 실시 예를 위해서는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 상황 및 릴레이 노드와 목적 노드 간의 채널 상황은 반드시 획득될 수 있어야 한다. 그 외에 해당 채널 상황을 획득하기 위해 공지된 모든 기술들은 바람직한 실시 예를 위해 차용될 수 있음은 당연하다.
- [0132] 상기 획득된 채널 상황에 대한 정보는 송신 전력 비율의 결정을 위해 상기 송신 전력 비율 결정부(824)로 전달된다.
- [0133] 상기 제어부(820)는 상기 디코더(812)와 상기 코더(814) 및 상기 증폭부(816)의 전반적인 동작뿐만 아니라 상기 수신부(810)와 상기 송신부(816)의 동작까지도 제어한다.
- [0134] 상기 송신 전력 비율 결정부(820)는 상기 채널 추정부(826)에 의해 제공되는 채널 상황에 관한 정보 또는 이미 알고 있는 채널 상황에 관한 정보를 이용하여 송신 전력 비율 ($C_{opt} = \frac{P_r}{P_s}$)을 결정한다. 상기 송신 전력 비율 (C_{opt})은 앞에서 정의된 <수학식 1>에 의해 계산될 수 있다.
- [0135] 상기 송신 전력 비율 결정부(822)의 동작을 정리하면, 송신 전력 비율 결정부(822)는 스펙트럼 밀도 (R)와 잡음 전력(N_0)을 기반으로 대상 값 (K)을 계산한다. 그리고 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 변화에 대한 측정 값 (제1채널 상황) $\delta_{s,r}^2$ 과, 릴레이 노드와 소스 노드 간의 채널 변화에 대한 측정 값 (제2채널 상황) $\delta_{r,d}^2$ 에 의해 기준 값을 계산한다.
- [0136] 그 후 상기 송신 전력 비율 결정부(822)는 상기 대상 값이 상기 기준 값 이상인 경우, 상기 대상 값과 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 송신 전력 비율을 계산한다. 그리고 상기 대상 값이 기준 값 미만인 경우, 송신 전력 비율을 미리 설정된 값인 0.5로 결정한다.
- [0137] 앞서서도 정의된 바와 같이 상기 송신 전력 비율은 소스 노드의 송신 전력과 릴레이 노드의 송신 전력 간의 비율이므로, 송신 전력 비율이 0.5인 경우 소스 노드의 송신 전력은 릴레이 노드의 송신 전력에 비해 2배 정도 높은 전력 값을 가진다.

- [0138] 상기 송신 전력 비율 결정부(822)에 의해 결정된 송신 전력 비율은 송신 전력 결정부(824)로 제공된다.
- [0139] 상기 송신 전력 결정부(824)는 상기 송신 전력 비율 결정부(822)에 의해 제공되는 송신 전력 비율을 기반으로 자신의 송신 전력을 결정한다. 즉 상기 송신 전력 결정부(824)는 상기 송신 전력 비율에 의해 릴레이 노드의 송신 전력을 결정한다.
- [0140] 물론 상기 송신 전력 결정부(824)는 상기 송신 전력 비율에 의해 소스 노드의 송신 전력을 결정할 수도 있다. 즉 상기 소스 노드의 송신 전력이 릴레이 노드에 의해 결정되고, 상기 결정된 송신 전력이 상기 소스 노드로 제공될 수 있다.
- [0141] 상기 송신 전력 결정부(824)는 상기 결정된 송신 전력에 의해 상기 송신부(818)의 송신 전력을 제어한다. 따라서 상기 송신부(818)는 상기 결정된 송신 전력에 의해 상기 코더(814)로부터 출력되는 신호 또는 상기 증폭부(816)에서 출력되는 신호를 송신한다.
- [0142] 도 12는 바람직한 실시 예에 따라 복합 증가분 릴레이 네트워크에서 소스 노드와 릴레이 노드가 송신 전력을 결정하기 위한 수행하는 제어 흐름을 보이고 있다.
- [0143] 도 12에서 보이고 있는 제어 흐름은 채널 상황을 획득하는 과정과, 송신 전력 비율을 계산 또는 결정하는 과정과, 상기 송신 전력 비율에 의해 송신 전력을 결정하는 과정 및 상기 결정된 송신 전력에 의해 신호를 전송하는 과정을 포함한다.
- [0144] 상기 채널 상황을 획득하는 과정에서는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 제1채널 상황 및 상기 릴레이 노드와 상기 목적 노드 간의 제2채널 상황을 획득한다.
- [0145] 상기 송신 전력 비율을 계산하는 과정에서는 스펙트럼 밀도와 잡음 전력을 기반으로 계산된 대상 값이 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황에 의해 계산된 기준 값 이상인 경우, 상기 대상 값과 상기 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 간의 송신 전력 비율을 계산한다.
- [0146] 상기 송신 전력 비율을 결정하는 과정에서는 상기 대상 값이 상기 기준 값 미만인 경우, 상기 소스 노드의 송신 전력과 상기 릴레이 노드의 송신 전력 비율을 미리 설정된 값으로 결정한다.
- [0147] 상기 송신 전력을 결정하는 과정에서는 상기 계산 또는 결정된 송신 전력 비율에 의해 상기 소스 노드 또는 상기 릴레이 노드의 송신 전력을 결정하며, 상기 신호를 송신하는 과정에서는 상기 결정된 송신 전력을 사용하여 신호를 전송한다.
- [0148] 도 12를 참조하면, 송신 노드 (소스 노드 또는 릴레이 노드)는 910단계에서 릴레이 네트워크 내의 채널 상황을 획득한다. 상기 송신 노드는 릴레이 네트워크 내의 채널 상황을 수신된 신호를 기반으로 하여 추정하거나 다른 노드로부터 제공되는 제어 정보에 의해 획득하는 것도 가능하다.
- [0149] 특히 바람직한 실시 예를 위해서는 소스 노드와 릴레이 노드 간의 채널 상황 (제1채널 상황) 및 릴레이 노드와 목적 노드 간의 채널 상황 (제2채널 상황)은 반드시 획득될 수 있어야 한다. 그 외에 해당 채널 상황을 획득하기 위해 공지된 모든 기술들은 바람직한 실시 예를 위해 차용될 수 있음은 당연하다.
- [0150] 상기 송신 노드는 912단계에서 상기 획득한 채널 상황이 소정의 조건을 만족하는지를 판단한다. 상기 소정의 조건은 $2(K - \delta_{s,r}^2) - 3\delta_{r,d}^2 \geq 0$ 가 될 수 있다. 상기 소정의 조건을 K를 기준으로 정리하면, $K \geq \frac{3\delta_{r,d}^2}{2} + \delta_{s,r}^2$ 와 같다. 이때 상기 K는 $\frac{R}{(2^{\frac{R}{2}} - 1)/N_0}$ 로 정의된다.
- [0151] 따라서 상기 소정의 조건은 스펙트럼 밀도 (R)와 잡음 전력(N_0)을 기반으로 계산된 대상 값 (K)이 앞서 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 하여 얻을 수 있는 기준 값 $\left(\frac{3\delta_{r,d}^2}{2} + \delta_{s,r}^2\right)$ 보다 크거나 같은 값을 갖는 것이다.
- [0152] 상기 송신 노드는 상기 912단계에서 소정 조건을 만족한다고 판단하면 914단계로 진행하며, 소정 조건을 만족하지 못한다고 판단하면 916단계로 진행한다.

[0153] 하지만 상기 소정의 조건으로 $2(K - \delta_{s,r}^2) - 3\delta_{r,d}^2 < 0$ 가 사용될 수도 있다. 이 경우 상기 소정의 조건을 K를 기준으로 정리하면, $K < \frac{3\delta_{r,d}^2}{2} + \delta_{s,r}^2$ 와 같다.

[0154] 따라서 상기 소정의 조건은 스펙트럼 밀도 (R)와 잡음 전력(N_o)을 기반으로 계산된 대상 값 (K)이 앞서 획득한 제1 및 제2채널 상황을 기반으로 하여 얻을 수 있는 기준 값 $(\frac{3\delta_{r,d}^2}{2} + \delta_{s,r}^2)$ 보다 작은 값을 갖는 것이다.

[0155] 상기와 같이 소정의 조건으로 $2(K - \delta_{s,r}^2) - 3\delta_{r,d}^2 < 0$ 를 사용할 경우에는 상기 912단계에서의 판단 결과에 따른 동작인 914단계와 916단계가 반대로 수행되어야 한다. 즉 상기 소정 조건을 만족하는 경우에는 916단계에 상응하는 동작이 수행되고, 상기 소정 조건을 만족하지 못하는 경우에는 914단계에 상응하는 동작이 수행된다.

[0156] 상기 송신 노드는 상기 914단계로 진행하면, 앞서 획득한 채널 상황을 고려하여 릴레이 노드의 송신 전력 P_r 과 소스 노드의 송신 전력 P_s 의 비율인 송신 전력 비율 ($C_{opt} = \frac{P_r}{P_s}$)을 결정한다. 상기 송신 전력 비율 ($C_{opt} = \frac{P_r}{P_s}$)은 앞서 정의한 <수학식 1>에 의해 계산될 수 있다.

[0157] 하지만 상기 916단계로 진행하면, 상기 송신 노드는 상기 송신 전력 비율 ($C_{opt} = \frac{P_r}{P_s}$)을 미리 설정된 값 (일 예로 0.5)으로 결정한다.

[0158] 상기 914단계에 의해 송신 전력 비율이 계산되거나 상기 916단계에서 송신 전력 비율이 결정되면, 상기 송신 노드는 918단계에서 상기 계산 또는 결정된 송신 전력 비율에 의해 송신 전력을 결정한다. 상기 송신 전력은 전체 송신 노드가 사용 가능한 전력에서 상기 송신 전력 비율에 의해 자신에게 부여된 비율만큼의 전력을 송신 전력으로 결정한다. 이때 상기 전체 송신 노드가 사용 가능한 전력은 릴레이 네트워크 내에서 사용될 수 있는 전체 전력 또는 동일한 목적 노드로 신호를 전송하기 위한 송신 노드에서 사용될 수 있는 전체 전력 또는 하나의 소스 노드와 상기 하나의 소스 노드의 신호를 목적 노드로 중계하는 적어도 하나의 릴레이 노드에서 사용될 수 있는 전체 전력 중 하나로 정의할 수 있다.

[0159] 그리고 도 12에서는 도시되고 있지 않지만 상기 송신 노드는 송신 전력 비율에 의해 상기 송신 노드가 아닌 다른 송신 노드의 송신 전력이 결정될 수도 있다. 이 경우에는 상기 결정된 다른 송신 노드의 송신 전력을 해당 송신 노드로 전달하기 위한 과정이 추가로 요구된다.

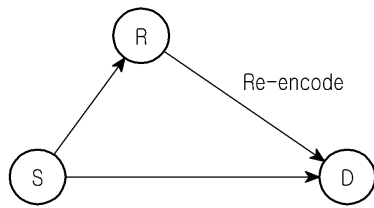
[0160] 상기 송신 노드는 신호 전송을 위한 송신 전력이 결정되면, 920단계에서 상기 결정된 송신 전력을 이용하여 신호를 송신한다.

[0161] 한편 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안 될 것이다.

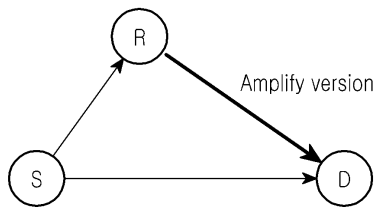
[0162] 예컨대 도 10과 도 11의 설명에서는 릴레이 노드와 소스 노드의 구성을 구분하여 설명하였으나 복합 릴레이 기법으로 복합 협력 릴레이 기법을 적용하는 경우, 도 10과 도 11의 구성이 각 노드 별로 구비될 수 있다. 그 이유로 복합 협력 릴레이 기법의 경우, 각 노드가 소스 노드로서의 동작뿐만 아니라 릴레이 노드로의 동작을 같이 수행하기 때문이다. 하지만 복합 협력 릴레이 기법을 적용하더라도 각 노드에서 송신 전력 비율을 결정하기 위한 구체적인 방안에는 있어서는 변경되는 것이 없다.

도면

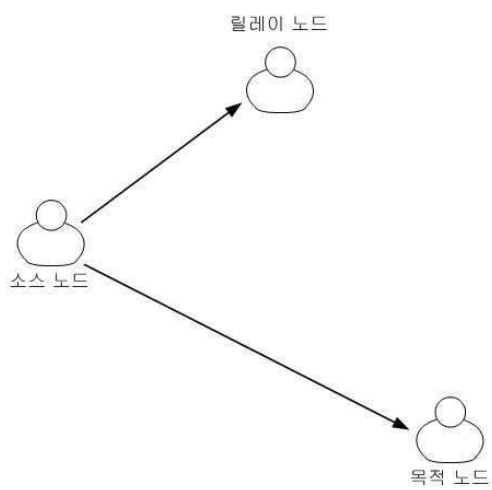
도면1



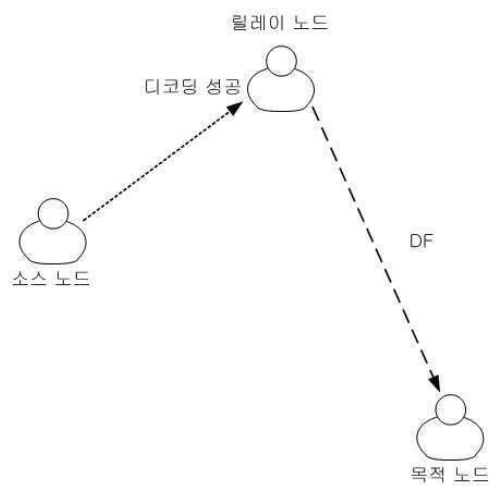
도면2



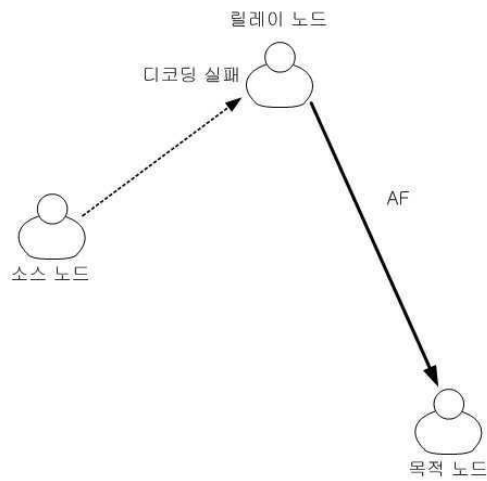
도면3



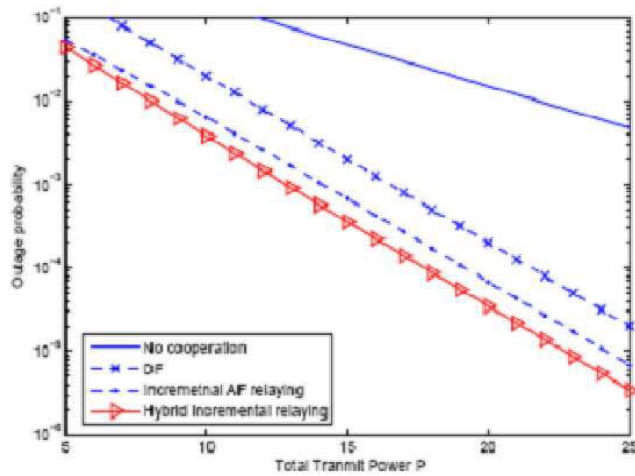
도면4



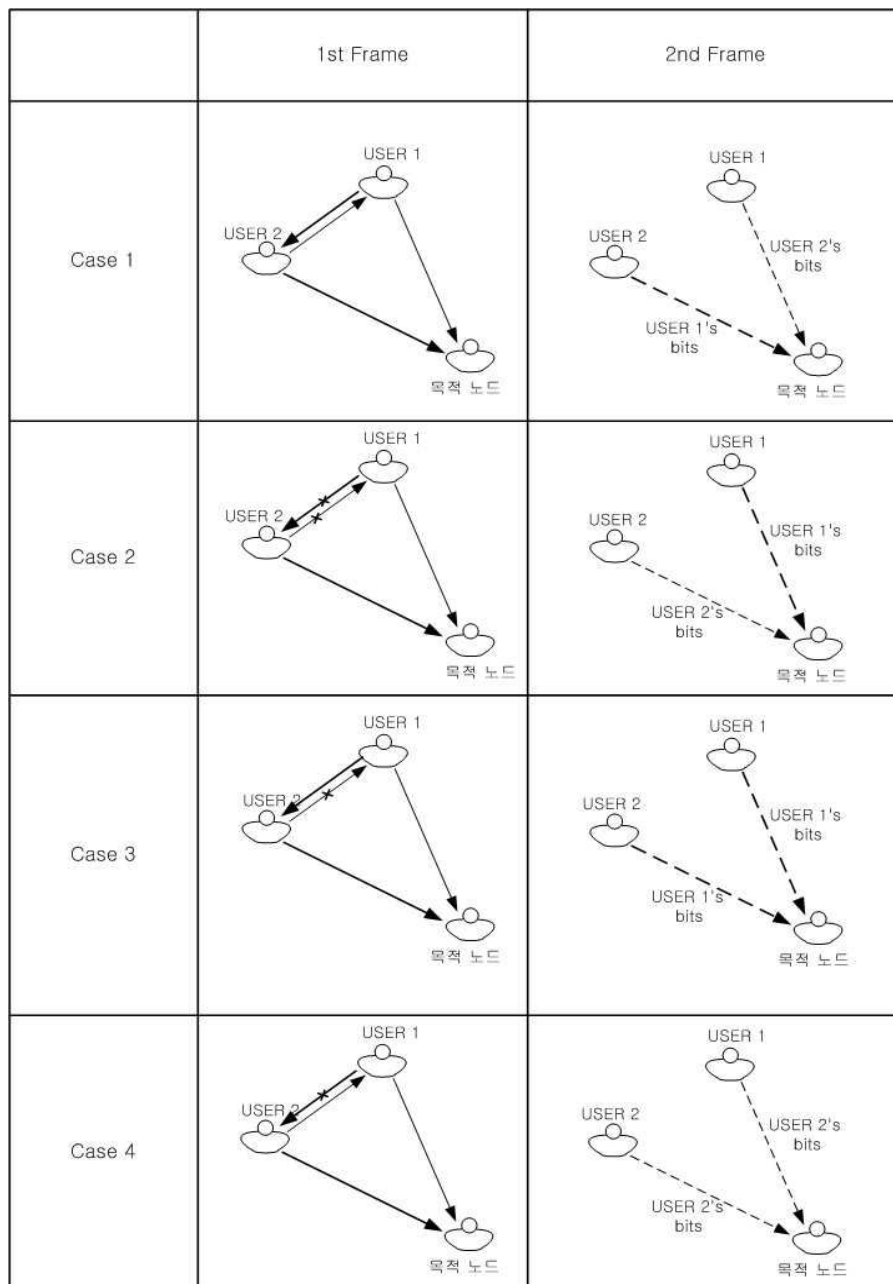
도면5



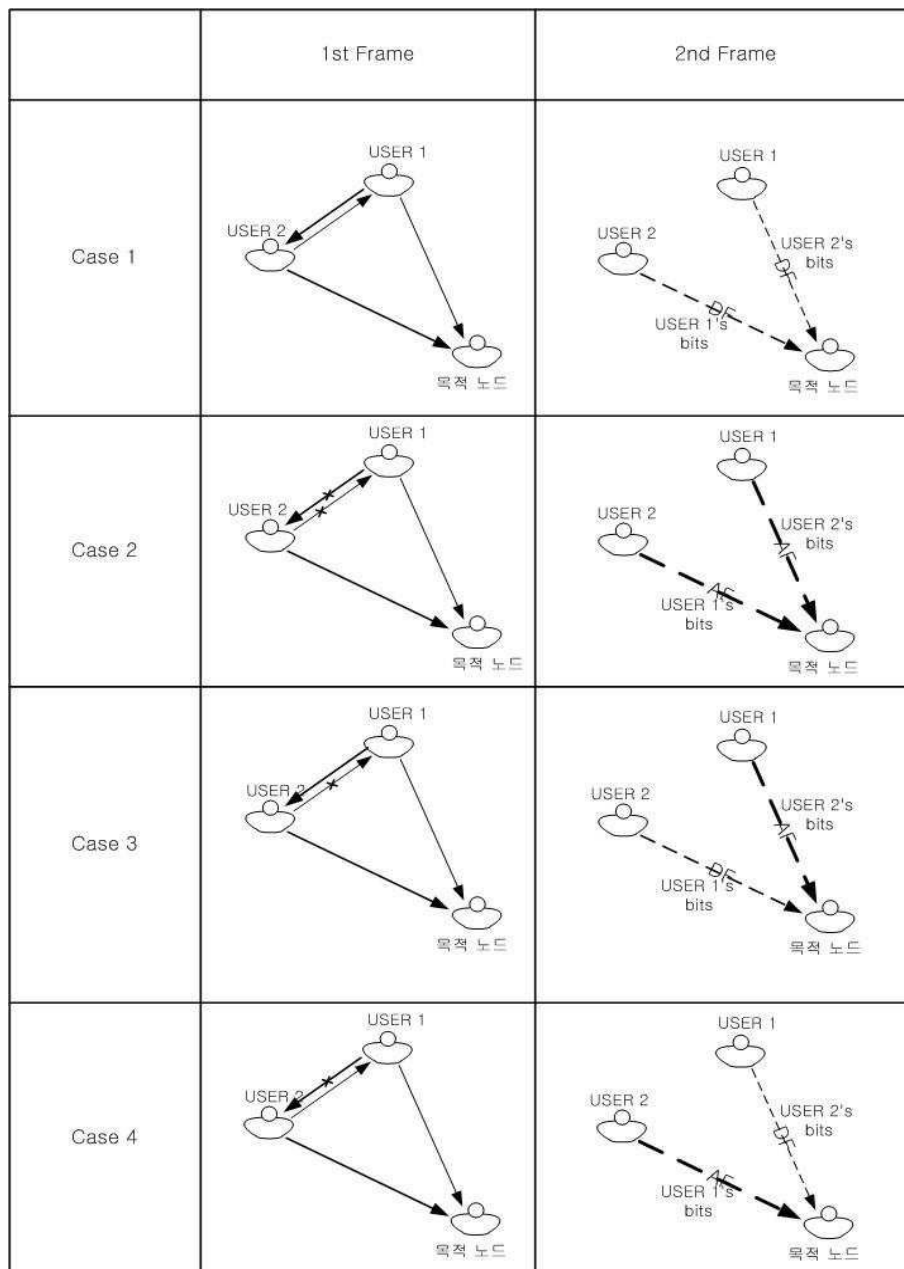
도면6



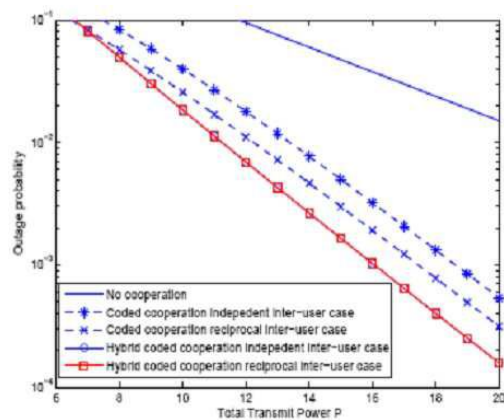
도면7



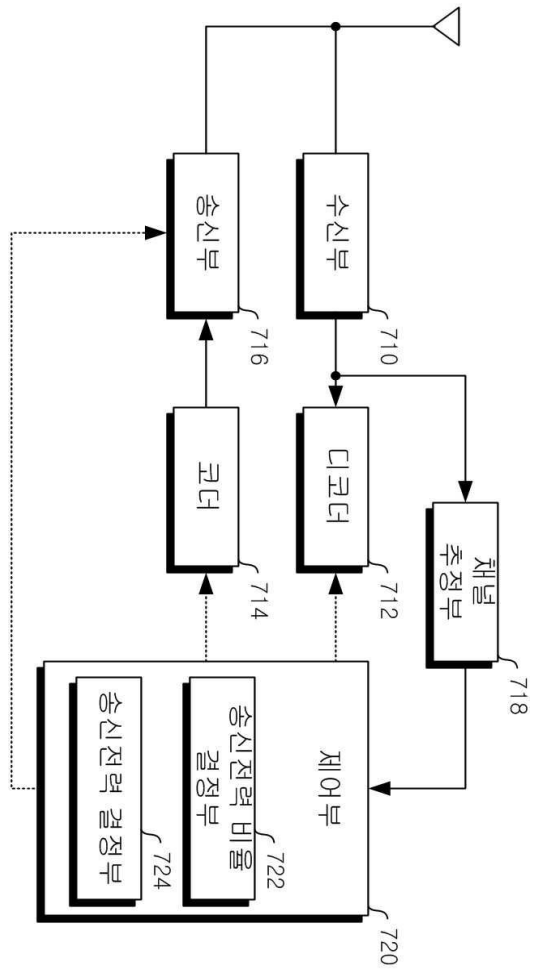
도면8



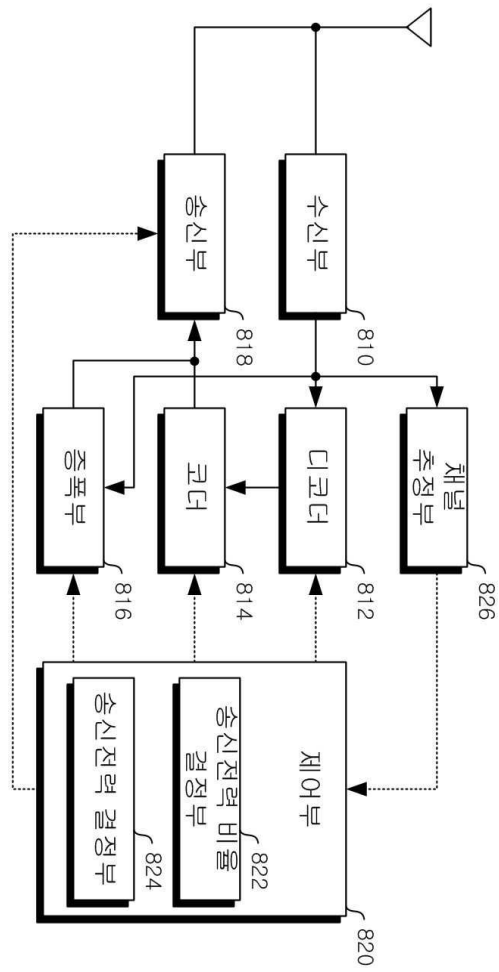
도면9



도면10



도면11



도면12

