



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월28일
(11) 등록번호 10-1802078
(24) 등록일자 2017년11월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/155 (2006.01) H04B 17/309 (2014.01)
H04B 7/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/15557 (2013.01)
H04B 17/309 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2016-0076565
(22) 출원일자 2016년06월20일
심사청구일자 2016년06월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120095577 A
KR1020100060304 A
JP2016524856 A
JP2016167832 A

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
송형규
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17 320동 303호
(서현동, 시범단지한양아파트)
하창빈
서울특별시 성북구 장위로26길 11-12 2층 (장위동)
김용준
경기도 화성시 우정읍 조암동로 58, 110동 1201호
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김성태

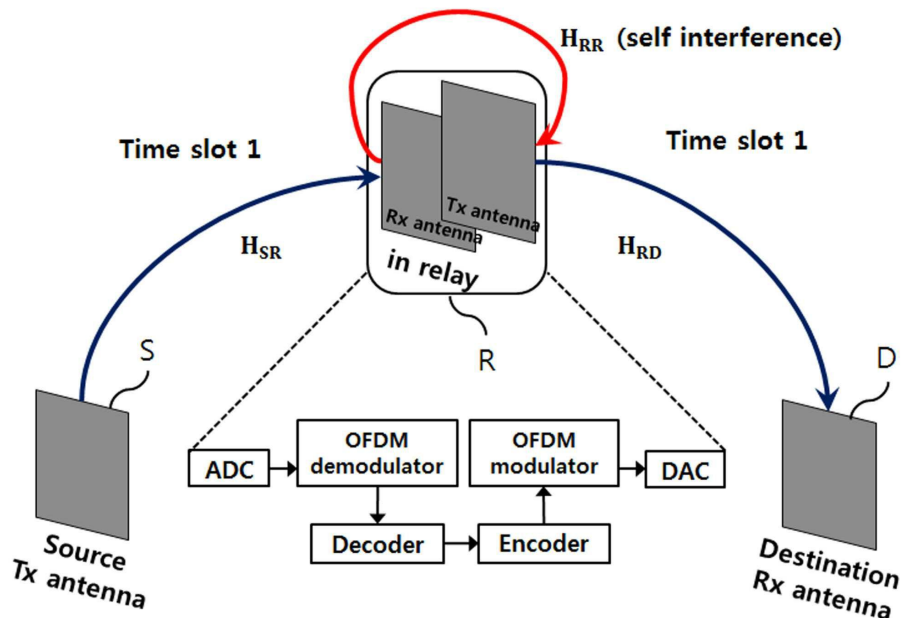
(54) 발명의 명칭 가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템 및 그것을 이용한 통신 성능 향상 방법

(57) 요약

본 발명은 가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템 및 그것을 이용한 통신 성능 향상 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템을 이용한 통신 성능 향상 방법에 있어서, 셀 외곽에서 채널을 점유한 송신 단말의 신호를 중계하는 중계 단말이 상기 송신 단말 사이의 제1 채널 상태

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



를 검출하는 단계와, 상기 중계 단말에 포함된 송신 안테나와 수신 안테나 간의 제2 채널 상태를 검출하는 단계와, 상기 제1 채널 상태와 상기 제2 채널 상태를 각 서브 캐리어 별로 비교하는 단계와, 상기 제1 채널 상태가 상기 제2 채널 상태보다 우수한 서브 캐리어의 수가 기 설정된 임계치보다 큰 경우 전이중 방식을 선택하고 상기 임계치 이하인 경우 반이중 방식을 선택하는 단계, 및 상기 선택한 전이중 또는 반이중 방식을 사용하여 상기 신호를 기지국 또는 수신 단말로 중계하는 단계를 포함하는 통신 성능 향상 방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, 무선랜 네트워크에서 중계 노드를 추가로 이용하는 협력 통신을 사용할 경우 중계 노드에서 채널 상태를 고려하여 가변적 전이중 통신을 사용함에 따라 중계 노드의 대기 시간을 증가시켜 전력 소모를 절감할 수 있는 이점이 있다.

(52) CPC특허분류

H04B 7/15507 (2013.01)

H04B 7/2606 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20132010101950

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지수요관리핵심기술개발(에특)

연구과제명 정보가전기기 전력절감형 칩형 전원장치 및 HiNA(High Network Availability) 개발 (3차년도)

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2015.10.01 ~ 2016.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템을 이용한 통신 성능 향상 방법에 있어서,
 셀 외곽에서 채널을 점유한 송신 단말의 신호를 중계하는 중계 단말이 상기 송신 단말 사이의 제1 채널 상태를 검출하는 단계;
 상기 중계 단말에 포함된 송신 안테나와 수신 안테나 간의 제2 채널 상태를 검출하는 단계;
 상기 제1 채널 상태와 상기 제2 채널 상태를 각 서브 캐리어 별로 비교하는 단계;
 상기 제1 채널 상태가 상기 제2 채널 상태보다 우수한 서브 캐리어의 수가 기 설정된 임계치보다 큰 경우 전이중 방식을 선택하고 상기 임계치 이하인 경우 반이중 방식을 선택하는 단계; 및
 상기 선택한 전이중 또는 반이중 방식을 사용하여 상기 신호를 기지국 또는 수신 단말로 중계하는 단계를 포함하는 통신 성능 향상 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 제1 채널 상태와 상기 제2 채널 상태를 비교하는 단계는,
 상기 제1 채널 상태와 기 설정된 가중치가 부여된 제2 채널 상태를 상기 각 서브 캐리어 별로 비교하며,
 상기 가중치는 1보다 작은 양의 값을 가지는 통신 성능 향상 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 가중치(W_k)는 $0.01 \leq W_k \leq 0.02$ 범위에서 설정되는 통신 성능 향상 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,
 상기 제1 채널 상태와 상기 제2 채널 상태를 비교하는 단계는,
 상기 각 서브 캐리어 별로 상기 제1 채널 상태의 유클리디안 거리 및 상기 제2 채널 상태의 유클리디안 거리를 각각 연산하여 상호 비교하는 통신 성능 향상 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
 상기 임계치는 전체 서브 캐리어 개수의 절반에 해당하는 통신 성능 향상 방법.

청구항 6

가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템에 있어서,
 기지국의 셀 외곽에서 채널을 점유한 송신 단말; 및
 송신 안테나 및 수신 안테나를 가지며 반이중 또는 전이중 방식을 사용하여 상기 송신 단말의 신호를 상기 기지국 또는 수신 단말로 중계하는 중계 단말을 포함하며,
 상기 중계 단말은,

상기 송신 단말 사이의 제1 채널 상태를 검출하고, 상기 송신 안테나와 수신 안테나 간의 제2 채널 상태를 검출하는 채널 상태 검출부;

상기 제1 채널 상태와 상기 제2 채널 상태를 각 서브 캐리어 별로 비교하는 채널 상태 비교부;

상기 제1 채널 상태가 상기 제2 채널 상태보다 우수한 서브 캐리어의 수가 기 설정된 임계치보다 큰 경우 전이중 방식을 선택하고 상기 임계치 이하인 경우 반이중 방식을 선택하는 제어부; 및

상기 선택한 전이중 또는 반이중 방식을 사용하여 상기 신호를 기지국 또는 수신 단말로 중계하는 통신부를 포함하는 무선 통신 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 채널 상태 비교부는,

상기 제1 채널 상태와 기 설정된 가중치가 부여된 제2 채널 상태를 상기 각 서브 캐리어 별로 비교하며,

상기 가중치는 1보다 작은 양의 값을 가지는 무선 통신 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 가중치(w_k)는 $0.01 \leq w_k \leq 0.02$ 범위에서 설정되는 무선 통신 시스템.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 채널 상태 비교부는,

상기 각 서브 캐리어 별로 상기 제1 채널 상태의 유클리디안 거리 및 상기 제2 채널 상태의 유클리디안 거리를 각각 연산하여 상호 비교하는 무선 통신 시스템.

청구항 10

청구항 6에 있어서,

상기 임계치는 전체 서브 캐리어 개수의 절반에 해당하는 무선 통신 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템 및 그것을 이용한 통신 성능 향상 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 중계 노드에서 가변적 전이중 방식으로 통신할 수 있어 전력 소모를 절감하는 무선 통신 시스템 및 그것을 이용한 통신 성능 향상 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 몇 년 동안 컴퓨터와 인터넷 기술이 급속도로 발전하고 휴대용 컴퓨터의 보급이 확산되어 컴퓨터 통신 기술 분야는 세계적으로 이동화 추세가 급증하고 있다. 이러한 이동성 보장을 위하여 유무선 통신 기술을 컴퓨터 통신 기술에 적용한 무선랜(wireless local area network) 기술이 적용되었고 현재 대표적인 무선 통신 기술로 자리 잡게 되었다.

[0003] 무선랜의 기본적인 구성을 살펴보면, 유선에 연결되어 있는 기지국(BS; base station)과 이동성이 보장되는 사용자 단말기의 연결로 무선 통신이 이루어지게 된다. 이러한 무선 통신이 이루어지기 위해서는 BS와 단말기들의 전송 방식, 신호 간섭, 접속 방법 등의 문제 이외에도 단말기의 전지 용량 문제를 고려해야 한다.

[0004] 비록 단말기가 좋은 성능을 가졌다 하더라도 전지의 용량이 부족하거나 전지의 소모량이 크다면 좋은 성능을 활용하지 못하게 되며, 최악의 경우 기본적인 통신이 불가능하게 되고 단말기 운용에도 큰 어려움을 겪게 된다.

단말기의 전지를 오래 사용하는 방법 중에는 전지의 용량을 늘리는 방법, 그리고 전송이 이루어지는 구간에서 전력을 절감하는 방법 등이 있다.

[0005] 하지만, 현재 무선 통신 제품들의 추세가 소형화와 경량화가 우선시 되고 있어, 이러한 요구를 충족시키기 위해서는 전지의 전력 소모량을 줄일 수 있는 저전력의 시스템을 개발하는 것이 우선시 되어야 한다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제1218726호(2013.01.21 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 무선랜 네트워크에서 중계 노드를 추가로 사용하는 협력 통신을 수행할 경우 중계 노드의 전력 소모를 절감할 수 있는 가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템 및 그것을 이용한 통신 성능 향상 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템을 이용한 통신 성능 향상 방법에 있어서, 셀 외곽에서 채널을 점유한 송신 단말의 신호를 중계하는 중계 단말이 상기 송신 단말 사이의 제1 채널 상태를 검출하는 단계와, 상기 중계 단말에 포함된 송신 안테나와 수신 안테나 간의 제2 채널 상태를 검출하는 단계와, 상기 제1 채널 상태와 상기 제2 채널 상태를 각 서브 캐리어 별로 비교하는 단계와, 상기 제1 채널 상태가 상기 제2 채널 상태보다 우수한 서브 캐리어의 수가 기 설정된 임계치보다 큰 경우 전이중 방식을 선택하고 상기 임계치 이하인 경우 반이중 방식을 선택하는 단계, 및 상기 선택한 전이중 또는 반이중 방식을 사용하여 상기 신호를 기지국 또는 수신 단말로 중계하는 단계를 포함하는 통신 성능 향상 방법을 제공한다.

[0009] 여기서, 상기 제1 채널 상태와 상기 제2 채널 상태를 비교하는 단계는, 상기 제1 채널 상태와 기 설정된 가중치가 부여된 제2 채널 상태를 상기 각 서브 캐리어 별로 비교하며, 상기 가중치는 1보다 작은 양의 값을 가질 수 있다.

[0010] 또한, 상기 가중치(W_k)는 $0.01 \leq W_k \leq 0.02$ 범위에서 설정될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 제1 채널 상태와 상기 제2 채널 상태를 비교하는 단계는, 상기 각 서브 캐리어 별로 상기 제1 채널 상태의 유클리디안 거리 및 상기 제2 채널 상태의 유클리디안 거리를 각각 연산하여 상호 비교할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 임계치는 전체 서브 캐리어 개수의 절반에 해당할 수 있다.

[0013] 그리고, 본 발명은, 가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템에 있어서, 기지국의 셀 외곽에서 채널을 점유한 송신 단말, 및 송신 안테나 및 수신 안테나를 가지며 반이중 또는 전이중 방식을 사용하여 상기 송신 단말의 신호를 상기 기지국 또는 수신 단말로 중계하는 중계 단말을 포함하며, 상기 중계 단말은, 상기 송신 단말 사이의 제1 채널 상태를 검출하고, 상기 송신 안테나와 수신 안테나 간의 제2 채널 상태를 검출하는 채널 상태 검출부와, 상기 제1 채널 상태와 상기 제2 채널 상태를 각 서브 캐리어 별로 비교하는 채널 상태 비교부와, 상기 제1 채널 상태가 상기 제2 채널 상태보다 우수한 서브 캐리어의 수가 기 설정된 임계치보다 큰 경우 전이중 방식을 선택하고 상기 임계치 이하인 경우 반이중 방식을 선택하는 제어부, 및 상기 선택한 전이중 또는 반이중 방식을 사용하여 상기 신호를 기지국 또는 수신 단말로 중계하는 통신부를 포함하는 무선 통신 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따른 가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템 및 그것을 이용한 통신 성능 향상 방법에 따르면, 무선랜 네트워크에서 중계 노드를 추가로 이용하는 협력 통신을 사용할 경우 중계 노드에서 채널 상태를 고려하여 전이중 또는 반이중 방식을 적응적으로 선택하는 가변적 전이중 통신을 사용함에 따라 중계 노드의 대기 시간을 증가시켜 전력 소모를 절감할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 실시예가 적용되는 시스템 모델을 나타낸 도면이다.

도 2는 일반적인 무선랜의 전력 관리 동작을 예시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에서 중계 단말에서 사용되는 전이중 통신의 동작 과정을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 중계 단말의 구성을 나타낸 도면이다.

도 5는 도 4를 이용한 통신 성능 향상 방법을 나타낸 도면이다.

도 6은 기지국의 커버리지 외곽의 노드의 수에 따른 전송률을 보여주는 그래프이다.

도 7은 1Mbyte 단위의 통신 당 사용되는 평균 전력 소모량을 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 실시예가 적용되는 시스템 모델을 나타낸 도면이다. 도 1에서 기지국(BS)에 의한 전체 셀 영역은 기지국(BS)과의 거리에 따라 네 가지 그룹으로 구분된다. 구체적으로 25m 이내는 그룹 1(54Mbps), 25~50m 이내는 그룹 2(36Mbps), 50~75m 이내는 그룹 3(18Mbps), 75~100m 이내는 그룹 4(9Mbps)을 나타낸다. 괄호 안은 해당 그룹의 전송률을 나타낸다.
- [0018] 도 1을 통해 알 수 있는 것은 그룹 1에서 4로 갈수록 즉, 셀 외곽으로 갈수록 노드(단말)의 전송률이 낮아진다는 것이다. 물론 도 1에서 셀 내에서 구분되는 그룹의 개수, 구분을 위한 거리 기준, 각 그룹의 전송률은 다양한 변형 예가 존재할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시예는 그룹 4에 속한 노드를 셀 외곽의 노드로 정의하며 시스템 내에서 그룹 4에 속한 셀 외곽의 노드(저속 노드)가 채널을 점유할 경우 그룹 4의 셀 외곽 노드는 자신보다 더 높은 전송률을 지원하는 인접한 그룹 3에 속한 노드를 중계 단말로 사용한다고 가정한다.
- [0020] 그룹 3에 속한 중계 노드는 그룹 4에 속한 저속 노드(송신 노드)가 보낸 신호를 받아 기지국 또는 수신 노드로 다시 전송하는 중계 통신을 한다. 이때, 중계 노드는 전이중(full-duplex) 또는 반이중(half-duplex) 통신을 사용한다.
- [0021] 전이중 방식은 송신 노드로부터 신호를 받는 동작과 신호를 기지국으로 보내는 동작을 위해 한 개의 타임 슬롯만을 소비하고, 반이중 방식은 두 개의 타임 슬롯을 소비한다. 중계 단말의 입장에서 단말기의 소비 전력을 고려하여 본다면 하나의 타임 슬롯 동안만 중계 통신하는 전이중 방식이 반이중 방식보다 더 유리하다.
- [0022] 발명의 이해를 돕기 위해 기존의 무선랜의 전력 관리 동작을 설명하면 다음과 같다. 도 2는 일반적인 무선랜의 전력 관리 동작을 예시한 도면이다.
- [0023] 셀 내의 각 노드들(node 1,2,3)은 기지국(BS)이 브로드캐스팅 전송한 비콘 프레임 신호를 수신하면 이를 기초로 기지국(BS)의 버퍼 상에 자신에게 전송되어야 할 데이터가 있는지 확인한다. 만일 데이터가 존재한다면 기지국(BS)에 접속된 노드들이 채널을 점유하기 위해 기지국(BS)으로 PS-POLL을 전송한다.
- [0024] 기지국(BS)은 각 노드들로부터 수신한 PS-POLL 신호를 기초로 각 노드 별로 예상되는 채널 점유 시간에 대한 정보(channel occupation time information)를 스케줄링하여 브로드캐스팅 전송한다. 각 노드는 자신의 채널 점유 시간 정보를 기초로 채널을 점유한 시간 동안은 어웨이크 모드로 동작하여 데이터를 통신하고 채널을 점유하지 못한 시간에는 소비 전력을 절약하는 PS(Power Save) 상태 즉, 대기 모드로 동작한다.
- [0025] 도 2의 경우 노드 1이 채널을 점유 중일 때 노드 3이 PS 상태로 존재하며 이후 노드 3이 채널을 점유 중일 때는 노드 1이 PS 상태로 존재하게 된다. 이와 같이 기지국은 각 노드 별로 예상되는 채널 점유 시간 정보를 브로드캐스팅하여 제공하고 각 노드는 채널을 미점유하는 시간 동안 PS 상태로 대기하면서 전력 소모를 절약한다.
- [0026] 중계 역할을 하는 노드의 경우 신호를 중계하지 않을 때는 전력 소모를 줄이기 위해 PS 상태로 대기한다. 중계 통신을 위해 전이중 방식을 사용할 경우 한 개의 타임 슬롯만 필요하므로 반이중 방식보다 깨어있는 시간이 짧고 PS 상태의 대기 시간이 길어 전력 소모가 더 적다. 따라서, 대기 시간이 상대적으로 긴 전이중 통신이 반이중 통신보다 전력 소모량이 적은 것을 알 수 있다.
- [0027] 도 3은 본 발명의 실시예에서 중계 단말에서 사용되는 전이중 통신의 동작 과정을 보여준다. 도 3에서 송신 노드(S)는 셀 외곽에서 채널을 점유한 단말을 의미하고, 중계 노드(R)는 송신 노드(S)의 신호를 수신 노드(D)로

중계하는 역할을 한다. 이때 수신 노드(D)는 기지국 또는 다른 단말에 해당할 수 있다.

- [0028] 이하는 설명의 편의를 위해 송신 노드(S)는 송신 단말, 중계 노드(R)는 중계 단말, 수신 노드(D)는 기지국인 것으로 설명한다. 일반적으로 전이중 통신에서는 신호의 수신과 송신이 한 개의 타임 슬롯(Time slot 1) 동안 동시에 일어난다. 도 3의 협력 통신 방식에서 전이중 통신을 사용하는 중계 단말(R) 역시 송신 단말(S)로부터 신호를 받고 기지국(D)으로 신호를 보내는 동작을 한 개의 타임 슬롯 내에서 모두 수행한다. 물론, 반이중 통신을 사용할 경우 중계 단말(R)은 신호를 받는 동작과 보내는 동작을 개별 타임 슬롯(Time slot 1, 2)에서 수행하게 된다.
- [0029] 무선랜에서 협력 통신이 사용될 때 중계 단말(R)의 전이중 통신에서는 송신 단말(S)과 중계 단말(R) 사이의 채널(H_{SR})과, 중계 단말(R) 내의 송신 안테나(Tx antenna)와 수신 안테나(Rx antenna) 사이의 채널(H_{RR})(Self-interference)이 고려된다.
- [0030] 그런데, 중계 노드(R)의 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 거리가 송신 노드(S)와 중계 노드(R) 사이의 거리보다 훨씬 가깝기 때문에, 중계 단말(R) 내에서는 두 안테나에 의한 자기 간섭(Self-interference)의 영향이 크게 발생한다. 물론 자기 간섭의 영향은 신호의 송신과 수신을 별개의 타임 슬롯에서 수행하는 반이중 통신에서는 고려 대상이 아니다.
- [0031] 일반적으로 기지국의 셀 외곽의 단말이 통신 채널을 점유할 경우 도 1과 같이 통신 신뢰성을 위해 낮은 전송률을 지원하는 통신을 사용하는데, 이때 중계 단말을 추가로 이용하는 협력 통신을 사용할 경우 전송률은 개선할 수 있으나 중계 단말의 전력 소모량이 증가된다.
- [0032] 본 발명의 실시예의 경우 무선랜 네트워크에서 셀 외곽 영역에서 채널을 점유한 단말이 그보다 나은 위치의 중계 단말과 협력 통신하면서 전송률을 개선하는 동시에, 중계 단말에서 두 채널 상태(H_{SR}, H_{RR})를 고려하여 전이중 또는 반이중 방식을 선택하는 가변적 전이중 통신을 사용함으로써 중계 단말의 대기 시간을 증가시킴에 따라 전력 소모를 절감할 수 있다.
- [0033] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 중계 단말의 구성을 나타낸 도면이다. 본 발명의 실시예에 따른 중계 단말(R)은 채널 상태 검출부(1), 채널 상태 비교부(2), 제어부(3), 통신부(4)를 포함한다.
- [0034] 채널 상태 검출부(1)는 중계 단말(R)과 송신 단말(S) 사이의 제1 채널 상태(H_{SR})를 검출하며, 중계 단말(R) 내의 송신 안테나와 수신 안테나 간의 제2 채널 상태(H_{RR})를 검출한다. 채널 상태를 추정하는 기술은 기 공지되어 있다.
- [0035] 여기서, 채널 상태는 각각의 서브 캐리어 별로 얻어진다. 서브 캐리어는 무선랜에서 사용되는 다중화 기법인 OFDM에서 각 정보 신호를 변조하기 위해 사용되는 객체를 의미한다.
- [0036] 만일, OFDM에 사용되는 서브 캐리어 수(N_K)가 64 개이면, 제1 채널 상태(H_{SR})는 64 개의 서브 캐리어에 대응하는 64 개의 채널 상태가 얻어지며, 제2 채널 상태(H_{RR}) 역시 64 개의 서브 캐리어에 대응하는 64 개의 채널 상태가 얻어진다.
- [0037] 또한 중계 단말(R)과 송신 단말(D) 간에 미리 알고 있는 신호를 주고 받는 방법으로 64 개의 서브 캐리어에 대응하는 64 개의 채널 상태를 얻을 수 있다. 중계 단말(R) 내 송신 안테나와 수신 안테나 간에도 동일한 방법으로 64 개의 채널 상태를 얻을 수 있다.
- [0038] 채널 상태 비교부(2)는 제1 채널 상태(H_{SR})와 제2 채널 상태(H_{RR})를 각 서브 캐리어 별로 비교한다. 즉, 동일 인덱스의 서브 캐리어끼리 두 채널 상태를 서로 비교하게 되며, 서브 캐리어의 수(ex, 64개) 만큼 비교 결과가 얻어진다.
- [0039] 여기서, 채널 상태를 비교할 때는 유클리디안 거리(Euclidean Distance)를 활용할 수 있다. 즉, 각 서브 캐리어 별로 제1 채널 상태의 유클리디안 거리 및 제2 채널 상태의 유클리디안 거리를 각각 연산하여 상호 비교한다.
- [0040] 이는 각 서브 캐리어의 채널 상태에 상응하는 유클리디안 거리를 개별 연산한 다음 동일 인덱스의 서브 캐리어끼리의 유클리디안 거리를 서로 비교하면 된다.
- [0041] 각각의 서브 캐리어의 채널 상태 계수는 $a+jb$ 와 같은 복소수 형태를 가질 수 있는데, 채널 상태 계수에 상응하는 유클리디안 거리는 원점 (0,0)에서 해당 벡터 (a,b)의 가장 가까운 거리로서, a^2 과 b^2 를 합하고 루트($\sqrt{\quad}$)를

취해 연산할 수 있다. 이는 (a,b)의 L2-norm을 나타낸다.

[0042] 본 발명의 실시예에서 k번째 서브 캐리어에 대해 고려되는 송신 단말(S)과 중계 단말(R) 사이의 제1 채널 상태 (H_{SR})의 유클리디안 거리는 $\|(\mathbf{H}_{SR})^k\|^2$ 로 표현될 수 있고, 송신 안테나로부터 수신 안테나로의 제2 채널 상태 (H_{RR})의 유클리디안 거리는 $\|(\mathbf{H}_{RR})^k\|^2$ 로 표현될 수 있다.

[0043] 중계 단말(R)은 각 서브 캐리어 별로 $\|(\mathbf{H}_{SR})^k\|^2$ 과 $\|(\mathbf{H}_{RR})^k\|^2$ 을 비교하면 된다. 여기서 물론, 서브 캐리어의 인덱스 k는 $k = 1, 2, \dots, N_k$ 로 정의된다.

[0044] 제어부(3)는 비교 결과를 기초로 제1 채널 상태(H_{SR})가 상기 제2 채널 상태(H_{RR})보다 우수한 서브 캐리어의 수가 기 설정된 임계치보다 큰 경우에는 전이중 방식을 선택하고 임계치 이하인 경우에는 반이중 방식을 선택한다. 본 발명의 실시예에서 임계치는 전체 서브 캐리어 수(N_k)의 절반에 해당하는 $N_k/2$ 값을 사용할 수 있다.

[0045] 통신부(4)는 제어부(3)에서 적응적으로 선택한 전이중 또는 반이중 방식을 사용하여 송신 단말(S)의 신호를 기 지국 또는 수신 단말로 중계한다.

[0046] 만일 중계 단말(R)에서 전이중 통신 방법을 사용하게 되면, 전이중 통신을 사용하지 않을 때와 비교하여, 송신 단말(S)로부터 수신되는 신호를 검출할 때, H_{RR} 이 추가적인 간섭으로 고려되어 신뢰성이 감소하게 된다. 따라서, 제안된 방법에서 중계 단말(R)은 송신 단말(S)로부터 수신된 신호를 검출할 때 전이중 통신의 사용에 의한 추가적인 간섭을 줄이기 위하여, H_{SR} 과 대비하여 H_{RR} 의 영향이 크지 않을 경우에 한정하여 전이중 통신을 사용한다.

[0047] 본 발명의 실시예는 제1 채널 상태(H_{SR})가 상기 제2 채널 상태(H_{RR})보다 우수한 서브 캐리어의 수가 $N_k/2$ 값보다 클 경우, H_{SR} 과 대비하여 H_{RR} 의 영향이 크지 않다고 판단하여 전이중 통신을 선택하며, 반대로 $N_k/2$ 값 이하일 경우는 H_{RR} 에 의한 자기 간섭 영향이 크다고 판단하여, 자기 간섭을 고려하지 않아도 되는 반이중 통신을 선택한다.

[0048] 이러한 본 실시예에 따르면, 항상 반이중 통신을 사용할 때보다 전력 소모를 크게 줄일 수 있고 자기 간섭의 영향이 적은 경우에만 전이중 통신을 수행하므로 시스템의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0049] 또한, 본 발명의 실시예에서 제1 채널 상태(H_{SR})와 제2 채널 상태(H_{RR})를 비교할 때 제2 채널 상태(H_{RR})에는 가중치(W_k)를 부가한다. 이때 가중치(W_k)는 0과 1 사이의 양의 값을 사용한다.

[0050] 이와 같이 가중치를 1보다 작은 값을 사용하는 이유는 일반적으로 중계 단말(R) 내의 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 거리는 송신 단말(S)과 중계 단말(R) 사이의 거리보다 훨씬 가깝기 때문이다. 즉, 거리가 가까울수록 채널 상태가 크게 측정되기 때문에, H_{RR} 에 대한 가중치를 1보다 작은 값으로 사용한다.

[0051] 따라서, $\|(\mathbf{H}_{SR})^k\|^2$ 과 $\|(\mathbf{H}_{RR})^k\|^2$ 을 비교할 때, $\|(\mathbf{H}_{RR})^k\|^2$ 에는 1보다 작은 가중치(W_k)를 부여하여 비교를 한다. 본 발명의 실시예에서 가중치는 $.01 \leq W_k \leq 0.02$ 범위에서 설정되는데 이는 모의 실험을 통해 결정된 값이다.

[0052] 아래의 수학적 식 1은 본 발명의 실시예에서 모든 서브 캐리어에 대하여 두 채널 상태를 비교하는 계산식을 나타낸다.

수학식 1

$n = 0$

For $k = 1 : N_k$

if $\|(\mathbf{H}_{SR})^k\|^2 > \|(\mathbf{H}_{RR})^k\|^2 \times W_k$

$n = n + 1$

end

end

[0053]

[0054]

수학식 1에서 n 은 특정 서브 캐리어에서 H_{SR} 과 비교하여 H_{RR} 의 영향이 상대적으로 크지 않을 경우 증가(누적)시키는 값이다. N_k 개(ex, 64개)의 모든 서브 캐리어에 대하여 모두 진행한 결과, 최종 업데이트 된 n 의 값이 전체 서브 캐리어의 수의 절반(ex, 32)보다 클 경우에 한정하여 전이중 통신 방법을 사용한다.

[0055]

도 5는 도 4를 이용한 통신 성능 향상 방법을 나타낸 도면이다. 본 발명의 실시예에 따른 통신 성능 향상 방법을 설명하면 다음과 같다.

[0056]

먼저 중계 단말(R)은 제1 채널 상태(H_{SR})와 제2 채널 상태(H_{RR})를 각각 검출한다(S510). 그리고, 제1 채널 상태(H_{SR})와 상기 제2 채널 상태(H_{RR})를 각 서브 캐리어 별로 비교한다(S520).

[0057]

이후, 제1 채널 상태(H_{SR})가 상기 제2 채널 상태(H_{RR})보다 우수한 서브 캐리어의 수를 기 설정된 임계치와 비교하여(S530), 임계치보다 큰 경우는 전이중 방식을 선택하고(S540), 임계치 이하인 경우 반이중 방식을 선택한다(S550).

[0058]

그리고, 선택한 전이중 또는 반이중 방식을 사용하여 송신 단말(S)의 신호를 기지국 또는 수신 단말로 중계한다(S560).

[0059]

이하에서는 본 발명의 전력 절감 효과를 기존의 기법과 비교한 모의 실험 결과를 설명한다. 성능 비교를 위하여 기존의 무선랜과 기존의 협력 통신 방법, 중계 노드에서 항상 전이중 통신을 사용하는 경우, 그리고 가변적 전이중 통신을 사용하는 본 실시예의 방법을 비교하였다.

[0060]

도 6은 기지국(BS)의 커버리지 외곽의 노드의 수에 따른 전송률을 보여주는 그래프이고, 도 7은 1Mbyte 단위의 통신 당 사용되는 평균 전력 소모량을 보여주는 그래프이다.

[0061]

도 6에서 전송률은 BS 단위의 무선랜 네트워크에서 채널을 점유한 노드의 전송 속도와 FER(frame error rate, F_e)을 이용하여 도출하였으며, 각 frame은 100bit로 구성되었다고 가정하였다.

[0062]

수학식 2는 협력 통신이 사용되지 않았을 경우 FER의 계산식을 의미한다.

수학식 2

$$F_e = (1 - (1 - B_e)^L)$$

[0063]

[0064]

수학식 2에서 B_e 는 BER(bit error rate)이며, L 은 frame의 길이를 의미한다.

[0065]

또한, 수학식 3은 협력 통신이 사용되었을 경우 FER의 계산식을 의미한다.

수학식 3

$$F_e = (1 - ((1 - B_e^R) \cdot (1 - B_e^D))^L)$$

수학식 3에서 B_e^R 은 중계 노드에서의 BER이며, B_e^D 는 수신 노드에서의 BER을 의미한다.

수학식 4는 전송률을 계산하는 식을 나타낸다.

수학식 4

$$T = E\left(\sum_{i=1}^4 R_i \cdot (F_e)_i \cdot P_i\right)$$

수학식 4에서 $E(\cdot)$ 는 기댓값을 의미하며, R_i 는 i 번째 그룹의 노드의 전송 속도, $(F_e)_i$ 는 i 번째 그룹의 노드가 채널을 점유했을 때의 FER, P_i 는 i 번째 그룹의 노드가 채널을 점유할 확률을 의미한다.

도 6의 그래프에서, '○'는 기존의 Wi-Fi에 기반한 무선랜 방식, '□'는 기존의 단일의 중계 단말을 사용한 협력 통신 방식, '+'는 기존의 복수의 중계 단말을 사용한 협력 통신 방식, '◇'는 단일의 중계 단말을 사용하되 항상 전이중 방식을 사용한 협력 통신 방식이다.

나머지 그래프 즉, '◁', '▷', '○'은 본 발명의 실시예에 따른 가변적 전이중 방식을 사용한 협력 통신이며 각각 가중치(W_k)를 0.01, 0.02, 0.05로 설정한 경우를 나타낸다. 그 중에서 가중치를 0.01과 0.02로 사용한 '◁'과 '▷'의 그래프를 보면 기존의 방식보다 전송률이 매우 우수한 것을 확인할 수 있다.

이상과 같이 본 발명의 실시예에 따른 방법은 기존의 방법보다 전송률을 개선하였으며, 기지국의 커버리지 외곽의 노드의 수(number of user in group 4)가 증가할수록 전송률이 크게 개선되는 것을 확인할 수 있다.

표 1은 무선랜에서 통신 상태별 초당 소비 전력을 나타낸 것이다.

표 1

상태	송신	수신	AM 대기	PS 대기
소비전력	1875mw	1300mw	1080mw	45mw

도 7에서 표기된 평균 전력 소모량은 1Mbyte의 data에 대한 송신 및 수신이 완료되었을 때까지, 기지국의 커버리지 내의 모든 노드들이 전송과 수신 및 대기 상태를 유지하는 시간과, 표 1의 각 상태별 초당 소비 전력을 고려하여 계산되었다.

도 7의 그래프를 살펴보면, 본 발명의 실시예에 따른 기법은 기존의 방법보다 노드들이 전송 및 수신 상태를 유지하는 시간을 줄임으로써 전력 소모량을 크게 개선하였으며, 기지국의 커버리지 외곽의 노드의 수가 증가할수록 전력 소모량을 크게 개선함을 확인할 수 있다.

이상과 같은 본 발명에 따른 가변적 전이중 방식을 사용하는 무선 통신 시스템 및 그것을 이용한 통신 성능 향상 방법에 따르면, 무선랜 네트워크에서 중계 노드를 추가로 이용하는 협력 통신을 사용할 경우 중계 노드에서 채널 상태를 고려하여 전이중 또는 반이중 방식을 적응적으로 선택하는 가변적 전이중 통신을 사용함에 따라 중계 노드의 대기 시간을 증가시켜 전력 소모를 절감할 수 있는 이점이 있다.

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

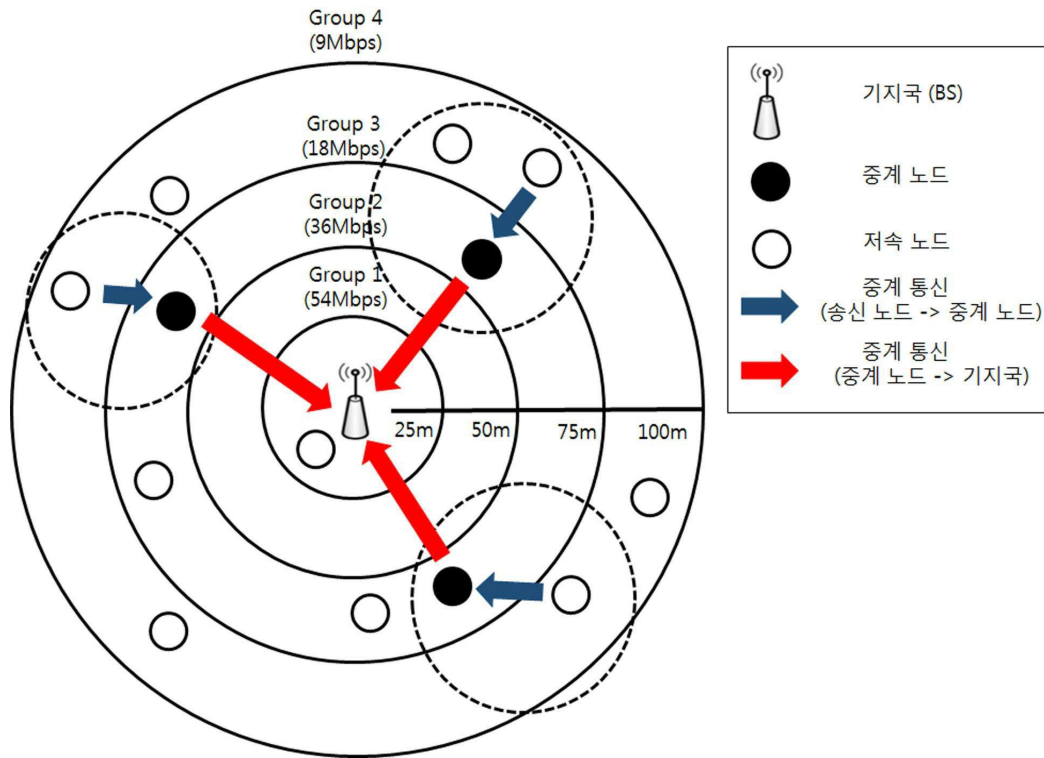
부호의 설명

[0080]

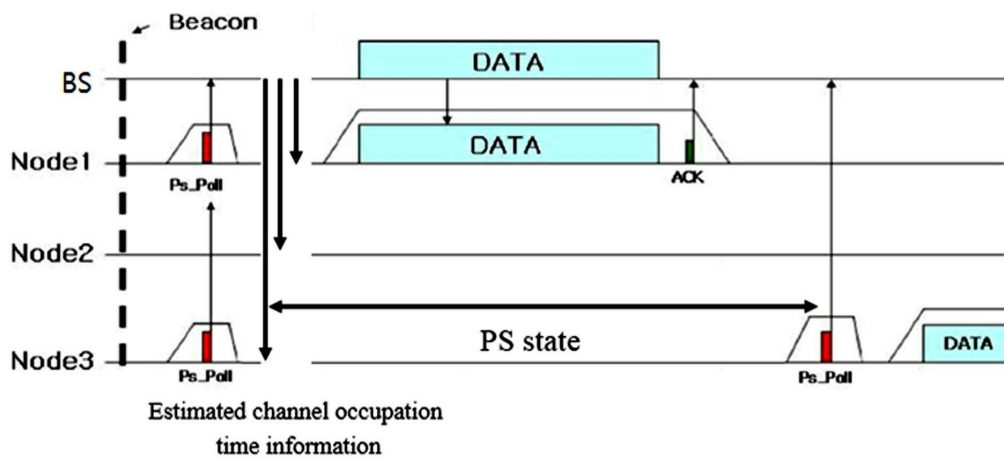
- S: 송신 단말 R: 중계 단말
- 1: 채널 상태 검출부 2: 채널 상태 비교부
- 3: 제어부 4: 통신부

도면

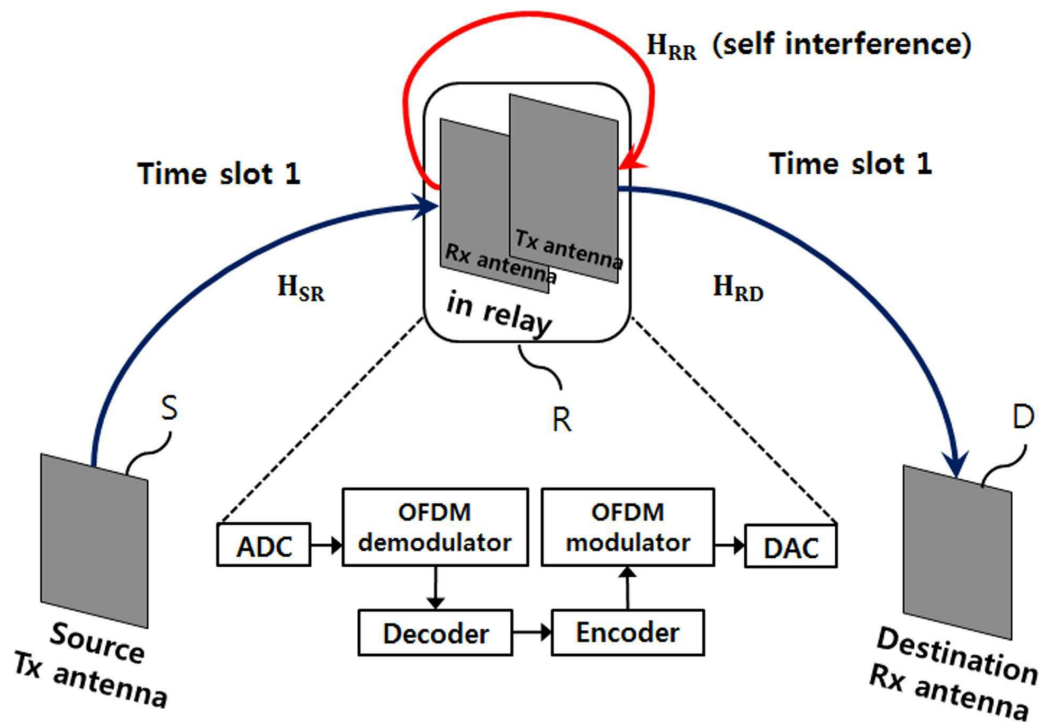
도면1



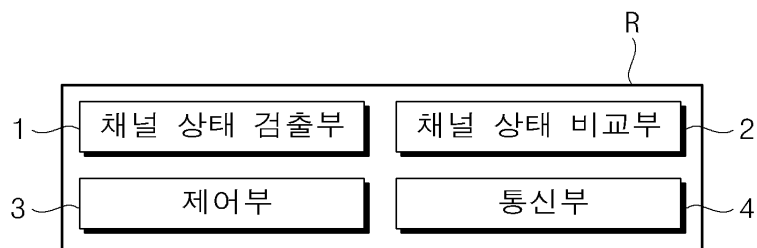
도면2



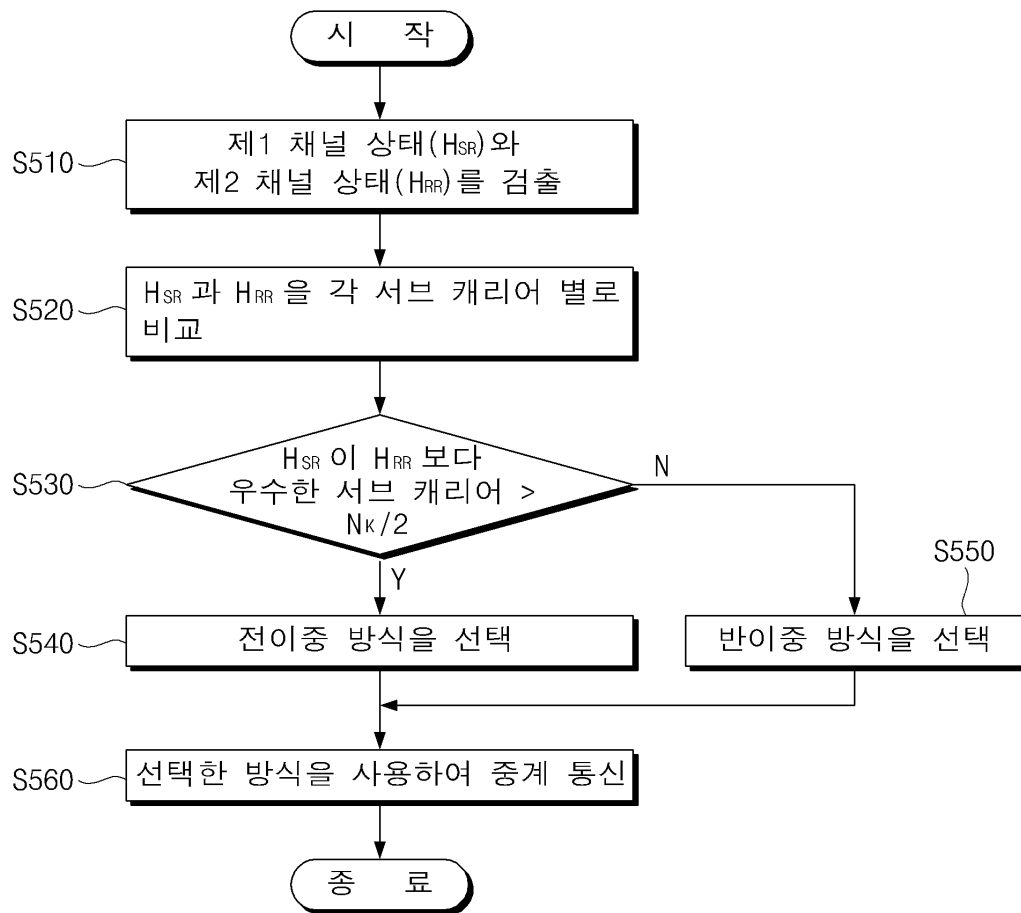
도면3



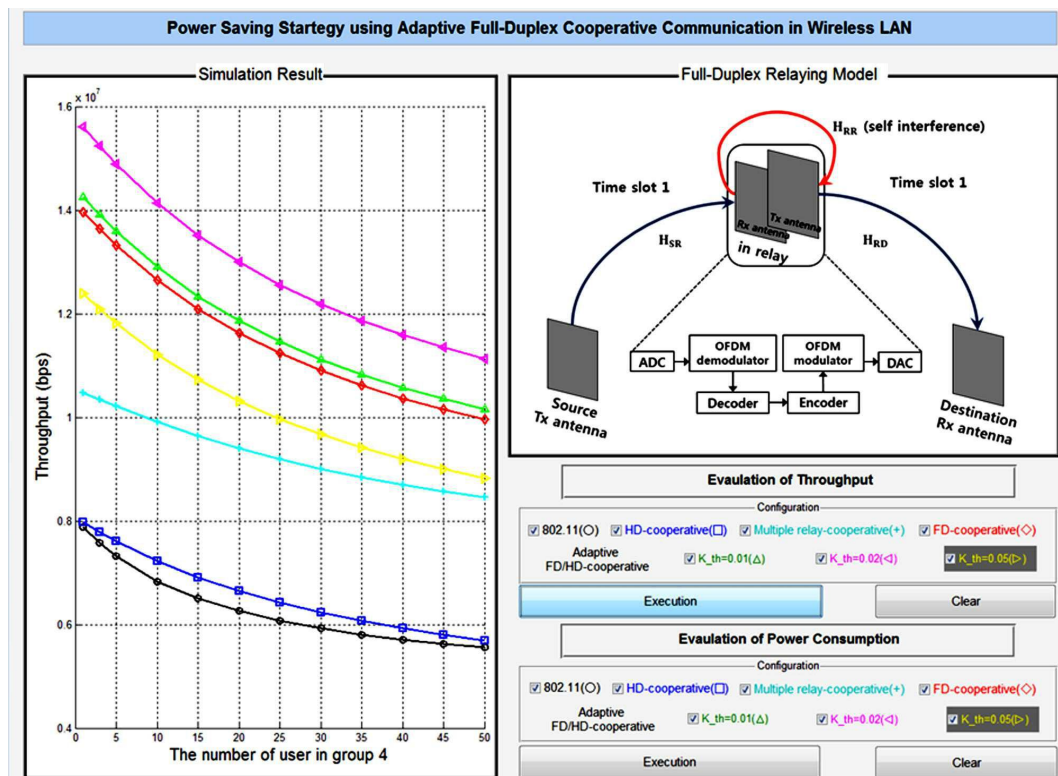
도면4



도면5



도면6



도면7

