



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0135604
(43) 공개일자 2010년12월27일

(51) Int. Cl.

H04B 7/14 (2006.01) H04L 29/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0054074

(22) 출원일자 2009년06월17일

심사청구일자 2009년06월17일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

허준

서울특별시 강남구 일원본동 한솔아파트 206동 103호

이재영

서울특별시 송파구 문정동 삼성래미안아파트 130동 603호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이건주

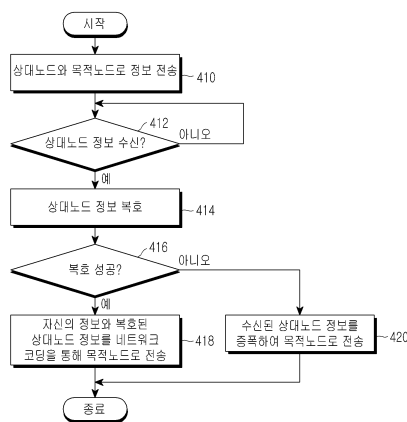
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 릴레이 네트워크 및 릴레이 네트워크에서의 통신 프로토콜 지원방법

(57) 요약

본 발명에서는 네트워크 코딩 기법을 적용하면서 ADF (Adaptive Decode-and-Forward)의 성능을 개선하기 위한 새로운 통신 프로토콜을 제안하고자 한다. 즉 상대 노드로부터 수신된 정보의 디코딩에 성공할 시에는 네트워크 코딩 기법에 의해 자신과 상대 노드의 정보를 목적 노드로 송신하고, 상대 노드로부터 수신된 정보의 디코딩에 실패할 시에는 상대 노드로부터 수신된 정보를 증폭하여 목적 노드로 송신하는 통신 프로토콜을 제안한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

김성일

대구광역시 달서구 이곡2동 보성화성아파트 203동
703호

한인득

서울특별시 성북구 석관1동 124-21 505호

특허청구의 범위

청구항 1

상대 노드로부터 수신된 상대 노드 정보를 디코딩하는 과정;

상기 수신된 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 성공할 시, 상기 디코딩된 상대 노드 정보와 자신의 노드 정보를 미리 정해진 네트워크 코딩 기법에 의해 코딩하여 목적 노드로 전송하는 과정; 및

상기 수신된 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 실패할 시, 상기 디코딩에 실패한 상대 노드 정보를 증폭하여 상기 목적 노드로 전송하는 과정을 포함하는 릴레이 네트워크에서의 통신 프로토콜 지원방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 미리 정해진 네트워크 코딩 기법은, 상기 디코딩된 상대 노드 정보와 상기 자신의 노드 정보를 배타적 논리 합 연산하는 것임을 특징으로 하는 릴레이 네트워크에서의 통신 프로토콜 지원방법.

청구항 3

상대 노드 정보를 전송하는 상대 노드;

상기 상대 노드로부터 수신된 상대 노드 정보를 디코딩하고, 상기 수신된 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 성공할 시 상기 디코딩된 상대 노드 정보와 자신의 노드 정보를 미리 정해진 네트워크 코딩 기법에 의해 전송하며, 상기 수신된 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 실패할 시 상기 디코딩에 실패한 상대 노드 정보를 증폭하여 전송하는 릴레이 노드; 및

상기 상대 노드와 상기 릴레이 노드로부터 각각 전송되는 정보를 수신하는 목적 노드를 포함하는 릴레이 네트워크.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 미리 정해진 네트워크 코딩 기법은, 상기 디코딩된 상대 노드 정보와 상기 자신의 노드 정보를 배타적 논리 합 연산하는 것임을 특징으로 하는 릴레이 네트워크.

청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 목적 노드는,

상기 상대 노드로부터 수신된 상대 노드 정보와 상기 릴레이 노드로부터 수신된 네트워크 코딩에 의한 정보를 각각 디코딩하고, 상기 디코딩된 상대 노드 정보와 상기 디코딩된 네트워크 코딩에 의한 정보 중 상대 노드에 관한 정보를 컴바이닝함을 특징으로 하는 릴레이 네트워크.

청구항 6

제 3 항 또는 제 5 항에 있어서, 상기 목적 노드는,

상기 상대 노드로부터 수신된 상대 노드 정보를 디코딩하고, 상기 디코딩된 상대 노드 정보와 상기 릴레이 노드로부터 수신된 증폭된 상대 노드 정보를 컴바이닝함을 특징으로 하는 릴레이 네트워크.

청구항 7

상호간 무선 통신에 의해 정보 전송이 가능한 둘 이상의 노드들과, 상기 둘 이상의 노드들로부터 전송되는 정보를 수신하는 목적 노드를 포함하는 릴레이 네트워크에서 상기 목적 노드가 상기 둘 이상의 노드들과의 통신 프로토콜을 지원하는 방법에 있어서,

첫 번째 프레임 구간에서 둘 이상의 노드들 각각으로부터 노드 정보를 수신하는 과정;

두 번째 프레임 구간에서 상기 둘 이상의 노드 각각으로부터 네트워크 코딩된 정보 또는 증폭된 상대 노드 정보를 수신하는 과정;

상기 두 번째 프레임 구간에서 미리 정해진 네트워크 코딩 기법에 의해 네트워크 코딩된 정보가 수신될 시 상기 수신된 네트워크 코딩된 정보를 디코딩하는 과정; 및

상기 첫 번째 프레임 구간에서 수신된 노드 정보와 상기 디코딩된 정보 또는 상기 두 번째 프레임 구간에서 수신된 증폭된 상대 정보를 컴바이닝하는 과정을 포함하며,

여기서 상기 네트워크 코딩된 정보는 상기 둘 이상의 노드들 중 상대 노드로부터 수신된 정보를 디코딩하는데 성공한 노드에 의해 전송되며, 상기 증폭된 상대 노드 정보는 상기 둘 이상의 노드들 중 상대 노드로부터 수신된 정보를 디코딩하는데 실패한 노드에 의해 전송됨을 특징으로 하는 통신 프로토콜 지원방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 미리 정해진 네트워크 코딩 기법은, 상기 둘 이상의 노드들 중 어느 하나의 노드가 자신의 정보와 상대 노드로부터 수신하여 디코딩에 성공한 정보를 배타적 논리 합 연산하는 것임을 특징으로 하는 통신 프로토콜 지원방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 릴레이 네트워크에서의 통신 프로토콜 지원방법에 관한 것으로, 특히 릴레이 네트워크에서 정보를 송/수신하기 위한 통신 프로토콜을 지원하는 방법 및 이를 제공하는 릴레이 네트워크에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 통상적으로 릴레이 네트워크는 서비스 영역의 확장 등을 위해 릴레이 노드 (relay node)를 이용하여 소스 노드 (source node)와 목적 노드 (destination node) 간의 정보를 전달하는 네트워크를 의미한다.

[0003] 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.

[0004] 이와 같은 릴레이 네트워크에서는 네트워크의 성능을 증가시키고 채널의 이용 횟수를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 신뢰성이 보장되지 않는 실제 무선 통신 환경에서도 안정적인 성능을 얻기 위한 통신 프로토콜의 마련이 시급하다고 할 것이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명은 사용자 협동을 지원하는 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩 기법과 증폭 후 전송 기법을 결합한 통

신 프로토콜 및 이를 제공하는 릴레이 네트워크를 제안한다.

[0006] 또한 본 발명은 사용자 협동을 지원하는 릴레이 네트워크에서 상대 노드로부터 수신한 정보의 디코딩에 실패할 시 상기 수신한 상대 노드 정보를 증폭하여 목적 노드로 전송하는 통신 프로토콜 및 이를 제공하는 릴레이 네트워크를 제안한다.

[0007] 또한 본 발명은 사용자 협동을 지원하는 릴레이 네트워크에서 상대 노드로부터 수신한 정보의 디코딩 성공 여부에 의해 릴레이 코딩 기법과 증폭 후 전송 기법을 선택적으로 적용하는 통신 프로토콜 및 이를 제공하는 릴레이 네트워크를 제안한다.

과제 해결수단

[0008] 본 발명에 따른 릴레이 네트워크에서의 통신 프로토콜 지원방법은, 상대 노드로부터 수신된 상대 노드 정보를 디코딩하는 과정과, 상기 수신된 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 성공할 시, 상기 디코딩된 상대 노드 정보와 자신의 노드 정보를 미리 정해진 네트워크 코딩 기법에 의해 코딩하여 목적 노드로 전송하는 과정 및 상기 수신된 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 실패할 시, 상기 디코딩에 실패한 상대 노드 정보를 증폭하여 상기 목적 노드로 전송하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

[0009] 또한 본 발명에 따른 릴레이 네트워크는, 상대 노드 정보를 전송하는 상대 노드와, 상기 상대 노드로부터 수신된 상대 노드 정보를 디코딩하고, 상기 수신된 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 성공할 시 상기 디코딩된 상대 노드 정보와 자신의 노드 정보를 미리 정해진 네트워크 코딩 기법에 의해 전송하며, 상기 수신된 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 실패할 시 상기 디코딩에 실패한 상대 노드 정보를 증폭하여 전송하는 릴레이 노드 및 상기 상대 노드와 상기 릴레이 노드로부터 각각 전송되는 정보를 수신하는 목적 노드를 포함함을 특징으로 한다.

[0010] 또한 본 발명에 따른 상호간 무선 통신에 의해 정보 전송이 가능한 둘 이상의 노드들과, 상기 둘 이상의 노드들로부터 전송되는 정보를 수신하는 목적 노드를 포함하는 릴레이 네트워크에서 상기 목적 노드가 상기 둘 이상의 노드들과의 통신 프로토콜을 지원하는 방법은, 첫 번째 프레임 구간에서 둘 이상의 노드들 각각으로부터 노드 정보를 수신하는 과정과, 두 번째 프레임 구간에서 상기 둘 이상의 노드들 각각으로부터 네트워크 코딩된 정보 또는 증폭된 상대 노드 정보를 수신하는 과정과, 상기 두 번째 프레임 구간에서 미리 정해진 네트워크 코딩 기법에 의해 네트워크 코딩된 정보가 수신될 시 상기 수신된 네트워크 코딩된 정보를 디코딩하는 과정 및 상기 첫 번째 프레임 구간에서 수신된 노드 정보와 상기 디코딩된 정보 또는 상기 두 번째 프레임 구간에서 수신된 증폭된 상대 정보를 컴바이닝하는 과정을 포함하며,

[0011] 여기서 상기 네트워크 코딩된 정보는 상기 둘 이상의 노드들 중 상대 노드로부터 수신된 정보를 디코딩하는데 성공한 노드에 의해 전송되며, 상기 증폭된 상대 노드 정보는 상기 둘 이상의 노드들 중 상대 노드로부터 수신된 정보를 디코딩하는데 실패한 노드에 의해 전송됨을 특징으로 한다.

효 과

[0012] 본 발명에서 제안하는 통신 프로토콜은 ADF (Adaptive Decode-and-Forward)의 성능을 향상시키면서 네트워크 코딩 기법과 함께 접목되어 성능 이득뿐만 아니라 불균형 에러 상황도 제거할 수 있다. 또한 상대 노드로부터 수신된 정보를 디코딩하는데 실패하더라도 상대 노드 정보를 증폭하여 목적 노드로 전송함으로써, 경로 다이버시티 (path diversity) 이득까지 얻을 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0013] 하기에 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.

[0014] 일반적으로 릴레이 네트워크에서는 하기와 같은 통신 프로토콜을 지원한다.

- [0015] 도 1a는 릴레이 네트워크에서 디코딩 후 전송 (Decode-and-Forward, 이하 "DF"라 칭함) 기법에 따른 통신 프로토콜을 보여주고 있다.
- [0016] 도 1a를 참조하면, 소스 노드 (source node)는 자신의 정보를 전송한다. 상기 소스 노드로부터 전송된 정보는 목적 노드 (destination node)뿐만 아니라 인접한 릴레이 노드 (relay node)에 의해서도 수신된다.
- [0017] 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 수신된 정보를 디코딩하며, 상기 디코딩된 정보를 다시 부호화하여 상기 목적지 노드로 전송한다.
- [0018] 상기 목적지 노드는 상기 소스 노드로부터 수신된 정보와 상기 릴레이 노드로부터 수신된 정보 각각에 대한 디코딩을 수행하고, 상기 디코딩된 정보를 컴바이닝하여 원하는 정보를 획득한다.
- [0019] 도 1b는 릴레이 네트워크에서 증폭 후 전송 (Amplify-and-Forward, 이하 "AF"라 칭함) 기법에 따른 통신 프로토콜을 보여주고 있다.
- [0020] 도 1b를 참조하면, 소스 노드 (source node)는 자신의 정보를 전송한다. 상기 소스 노드로부터 전송된 정보는 목적 노드 (destination node)뿐만 아니라 인접한 릴레이 노드 (relay node)에 의해서도 수신된다.
- [0021] 상기 릴레이 노드는 상기 소스 노드로부터 수신된 정보를 디코딩하지 않고 증폭하여 상기 목적지 노드로 전송한다.
- [0022] 상기 목적지 노드는 상기 소스 노드로부터 수신된 정보와 상기 릴레이 노드로부터 수신된 정보를 컴바이닝하여 원하는 정보를 획득한다.
- [0023] 상술한 바와 같이 DF 기법의 경우는 릴레이 노드가 수신된 소스 노드의 정보를 디코딩 후 다시 부호화하는 기능을 수행하도록 함으로써, 릴레이 노드의 신호 처리에 따른 복잡도가 증가할 뿐만 아니라 잘못된 디코딩에 의해 오 정보가 전송될 수 있다.
- [0024] 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.
- [0025] 따라서 릴레이 네트워크에서는 채널 상황이나 릴레이 노드의 성능을 고려하여 DF 기법 또는 AF 기법 중 하나를 선택하여 통신 프로토콜로 사용하는 것이 바람직하다.
- [0026] 도 2a는 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩 기법이 적용되지 않은 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0027] 도 2a를 참조하면, 사용자 1 (User 1)과 사용자 2 (User 2) 각각은 임의의 시점에서 자신의 정보 a 또는 b를 전송한다. 상기 사용자 1에 의해 전송된 정보 a는 목적지와 릴레이 1 (Relay 1)에 의해 수신되며, 상기 사용자 2에 의해 전송된 정보 b는 목적지와 릴레이 2 (Relay 2)에 의해 수신된다.
- [0028] 상기 릴레이 1는 상기 사용자 1로부터 수신한 정보 a를 상기 목적지로 전달하며, 상기 릴레이 2는 상기 사용자 2로부터 수신한 정보 b를 상기 목적지로 전달한다. 이때 상기 릴레이 1과 릴레이 2가 정보를 목적지로 전달하는 시점은 상기 사용자 1과 사용자 2에 의해 정보가 전송되는 시점과 다르다.
- [0029] 따라서 목적지에서는 사용자 1과 릴레이 1로부터 서로 다른 시점에서 수신되는 정보 a를 컴바이닝할 수 있다. 또한 목적지에서는 사용자 2과 릴레이 2로부터 서로 다른 시점에서 수신되는 정보 b를 컴바이닝할 수 있다.
- [0030] 하지만 도 2a에서 보이고 있는 통신 프로토콜의 경우에는 릴레이를 통해 각 사용자로부터의 정보를 목적지로 전달하기 위해서는 사용자 별로의 채널이 이용됨을 확인할 수 있다. 즉 도 2a에서와 같이 두 사용자로부터의 정보를 중계하는 경우, 릴레이와 목적지 간에는 두 개의 채널이 이용된다.
- [0031] 도 2b는 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩 기법이 적용된 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0032] 도 2b를 참조하면, 사용자 1 (User 1)과 사용자 2 (User 2) 각각은 임의의 시점에서 자신의 정보 a 또는 b를 전송한다. 상기 사용자 1에 의해 전송된 정보 a와 상기 사용자 2에 의해 전송된 정보 b는 목적지와 릴레이에 의해 수신된다.
- [0033] 상기 릴레이는 상기 사용자 1로부터 수신한 정보 a와 상기 사용자 2로부터 수신한 정보 b를 네트워크 코딩을 통해 하나의 정보로 생성하며, 상기 생성된 하나의 정보를 상기 목적지로 전달한다. 이때 상기 릴레이가 네트워크 코딩을 통해 생성한 정보를 목적지로 전달하는 시점은 상기 사용자 1과 사용자 2에 의해 정보가 전송되는 시점과 다르다.

- [0034] 따라서 목적지에서는 릴레이로부터 수신되는 네트워크 코딩된 정보를 디코딩하고, 상기 디코딩된 정보 중 사용자 1에 관한 정보 a와 상기 사용자 1로부터 직접 수신된 정보 a를 컴바이닝할 수 있다. 또한 목적지에서는 릴레이로부터 수신되는 네트워크 코딩된 정보를 디코딩하고, 상기 디코딩된 정보 중 사용자 2에 관한 정보 b와 상기 사용자 2로부터 직접 수신된 정보 b를 컴바이닝할 수 있다.
- [0035] 상기 네트워크 코딩 기법은 릴레이와 목적지 간에 사전에 약속된 코딩 기법으로써, 자신이 알고 있는 정보를 이용하여 수신된 정보로부터 새로운 정보를 획득할 수 있는 기법이다.
- [0036] 이로 인해 도 2a에서 보이고 있는 네트워크 코딩을 사용하지 않을 시의 통신 프로토콜에 비해 릴레이와 목적지 간의 채널의 수를 줄일 수 있다. 즉 도 2a에서 보이고 있는 통신 프로토콜에서는 릴레이와 목적지 간에 두 개의 채널이 사용되었으나 도 2b에서 보이고 있는 통신 프로토콜에서는 릴레이와 목적지 간에 하나의 채널이 사용됨을 알 수 있다.
- [0037] 도 2c는 릴레이 네트워크에서 사용자 협동 (user cooperation)에 의한 네트워크 코딩 기법이 적용된 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0038] 도 2c를 참조하면, 사용자 1 (User 1)과 사용자 2 (User 2) 각각은 임의의 시점에서 자신의 정보 a 또는 b를 전송한다. 상기 사용자 1에 의해 전송된 정보 a와 상기 사용자 2에 의해 전송된 정보 b는 목적지와 상대방 사용자에 의해 수신된다.
- [0039] 그 후 각 사용자는 기본적으로 자신의 정보를 갖고 있고 상대방 사용자로부터 받은 정보에 대한 디코딩에 성공하면, 자신의 정보와 상대방 사용자의 정보를 모두 알 수 있게 된다. 따라서 각 사용자는 알고 있는 두 가지의 정보를 네트워크 코딩을 통해 하나의 정보로 생성할 수 있다.
- [0040] 즉 상기 사용자 1은 상기 사용자 2로부터 수신된 정보 b와 자신의 정보 a를 네트워크 코딩을 통해 하나의 정보로 생성하며, 상기 생성된 하나의 정보를 상기 목적지로 전달한다. 그리고 상기 사용자 2는 상기 사용자 1로부터 수신된 정보 a와 자신의 정보 b를 네트워크 코딩을 통해 하나의 정보로 생성하며, 상기 생성된 하나의 정보를 상기 목적지로 전달한다.
- [0041] 따라서 목적지에서는 사용자 1로부터 수신되는 네트워크 코딩된 정보를 디코딩하고, 상기 디코딩된 정보 중 사용자 1에 관한 정보 a와 이전에 상기 사용자 1로부터 수신된 정보 a를 컴바이닝할 수 있다. 또한 목적지에서는 사용자 2로부터 수신되는 네트워크 코딩된 정보를 디코딩하고, 상기 디코딩된 정보 중 사용자 2에 관한 정보 b와 이전에 상기 사용자 2로부터 수신된 정보 b를 컴바이닝할 수 있다.
- [0042] 앞서서도 밝힌 바와 같이 각 사용자는 상대방 정보만 안다면 쉽게 네트워크 코딩을 통해 네트워크 코딩된 정보를 얻을 수 있으며, 상기 네트워크 코딩된 정보를 수신한 목적지에서는 복수의 사용자 정보 중 어느 하나의 사용자 정보만을 안다면 상기 수신한 네트워크 코딩된 정보로부터 다른 사용자의 정보를 얻을 수 있다.
- [0043] 상술한 바와 같은 특징으로 얻기 위한 네트워크 코딩을 위한 연산자의 일 예로 배타적 논리 합 (exclusive or) 연산자가 사용될 수 있다. 상기 배타적 논리 합 (exclusive or) 연산자를 이용한 네트워크 코딩의 경우, 목적지에서 사용자 1의 정보인 a를 이미 알고 있는 상황에서 네트워크 코딩된 정보로부터 상대방 사용자인 사용자 2의 정보인 b를 얻기 위한 디코딩 동작은 하기 <수학식 1>로 표현될 수 있다.

수학식 1

$$(a \oplus b) \oplus a = b$$

- [0044]
- [0045] 상기 <수학식 1>에서는 네트워크 코딩된 정보로부터 사용자 2의 정보 b를 획득한 예를 보이고 있으나 네트워크 코딩된 정보로부터 사용자 1의 정보 a를 획득하는 것 뿐만 아니라 보다 많은 사용자들을 대상으로 적용할 수 있음은 자명하다.
- [0046] 상술한 네트워크 코딩 기법은 릴레이 네트워크의 성능을 증가시키고 채널의 이용 횟수를 줄일 수 있는 장점이 있다. 하지만 네트워크 코딩 기법이 적용된 통신 프로토콜에서는 상대측 정보를 디코딩하는데 성공하지 못하는 경우를 고려하고 있지 않아 신뢰성이 보장되지 않는 실제 통신 환경, 특히 무선 통신 환경에는 적합하지 않다.
- [0047] 이러한 점을 고려하여 제안된 통신 프로토콜이 NC ADF (Network Coding based Adaptive Decode-and-Forward) 기법이다. 상기 NC ADF 기법은 실제 통신 환경에서 릴레이가 상대 정보의 디코딩에 성공하지 못하는 것을 고려하여 네트워크 코딩을 접목한 통신 프로토콜이다. 즉 상기 NC ADF 기법의 경우 릴레이가 상대 정보를 디코딩하

는데 실패하였을 경우 소스 노드에서 디코딩에 실패한 정보를 다시 목적 노드로 전송하도록 한다.

- [0048] 하지만 상술한 NC ADF 기법의 경우에는 AF 기법에서 얻을 수 있는 정도의 성능밖에는 얻을 수 없으므로, 그 이상의 성능을 얻기 위한 통신 프로토콜의 마련이 요구되었다.
- [0049] 따라서 본 발명에서는 네트워크 코딩 기법을 적용하면서 ADF의 성능을 개선하기 위한 새로운 통신 프로토콜을 제안하고자 한다. 즉 상대 노드로부터 수신된 정보의 디코딩에 성공할 시에는 네트워크 코딩 기법에 의해 자신과 상대 노드의 정보를 목적 노드로 송신하고, 상대 노드로부터 수신된 정보의 디코딩에 실패할 시에는 상대 노드로부터 수신된 정보를 증폭하여 목적 노드로 송신하는 통신 프로토콜을 제안한다.
- [0050] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 실시 예에 따라 릴레이 네트워크에서 예상될 수 있는 통신 프로토콜 절차에 따른 동작을 보이고 있다. 즉 상대 노드로부터 수신된 정보의 디코딩 성공 여부에 따라 구분될 수 있는 네 가지 경우 각각에 대응한 통신 프로토콜을 정의하고 있다.
- [0051] 도 3a는 사용자 협동을 지원하는 릴레이 네트워크에서 모든 사용자가 상대방 사용자에게 관한 정보의 디코딩에 성공한 경우에 이루어질 수 있는 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0052] 도 3a를 참조하면, 사용자 1 (User 1)과 사용자 2 (User 2) 각각은 임의의 시점에서 자신의 정보 a 또는 b를 전송한다. 상기 사용자 1에 의해 전송된 정보 a와 상기 사용자 2에 의해 전송된 정보 b는 목적 노드와 상대 노드에 의해 수신된다. 상기 사용자 1의 상대 노드는 상기 사용자 2이며, 상기 사용자 2의 상대 노드는 사용자 1이다. 그리고 상기 사용자 1은 상기 사용자 2의 릴레이 노드이며, 상기 사용자 2는 상기 사용자 1의 릴레이 노드가 된다.
- [0053] 상기 사용자 1은 상기 사용자 2로부터의 정보를 수신하고, 상기 수신한 사용자 2의 정보에 대한 디코딩을 수행한다. 그리고 상기 사용자 2는 상기 사용자 1로부터의 정보를 수신하고, 상기 수신한 사용자 1의 정보에 대한 디코딩을 수행한다.
- [0054] 앞서서도 밝힌 바와 같이 도 3a에서는 모든 사용자가 상대방 사용자 (상대 노드)의 정보를 디코딩하는 데 성공한 경우를 가정하고 있음에 따라, 상기 사용자 1과 사용자 2는 자신의 정보와 디코딩에 성공한 상대 노드의 정보에 대한 네트워크 코딩을 수행하여 네트워크 코딩된 하나의 정보를 생성한다. 상기 사용자 1과 사용자 2로부터 네트워크 코딩 기법에 의해 생성된 정보는 두 사용자의 정보 a와 b를 배타적 논리 합 연산함으로써 얻을 수 있다. 즉 상기 네트워크 코딩된 정보는 $a \oplus b$ 로 표현될 수 있다.
- [0055] 그리고 상기 사용자 1과 상기 사용자 2는 자신이 생성한 네트워크 코딩된 정보 $a \oplus b$ 를 목적 노드로 전송한다.
- [0056] 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 1과 사용자 2로부터 각각 수신한 a와 b를 이용하여 두 번째 전송 프레임에서 상기 사용자 1과 사용자 2로부터 각각 수신한 $a \oplus b$ 에 대한 디코딩을 수행한다.
- [0057] 예컨대 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 1로부터 수신한 a를 이용하여 두 번째 전송 프레임에서 상기 사용자 1로부터 수신한 $a \oplus b$ 로부터 b를 디코딩한다. 그리고 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 2로부터 수신한 b를 이용하여 두 번째 전송 프레임에서 상기 사용자 2로부터 수신한 $a \oplus b$ 로부터 a를 디코딩한다.
- [0058] 그 후 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 1로부터 수신한 a와 네트워크 코딩된 정보 $a \oplus b$ 로부터 디코딩된 a를 컴바이닝하고, 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 2로부터 수신한 b와 네트워크 코딩된 정보 $a \oplus b$ 로부터 디코딩된 b를 컴바이닝한다.
- [0059] 도 3b는 사용자 협동을 지원하는 릴레이 네트워크에서 모든 사용자가 상대방 사용자에게 관한 정보의 디코딩에 실패한 경우에 이루어질 수 있는 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0060] 도 3b를 참조하면, 사용자 1 (User 1)과 사용자 2 (User 2) 각각은 임의의 시점에서 자신의 정보 a 또는 b를 전송한다. 상기 사용자 1에 의해 전송된 정보 a와 상기 사용자 2에 의해 전송된 정보 b는 목적 노드와 상대 노드에 의해 수신된다. 상기 사용자 1의 상대 노드는 상기 사용자 2이며, 상기 사용자 2의 상대 노드는 사용자 1이다. 그리고 상기 사용자 1은 상기 사용자 2의 릴레이 노드이며, 상기 사용자 2는 상기 사용자 1의 릴레이 노드

가 된다.

- [0061] 상기 사용자 1은 상기 사용자 2로부터의 정보를 수신하고, 상기 수신한 사용자 2의 정보에 대한 디코딩을 수행한다. 그리고 상기 사용자 2는 상기 사용자 1부터의 정보를 수신하고, 상기 수신한 사용자 1의 정보에 대한 디코딩을 수행한다.
- [0062] 앞에서도 밝힌 바와 같이 도 3b에서는 모든 사용자가 상대방 사용자 (상대 노드)의 정보를 디코딩하는 데 실패한 경우를 가정하고 있음에 따라, 상기 사용자 1과 사용자 2는 자신의 정보와 상대 노드의 정보에 의한 네트워크 코딩을 수행할 수 없다.
- [0063] 따라서 상기 사용자 1은 상기 사용자 2로부터 수신된 정보 b를 증폭하여 상기 목적 노드로 전송하고, 상기 사용자 2는 상기 사용자 1로부터 수신된 정보 a를 증폭하여 상기 목적 노드로 전송한다.
- [0064] 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 1로부터 수신한 a와 두 번째 전송 프레임에서 사용자 2로부터 수신된 증폭된 a를 컴바이닝한다. 그리고 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 2로부터 수신한 b와 두 번째 전송 프레임에서 사용자 1로부터 수신된 증폭된 b를 컴바이닝한다.
- [0065] 도 3c와 도 3d는 사용자 협동을 지원하는 릴레이 네트워크에서 상대방 사용자의 정보를 디코딩하는데 성공한 사용자와 실패한 사용자가 공존하는 경우에 이루어질 수 있는 통신 프로토콜을 보이고 있다.
- [0066] 도 3c를 참조하면, 사용자 1 (User 1)과 사용자 2 (User 2) 각각은 임의의 시점에서 자신의 정보 a 또는 b를 전송한다. 상기 사용자 1에 의해 전송된 정보 a와 상기 사용자 2에 의해 전송된 정보 b는 목적 노드와 상대 노드에 의해 수신된다. 상기 사용자 1의 상대 노드는 상기 사용자 2이며, 상기 사용자 2의 상대 노드는 사용자 1이다. 그리고 상기 사용자 1은 상기 사용자 2의 릴레이 노드이며, 상기 사용자 2는 상기 사용자 1의 릴레이 노드가 된다.
- [0067] 상기 사용자 1은 상기 사용자 2로부터의 정보를 수신하고, 상기 수신한 사용자 2의 정보에 대한 디코딩을 수행한다. 그리고 상기 사용자 2는 상기 사용자 1부터의 정보를 수신하고, 상기 수신한 사용자 1의 정보에 대한 디코딩을 수행한다.
- [0068] 도 3c에서는 사용자 1이 사용자 2의 정보 b를 디코딩하는데 실패하고, 사용자 2가 사용자 1의 정보 a를 디코딩하는데 성공한 경우를 가정하고 있으므로, 상기 사용자 1은 네트워크 코딩을 수행할 수 없으나 사용자 2는 네트워크 코딩을 수행할 수 있다.
- [0069] 따라서 상기 사용자 1은 상기 사용자 2로부터 수신된 정보 b를 증폭하여 상기 목적 노드로 전송한다. 상기 사용자 2는 자신의 정보 b와 디코딩에 성공한 사용자 1의 정보 a에 대한 네트워크 코딩을 수행하여 네트워크 코딩된 하나의 정보인 $a \oplus b$ 를 생성한다. 그리고 상기 사용자 2는 자신이 생성한 네트워크 코딩된 정보 $a \oplus b$ 를 목적 노드로 전송한다.
- [0070] 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 1로부터 수신한 a를 이용하여 두 번째 전송 프레임에서 상기 사용자 2로부터 수신한 $a \oplus b$ 로부터 b를 디코딩한다. 그리고 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 2로부터 수신한 b를 이용하여 두 번째 전송 프레임에서 상기 사용자 2로부터 수신한 $a \oplus b$ 로부터 a를 디코딩한다.
- [0071] 그 후 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 1로부터 수신한 a와 두 번째 전송 프레임에 사용자 2로부터 수신된 $a \oplus b$ 로부터 디코딩된 a를 이용하여 사용자 1의 정보 a를 획득한다.
- [0072] 그리고 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 2로부터 수신한 b와 두 번째 전송 프레임에 사용자 1로부터 수신한 증폭된 b 및 사용자 2로부터 수신된 $a \oplus b$ 로부터 디코딩된 b를 이용하여 사용자 2의 정보 b를 획득한다.
- [0073] 도 3d를 참조하면, 사용자 1 (User 1)과 사용자 2 (User 2) 각각은 임의의 시점에서 자신의 정보 a 또는 b를 전송한다. 상기 사용자 1에 의해 전송된 정보 a와 상기 사용자 2에 의해 전송된 정보 b는 목적 노드와 상대 노드에 의해 수신된다. 상기 사용자 1의 상대 노드는 상기 사용자 2이며, 상기 사용자 2의 상대 노드는 사용자 1이다. 그리고 상기 사용자 1은 상기 사용자 2의 릴레이 노드이며, 상기 사용자 2는 상기 사용자 1의 릴레이 노드

가 된다.

- [0074] 상기 사용자 1은 상기 사용자 2로부터의 정보를 수신하고, 상기 수신한 사용자 2의 정보에 대한 디코딩을 수행한다. 그리고 상기 사용자 2는 상기 사용자 1로부터의 정보를 수신하고, 상기 수신한 사용자 1의 정보에 대한 디코딩을 수행한다.
- [0075] 도 3d에서는 사용자 1이 사용자 2의 정보 b를 디코딩하는데 성공하고, 사용자 2가 사용자 1의 정보 a를 디코딩하는데 실패한 경우를 가정하고 있으므로, 상기 사용자 1은 네트워크 코딩을 수행할 수 있으나 사용자 2는 네트워크 코딩을 수행할 수 없다.
- [0076] 따라서 상기 사용자 1은 자신의 정보 a와 디코딩에 성공한 사용자 2의 정보 b에 대한 네트워크 코딩을 수행하여 네트워크 코딩된 하나의 정보인 $a \oplus b$ 를 생성한다. 그리고 상기 사용자 1은 자신이 생성한 네트워크 코딩된 정보 $a \oplus b$ 를 목적 노드로 전송한다. 상기 사용자 2는 상기 사용자 1로부터 수신된 정보 a를 증폭하여 상기 목적 노드로 전송한다.
- [0077] 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 1로부터 수신한 a를 이용하여 두 번째 전송 프레임에서 상기 사용자 1로부터 수신한 $a \oplus b$ 로부터 b를 디코딩한다. 그리고 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 2로부터 수신한 b를 이용하여 두 번째 전송 프레임에서 상기 사용자 1로부터 수신한 $a \oplus b$ 로부터 a를 디코딩한다.
- [0078] 그 후 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 1로부터 수신한 a와 두 번째 전송 프레임에 사용자 2로부터 수신한 증폭된 a 및 사용자 1로부터 수신한 $a \oplus b$ 로부터 디코딩된 a를 이용하여 사용자 1의 정보 a를 획득한다. 그리고 상기 목적 노드는 첫 번째 전송 프레임에서 사용자 2로부터 수신한 b와 두 번째 전송 프레임에 사용자 1로부터 수신한 $a \oplus b$ 로부터 디코딩된 b를 이용하여 사용자 2의 정보 b를 획득한다.
- [0079] 도 4는 본 발명의 실시 예로 제안된 통신 프로토콜을 지원하는 릴레이 네트워크의 릴레이 노드에서 수행하는 제어 흐름을 보이고 있다. 여기서 릴레이 노드는 상대 노드로부터 수신된 정보와 자신의 정보를 이용하여 네트워크 코딩 기법 또는 증폭 후 전송 기법에 의해 정보를 전송하는 노드를 의미한다. 따라서 도 4에서 보이고 있는 제어 흐름은 릴레이 네트워크에서 다른 노드의 정보를 중계하는 모든 노드에 공통적으로 적용될 수 있다.
- [0080] 도 4를 참조하면, 릴레이 노드는 410단계에서 상대 노드와 목적 노드로 자신의 정보를 전송한다. 그리고 상기 릴레이 노드는 412단계에서 상대 노드로부터 전송된 상대 노드 정보가 수신되는 지를 모니터링 한다.
- [0081] 상기 릴레이 노드는 상기 412단계에서 상대 노드 정보가 수신되면, 414단계로 진행하여 상기 수신된 상대 노드 정보에 대한 디코딩을 수행한다. 그리고 상기 릴레이 노드는 416단계에서 상기 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 성공하였는지를 판단한다.
- [0082] 만약 상기 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 성공하였다면, 상기 릴레이 노드는 418단계에서 자신의 정보와 디코딩된 상대 노드 정보를 이용한 네트워크 코딩을 수행하고, 상기 네트워크 코딩에 의해 생성된 네트워크 코딩된 정보를 목적 노드로 전송한다. 상기 네트워크 코딩은 자신의 정보와 디코딩된 상대 노드 정보를 배타적 논리 합 연산을 통해 수행될 수 있다.
- [0083] 하지만 상기 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 실패하였다면, 상기 릴레이 노드는 420단계에서 상기 상대 노드 정보를 증폭하고, 상기 증폭된 상대 노드 정보를 상기 목적 노드로 전송한다.
- [0084] 도 5는 본 발명의 실시 예로 제안된 통신 프로토콜을 지원하는 릴레이 네트워크의 목적 노드에서 수행하는 제어 흐름을 보이고 있다.
- [0085] 도 5를 참조하면, 목적 노드는 510단계에서 복수의 사용자 노드 각각으로부터 노드 정보를 수신한다. 그리고 상기 목적 노드는 512단계에서 상기 수신된 노드 정보가 네트워크 코딩된 노드 정보인지를 판단한다.
- [0086] 만약 특정 사용자 노드로부터 수신된 노드 정보가 네트워크 코딩된 노드 정보라면, 상기 목적 노드는 514단계로 진행하여 이전 전송 프레임에서 수신하여 이미 알고 있는 노드 정보를 이용하여 상기 네트워크 코딩된 정보에 대한 디코딩을 수행하여 다른 노드 정보를 획득한다.

- [0087] 하지만 수신된 노드 정보가 네트워크 코딩된 노드 정보가 아닌 경우, 상기 목적 노드는 516단계에서 상기 수신된 노드 정보가 증폭된 노드 정보인지를 판단한다.
- [0088] 상기 네트워크 코딩된 정보에 대한 디코딩 또는 증폭된 노드 정보가 수신되면, 상기 목적 노드는 518단계로 진행하여 앞선 전송 프레임에서 수신된 노드 정보와 상기 디코딩된 노드 정보 또는 증폭된 노드 정보에 대한 컴바이닝을 통해 원하는 사용자 노드들의 정보를 획득한다.
- [0089] 하지만 네트워크 코딩된 노드 정보와 증폭된 노드 정보가 아닌 일반적인 노드 정보가 수신될 시, 상기 목적 노드는 다음 전송 프레임에서 앞서 살펴본 510단계 내지 518단계를 반복하여 수행한다.
- [0090] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 릴레이 네트워크에서 수행되는 통신 프로토콜의 전반적인 신호 처리 절차를 보이고 있다. 도 6에서는 사용자 1 (User 1)이 릴레이 노드고, 사용자 2 (User 2)가 상대 노드라고 가정하고 있다.
- [0091] 도 6을 참조하면, 사용자 1은 610단계에서 자신의 정보 (Information _user 1)를 사용자 2와 목적 노드 (Destination)로 전송한다. 상기 사용자 2는 612단계에서 자신의 정보 (Information _user 2)를 사용자 1과 목적 노드 (Destination)로 전송한다. 도 6에서는 사용자 1이 자신의 정보를 전송하는 시점과 상기 사용자 2가 자신의 정보를 전송하는 시점이 달리 보여지고 있으나 상기 두 정보가 동일한 시점에서 전송될 수 있다.
- [0092] 상기 사용자 1은 614단계에서 상기 사용자 2로부터 수신한 상대 노드 정보 (Information _user 2)에 대한 디코딩을 수행하고, 상기 수신한 상대 노드 정보 (Information _user 2)에 대한 디코딩에 성공하였는지를 판단한다.
- [0093] 상기 사용자 1은 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 성공할 시 616단계를 수행하며, 상기 상대 노드 정보에 대한 디코딩에 실패할 시 620단계를 수행한다. 상기 616단계에서 상기 사용자 1은 자신의 정보 (Information _user 1)와 앞서 디코딩에 성공한 상대 노드 정보 (Information _user 2)를 미리 설정된 네트워크 코딩 기법에 의해 코딩하여 상기 목적 노드로 전송한다. 상기 네트워크 코딩을 위해서는 배타적 논리 합 연산자가 사용될 수 있다. 이 경우 상기 616단계에서는 전송되는 네트워크 코딩된 정보 (Information _NC)는 자신의 정보 (Information _user 1)와 상대 노드 정보 (Information _user 2)를 배타적 논리 합 연산함으로써 얻어진 결과값이다.
- [0094] 상기 목적 노드는 618단계에서 상기 네트워크 코딩된 정보 (Information _NC)를 수신하면, 상기 네트워크 코딩된 정보 (Information _NC)에 대한 디코딩을 수행한다. 상기 네트워크 코딩된 정보 (Information _NC)에 대한 디코딩을 위해서는 상기 610단계와 상기 612단계에서 수신된 정보가 이용된다.
- [0095] 상기 620단계에서 상기 사용자 1은 상기 사용자 2로부터 수신한 상대 노드 정보 (Information _user 2)를 증폭하고, 상기 증폭된 상대 노드 정보 (Information _AF)를 상기 목적 노드로 전송한다.
- [0096] 상기 목적 노드는 상기 618단계에서 디코딩이 수행되거나 상기 620단계에서 증폭된 상대 노드 정보 (Information _AF)를 수신한 후 622단계에서 수신된 정보에 의한 컴바이닝을 수행한다.
- [0097] 상기 컴바이닝은 610단계에서 수신된 정보 (Information _user 1)와 상기 618단계에서 디코딩된 정보에 대해서 이루어질 뿐만 아니라 상기 612단계에서 수신된 정보 (Information _user 2)와 상기 618단계에서 디코딩된 정보 및 상기 620단계에서 수신된 정보에 대해서도 이루어진다.
- [0098] 전술한 바와 같이 본 발명에서는 상대 정보에 대한 디코딩에 실패할 시 상대 정보를 증폭하여 전송하도록 함으로써, 통신 프로토콜의 성능을 향상시킬 수 있다. 뿐만 아니라 네트워크 코딩으로 인한 정보의 불균형이 해소된 상황에서 AF를 이용함으로써, 목적 노드가 경로 다이버시티 이득과 함께 원하는 정보를 디코딩하는 것이 용이해졌다.
- [0099] 도 7은 일반적인 NC ADF 기법과 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법의 공급 정지 (outage) 관점에서의 성능 비교를 보이고 있다.
- [0100] 도 7을 통해 알 수 있는 바와 같이 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법에 의한 성능이 NC ADF 기법에 의한 성능에 비해 사용자 간의 협동 (reciprocal)을 고려한 경우와 사용자 간의 독립 (independent)을 고려한 경우 모두에서 성능이 향상되었음을 확인할 수 있다. 즉 각 업 링크 신호대 잡음 비(Uplink SNR)에서 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법이 낮은 공급 정지 확률을 얻을 수 있다.
- [0101] 도 8a와 도 8d는 상대 정보의 디코딩 결과에 따른 일반적인 NC ADF 기법과 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법 간

의 성능 차이를 보이고 있다.

- [0102] 도 8a는 양측 사용자 모두가 상대 정보를 디코딩하는데 성공한 경우에 있어서 일반적인 NC ADF 기법과 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법 간의 성능 차이를 보이고 있다.
- [0103] 앞에서도 설명한 바와 같이 양측 사용자 모두가 상대 정보를 디코딩하는데 성공할 경우, 양측 사용자는 네트워크 코딩 기법을 이용하여 상대 정보를 전송한다. 따라서 이 경우 일반적인 NC ADF 기법과 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법 간의 성능 차이가 없음을 도 8a를 통해 확인할 수 있다.
- [0104] 도 8b는 양측 사용자 모두가 상대 정보를 디코딩하는데 실패한 경우에 있어서 일반적인 NC ADF 기법과 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법 간의 성능 차이를 보이고 있다.
- [0105] 앞에서도 설명한 바와 같이 양측 사용자 모두가 상대 정보를 디코딩하는데 실패할 경우, 양측 사용자는 증폭 후 전송 기법을 이용하여 상대 정보를 전송한다. 따라서 이 경우 일반적인 NC ADF 기법에 비해 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법에 의한 성능이 우수함을 도 8b를 통해 확인할 수 있다.
- [0106] 도 8c는 사용자 1이 상대 정보를 디코딩하는데 실패한 경우에 있어서 일반적인 NC ADF 기법과 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법 간의 성능 차이를 보이고 있다.
- [0107] 이 경우 일반적인 NC ADF 기법에서는 사용자 2가 네트워크 코딩 기법에 의해 상대 정보를 전송하고, 사용자 1은 자신의 정보를 한번 더 전송합니다. 따라서 일반적인 NC ADF 기법의 경우 네트워크 코딩된 정보가 0.5의 신뢰도를 갖는 다고 가정할 시 사용자 2의 정보는 1.5로 표현되고 사용자 1의 정보는 2.5로 표현될 수 있으므로, 사용자 1의 입장에서는 일반적인 NC ADF 기법에 의한 성능이 좋을 수 있습니다.
- [0108] 하지만 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법에서는 사용자 2가 네트워크 코딩 기법에 의해 상대 정보를 전송하고, 사용자 1은 상대 정보를 증폭하여 전송합니다. 따라서 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법의 경우 사용자 1의 정보가 많지 않음에도 불구하고 AF 기법의 적용으로 인하여 일반적인 NC ADF 기법에 근접한 성능을 얻을 수 있다. 즉 사용자 2의 정보를 증폭하여 전송함으로써 사용자 1의 정보를 디코딩해 내는데 그만큼 좋은 성능을 가질 수 있습니다.
- [0109] 도 8d는 사용자 2가 상대 정보를 디코딩하는데 실패한 경우에 있어서 일반적인 NC ADF 기법과 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법 간의 성능 차이를 보이고 있다.
- [0110] 이 경우 일반적인 NC ADF 기법에서는 사용자 1이 네트워크 코딩 기법에 의해 상대 정보를 전송하고, 사용자 2는 자신의 정보를 한번 더 전송합니다. 따라서 일반적인 NC ADF 기법의 경우 네트워크 코딩된 정보가 0.5의 신뢰도를 갖는 다고 가정할 시 사용자 1의 정보는 1.5로 표현되고 사용자 2의 정보는 2.5로 표현될 수 있으므로, 사용자 2의 입장에서는 일반적인 NC ADF 기법에 의한 성능이 좋을 수 있습니다.
- [0111] 하지만 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법에서는 사용자 1이 네트워크 코딩 기법에 의해 상대 정보를 전송하고, 사용자 2는 상대 정보를 증폭하여 전송합니다. 따라서 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법의 경우 사용자 2의 정보가 많지 않음에도 불구하고 AF 기법의 적용으로 인하여 일반적인 NC ADF 기법에 근접한 성능을 얻을 수 있다. 즉 사용자 1의 정보를 증폭하여 전송함으로써 사용자 2의 정보를 디코딩해 내는데 그만큼 좋은 성능을 가질 수 있습니다.
- [0112] 한편 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 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.

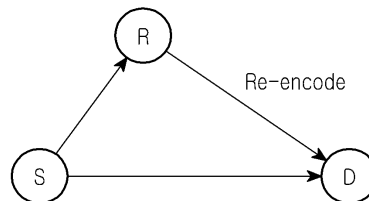
도면의 간단한 설명

- [0113] 도 1a는 릴레이 네트워크에서 디코딩 후 전송 (Decode-and-Forward) 기법에 따른 통신 프로토콜을 보여주고 있는 도면;
- [0114] 도 1b는 릴레이 네트워크에서 증폭 후 전송 (Amplify-and-Forward) 기법에 따른 통신 프로토콜을 보여주고 있는 도면;
- [0115] 도 2a는 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩 기법이 적용되지 않은 통신 프로토콜을 보이고 있는 도면;

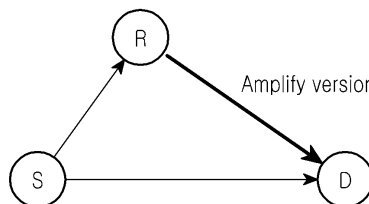
- [0116] 도 2b는 릴레이 네트워크에서 네트워크 코딩 기법이 적용된 통신 프로토콜을 보이고 있는 도면;
- [0117] 도 2c는 릴레이 네트워크에서 사용자 협동 (user cooperation)에 의한 네트워크 코딩 기법이 적용된 통신 프로토콜을 보이고 있는 도면;
- [0118] 도 3a는 본 발명의 실시 예에 따른 사용자 협동을 지원하는 릴레이 네트워크에서 모든 사용자가 상대방 사용자에 관한 정보의 디코딩에 성공한 경우에 이루어질 수 있는 통신 프로토콜을 보이고 있는 도면;
- [0119] 도 3b는 본 발명의 실시 예에 따른 사용자 협동을 지원하는 릴레이 네트워크에서 모든 사용자가 상대방 사용자에 관한 정보의 디코딩에 실패한 경우에 이루어질 수 있는 통신 프로토콜을 보이고 있는 도면;
- [0120] 도 3c와 도 3d는 본 발명의 실시 예에 따른 사용자 협동을 지원하는 릴레이 네트워크에서 상대방 사용자의 정보를 디코딩하는데 성공한 사용자와 실패한 사용자가 공존하는 경우에 이루어질 수 있는 통신 프로토콜을 보이고 있는 도면;
- [0121] 도 4는 본 발명의 실시 예로 제안된 통신 프로토콜을 지원하는 릴레이 네트워크의 릴레이 노드에서 수행하는 제어 흐름을 보이고 있는 도면;
- [0122] 도 5는 본 발명의 실시 예로 제안된 통신 프로토콜을 지원하는 릴레이 네트워크의 목적 노드에서 수행하는 제어 흐름을 보이고 있는 도면;
- [0123] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 릴레이 네트워크에서 수행되는 통신 프로토콜의 전반적인 신호 처리 절차를 보이고 있는 도면;
- [0124] 도 7은 일반적인 NC ADF 기법과 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법의 공급 정지 (outage) 관점에서의 성능 비교를 보이고 있는 도면;
- [0125] 도 8a와 도 8d는 다양한 측정 환경에서 일반적인 NC ADF 기법과 본 발명에서 제안한 NC MAD 기법 간의 성능 차이를 보이고 있는 도면.

도면

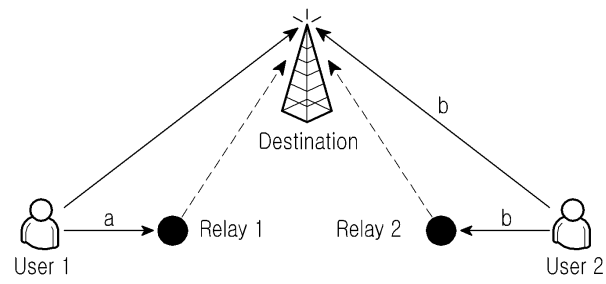
도면1a



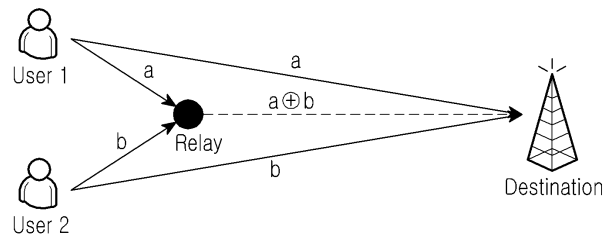
도면1b



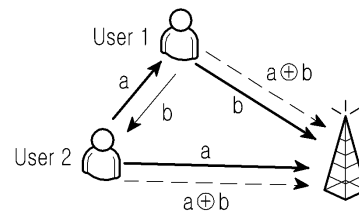
도면2a



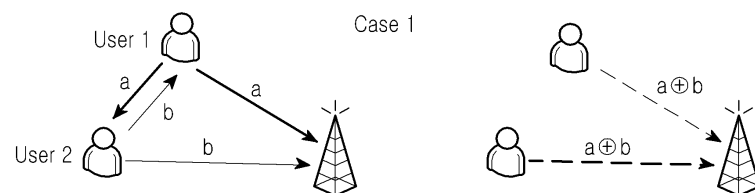
도면2b



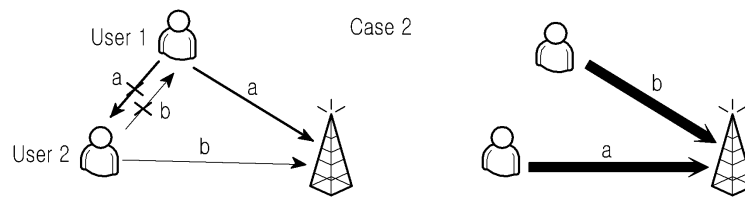
도면2c



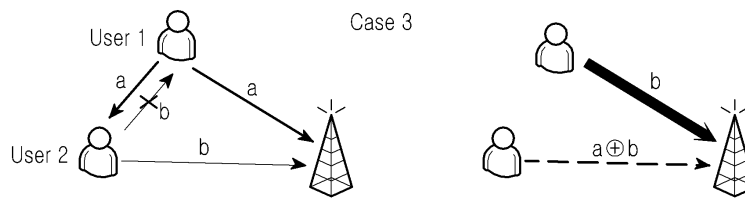
도면3a



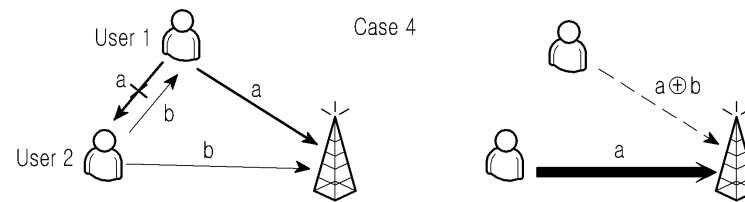
도면3b



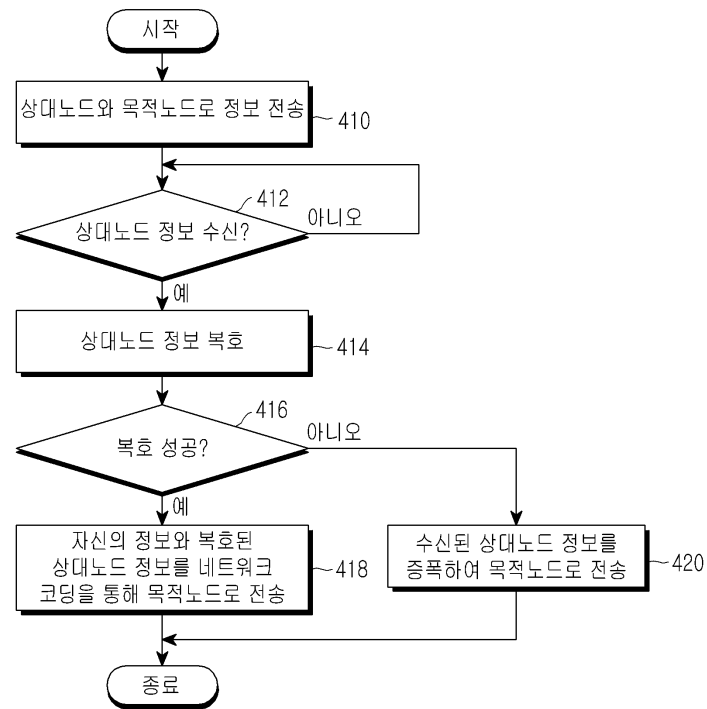
도면3c



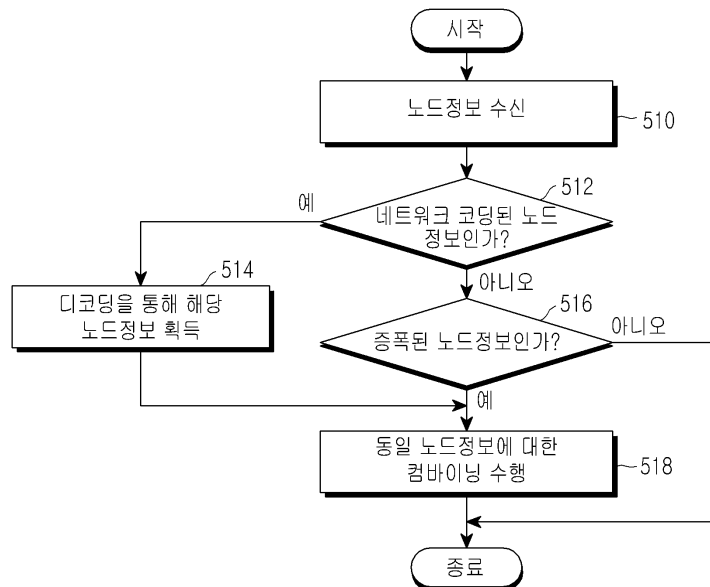
도면3d



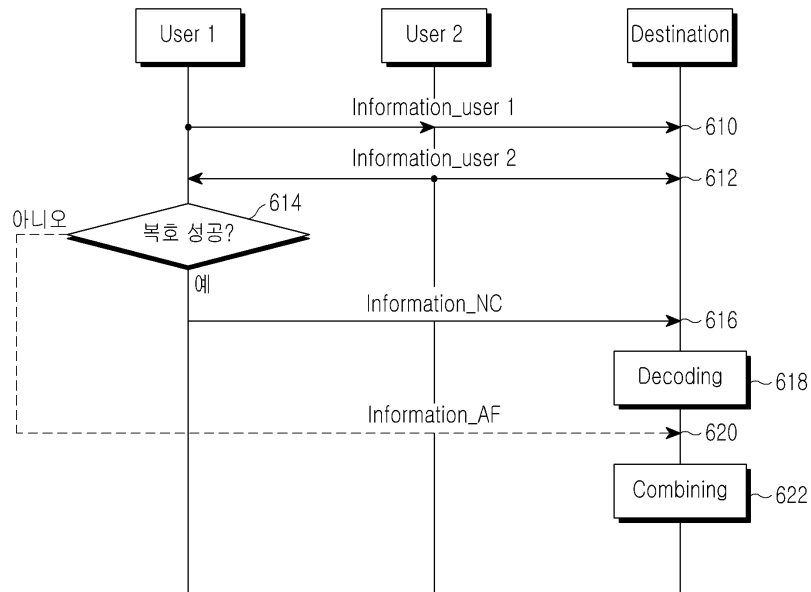
도면4



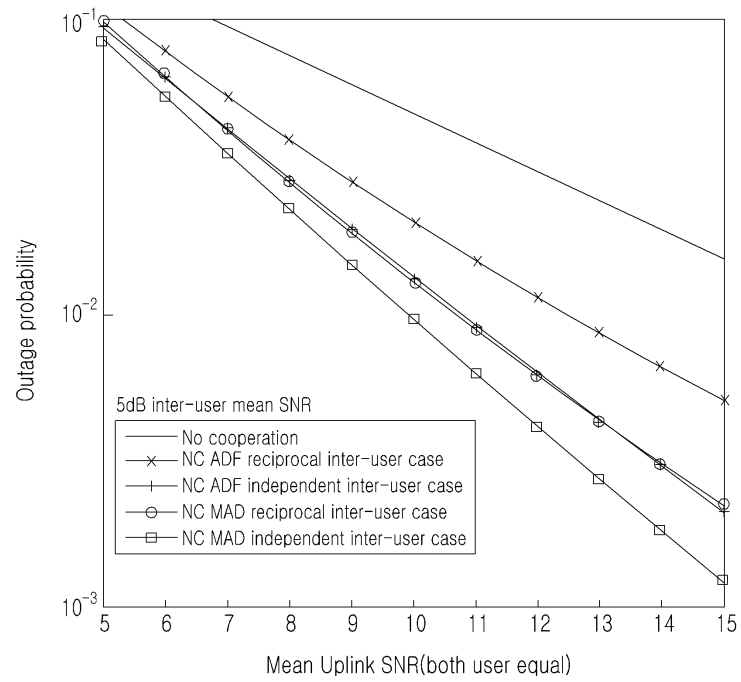
도면5



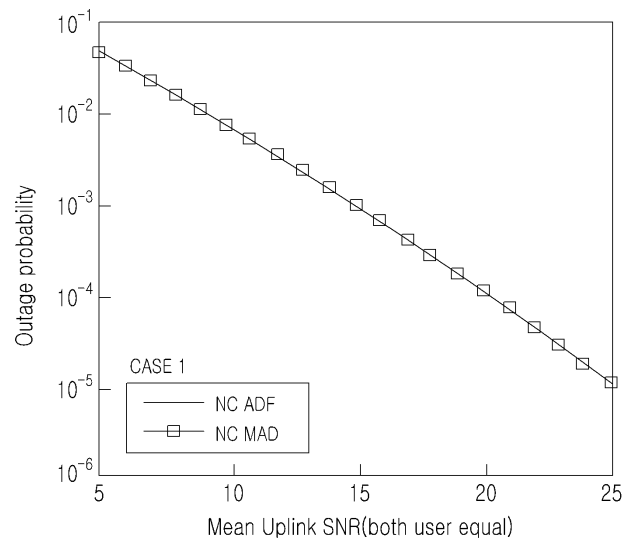
도면6



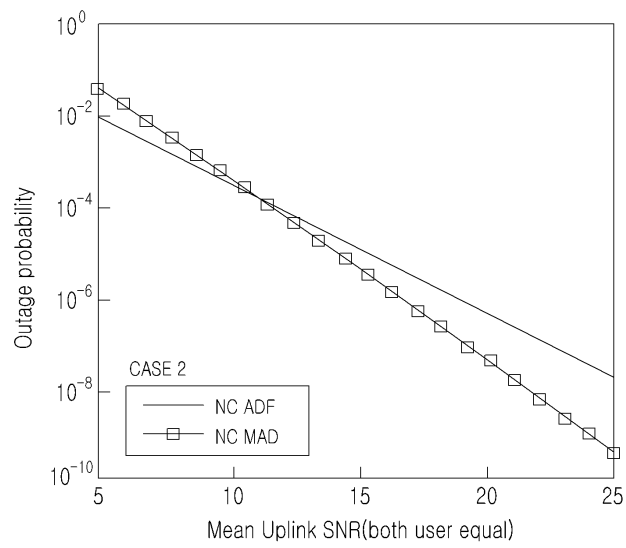
도면7



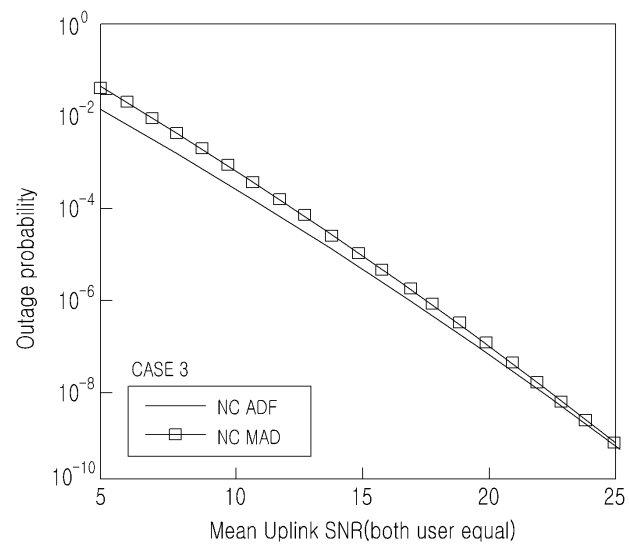
도면8a



도면8b



도면8c



도면8d

