



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0103058
(43) 공개일자 2017년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/155 (2006.01) G06K 19/07 (2006.01)
H02J 50/20 (2016.01) H04B 5/00 (2006.01)
H04L 25/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/15521 (2013.01)
G06K 19/0723 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0025025
(22) 출원일자 2016년03월02일
심사청구일자 2016년03월02일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
송형규
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17 320동 303호
(서현동, 시범단지한양아파트)
이성주
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 308동 1110호
(자양동, 우성3차아파트)
고영민
서울특별시 도봉구 도봉로 136길 28, 503동 1704호
(창동, 북한산 아이파크)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항

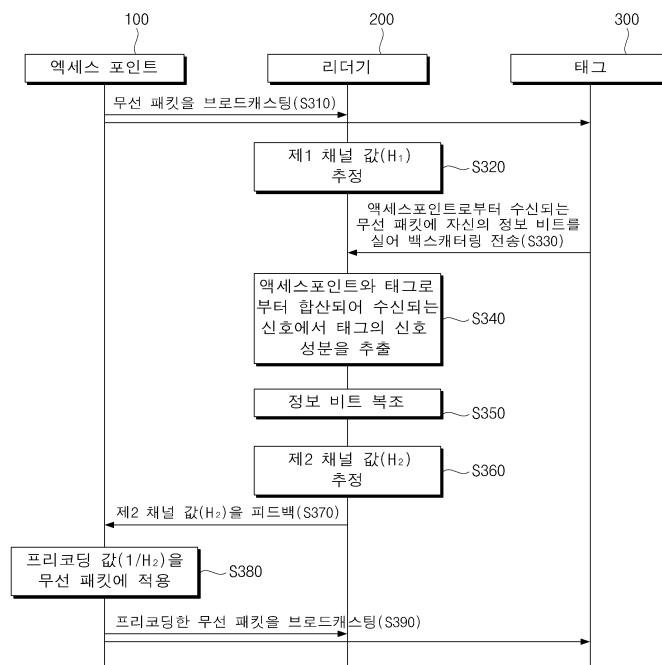
(54) 발명의 명칭 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 전송 거리 향상 방법

(57) 요약

본 발명은 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 전송 거리 향상 방법에 관한 것이다. 본 발명은, 액세스 포인트, 리더기, 태그를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 전송 거리 향상 방법에 있어서, 액세스 포인트는 리더기와 기 공유한 참조 신호에 해당하는 무선 패킷을 브로드캐스팅하는 단계와, 리더기는 액세스 포인트로

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



부터 수신되는 무선 패킷으로부터 액세스 포인트와의 제1 채널 값을 추정하는 단계와, 태그는 액세스 포인트로부터 수신되는 무선 패킷에 자신의 정보 비트를 실어 리더기로 백스캐터링하는 단계와, 리더기는 액세스 포인트 및 태그로부터 합산되어 수신되는 신호에서, 제1 채널 값을 통해 얻어진 액세스 포인트의 신호 성분을 제거하여, 태그의 신호 성분을 추출하고 정보 비트를 복조하는 단계와, 리더기는 태그의 신호에 포함된 프리앰블 신호를 이용하여 액세스 포인트와 태그를 경유한 제2 채널 값을 추정하여 액세스 포인트로 피드백하는 단계; 및 액세스 포인트는 제2 채널 값에 따라 생성한 프리코딩 값을 무선 패킷에 적용하여 브로드캐스팅하는 단계를 포함하는 전송 거리 향상 방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, 액세스 포인트로부터 브로드캐스팅되는 Wi-Fi 신호에 프리코딩 기법을 적용함에 따라 태그의 백스캐터링 환경에 따른 채널의 영향을 상쇄시킬 수 있어 신뢰성 있는 통신이 가능하고 태그의 전송 범위를 증대시킨다.

(52) CPC특허분류

H02J 50/20 (2016.02)

H04B 5/0056 (2013.01)

H04B 7/15507 (2013.01)

H04L 25/0202 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 B0126-15-1076

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 방송통신산업기술개발

연구과제명 Ambient RF 에너지 수집 및 Backscatter 데이터 전송을 융합한 무전원 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 전자부품연구원

연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

액세스 포인트, 리더기, 태그를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 전송 거리 향상 방법에 있어서,

상기 액세스 포인트는 상기 리더기와 기 공유한 참조 신호에 해당하는 무선 패킷을 브로드캐스팅하는 단계;

상기 리더기는 상기 액세스 포인트로부터 수신되는 무선 패킷으로부터 상기 액세스 포인트와의 제1 채널 값을 추정하는 단계;

상기 태그는 상기 액세스 포인트로부터 수신되는 무선 패킷에 자신의 정보 비트를 실어 상기 리더기로 백스캐터 링하는 단계;

상기 리더기는 상기 액세스 포인트 및 상기 태그로부터 합산되어 수신되는 신호에서, 상기 제1 채널 값을 통해 얻어진 상기 액세스 포인트의 신호 성분을 제거하여, 상기 태그의 신호 성분을 추출하고 상기 정보 비트를 복조 하는 단계;

상기 리더기는 상기 태그의 신호에 포함된 프리앰블 신호를 이용하여 상기 액세스 포인트와 상기 태그를 경유한 제2 채널 값을 추정하여 상기 액세스 포인트로 피드백하는 단계; 및

상기 액세스 포인트는 상기 제2 채널 값에 따라 생성한 프리코딩 값을 상기 무선 패킷에 적용하여 브로드캐스팅 하는 단계를 포함하는 전송 거리 향상 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 정보 비트를 복조하는 단계는,

상기 추출한 태그의 신호를 패킷 단위로 분할한 후 상기 분할한 신호의 레벨을 기 설정된 임계값과 비교하여 상기 패킷당 하나의 비트를 복조하는 전송 거리 향상 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 생성한 프리코딩 값은 상기 제2 채널 값의 역수인 전송 거리 향상 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 액세스 포인트에서 상기 프리코딩한 무선 패킷의 브로드캐스팅 이후, 상기 리더기에 수신되는 신호는 아래의 수학식으로 정의되는 전송 거리 향상 방법:

$$Y = PXH_1 + PXH_2 + N$$

여기서, X는 무선 패킷, P는 상기 프리코딩 값($P=1/H_2$), PX는 상기 프리코딩된 무선 패킷, H_1 은 상기 액세스 포인트와의 직접적인 신호 경로에 해당하는 상기 제1 채널 값, H_2 는 상기 액세스 포인트와 상기 태그를 거치는 신호 경로에 해당하는 상기 제2 채널 값, N은 잡음 성분을 의미한다.

청구항 5

액세스 포인트, 리더기, 태그를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템에 있어서,

상기 액세스 포인트는,

상기 리더기와 기 공유한 참조 신호에 해당하는 무선 패킷을 브로드캐스팅하며,

상기 리더기는,

상기 액세스 포인트가 브로드캐스팅하는 신호를 수신하고, 상기 태그가 상기 액세스 포인트로부터 수신한 무선 패킷에 정보 비트를 실어 백스캐터링하는 신호를 수신하는 수신부;

상기 태그의 백스캐터링 이전에 상기 액세스 포인트로부터 수신되는 무선 패킷으로부터 상기 액세스 포인트와의 제1 채널 값을 추정하는 제1 채널 추정부;

상기 태그의 백스캐터링 이후에 상기 액세스 포인트 및 상기 태그로부터 합산되어 수신되는 신호에서, 상기 제1 채널 값을 통해 얻어진 상기 액세스 포인트의 신호 성분을 제거하여, 상기 태그의 신호 성분을 추출하는 태그 신호 추출부;

상기 태그의 신호로부터 상기 정보 비트를 복조하는 정보 비트 복조부;

상기 태그의 신호에 포함된 프리앰블 신호를 이용하여 상기 액세스 포인트와 상기 태그를 경유한 제2 채널 값을 추정하는 제2 채널 추정부; 및

상기 제2 채널 값을 상기 액세스 포인트로 피드백하는 피드백부를 포함하며,

상기 액세스 포인트는,

상기 피드백받은 제2 채널 값에 따라 생성한 프리코딩 값을 상기 무선 패킷에 적용하여 브로드캐스팅하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 정보 비트 복조부는,

상기 추출한 태그의 신호를 패킷 단위로 분할한 후 상기 분할한 신호의 레벨을 기 설정된 임계값과 비교하여 상기 패킷당 하나의 비트를 복조하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 생성한 프리코딩 값은 상기 제2 채널 값의 역수인 Wi-Fi 백스캐터 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 액세스 포인트에서 상기 프리코딩한 무선 패킷의 브로드캐스팅 이후, 상기 리더기에 수신되는 신호는 아래의 수학식으로 정의되는 Wi-Fi 백스캐터 시스템:

$$Y = PXH_1 + PXH_2 + N$$

여기서, X는 무선 패킷, P는 상기 프리코딩 값($P=1/H_2$), PX는 상기 프리코딩된 무선 패킷, H_1 은 상기 액세스 포인트와의 직접적인 신호 경로에 해당하는 상기 제1 채널 값, H_2 는 상기 액세스 포인트와 상기 태그를 거치는 신호 경로에 해당하는 상기 제2 채널 값, N은 잡음 성분을 의미한다.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 전송 거리 향상 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 태그의 전송 범위를 증대시킬 수 있는 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 전송 거리 향상 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근 컴퓨터뿐만 아니라 모든 사물에 인터넷을 연결하는 IoT(Internet of Things) 기술이 주목받고 있다. IoT는 사물에 지능형 인터페이스 및 통신 프로토콜을 제공하여, 사물이 네트워크에 통합되도록 하고, 사물 또는 환경의 변화 등을 자율적으로 감지하며 정보에 대한 요청에 대해 반응하도록 한다. 또한 사물인터넷에 대한 대중의 관심과 기술의 발전, 산업의 수요가 급증함에 따라, 전력 공급 장치 없이 통신이 가능한 기기에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다.
- [0003] 기존의 Wi-Fi 에너지 하베스팅(Wi-Fi Energy Harvesting) 기술은 Wi-Fi RF(Radio Frequency) 신호를 전력 공급원으로 하여 전력을 충전하는 기술로서, 주변 환경으로부터 버려지는 에너지를 통신의 에너지원으로 사용함으로써 별도의 전력 공급 장치 없이 통신할 수 있게 하는 유망한 기술이다. 또한, 저전력 통신에 적용하기 적합한 무선 주파수 인식(RFID; Radio Frequency Identification) 기술은 IC 칩과 무선을 통해 다양한 개체의 정보를 관리할 수 있는 기술로, 정보를 제공하는 태그와 정보를 판독하는 리더로 구성된다.
- [0004] 최근에는 Wi-Fi RF 신호와 RFID 백스캐터링(backscattering) 기술을 접목하여 배터리 없는 장치의 정보를 전송하는 Wi-Fi 백스캐터 기술이 주목받고 있다. Wi-Fi 백스캐터 기술에서 RFID 태그는 액세스 포인트로부터 전송되는 Wi-Fi 신호를 통신의 에너지원으로 사용함으로써 별도의 전력 공급 장치 없이 통신할 수 있다.
- [0005] Wi-Fi 백스캐터 시스템에서는 기존의 RFID가 사용하는 주파수 대역을 대신하여 2.4GHz대역의 Wi-Fi 주파수를 이용한다. 기존의 RFID의 사용 목적이 고유 정보 식별을 위한 것이었다면, RF 백스캐터 시스템에서 RFID 태그(RF 백스캐터 태그)는 Wi-Fi 신호를 이용하여 배터리 없이 인터넷 연결이 가능하게 하는 목적을 가진다.
- [0006] 현재 사물인터넷 산업에서 RFID 기기의 추세는 단순히 RFID 기기의 인식과 사용을 위해서가 아니라 다양한 정보를 장기간 저장하고 관리하는 목적을 가지는데, 태그 메모리 크기를 확장하고 태그에 해당 정보를 읽고 쓸 수 있게 하기 위한 향상된 무선 RFID 통신 기술 또한 연구되고 있다.
- [0007] RFID 태그의 백스캐터 기술과 RFID 기술을 접목시킨 Wi-Fi 백스캐터 시스템은 리더기와 태그 사이의 백스캐터 방식을 기반으로 통신 절차를 진행한다. 일반적으로 Wi-Fi 백스캐터 시스템은 Wi-Fi 헬퍼(Wi-Fi Helper; 액세스 포인트), Wi-Fi 리더(Wi-Fi Reader; 휴대폰 등의 이동 단말), 태그(Wi-Fi backscatter Tag; RF 급전 장치)로 구성된다. Wi-Fi 헬퍼와 Wi-Fi 리더는 Wi-Fi 장치 중 하나이며, Wi-Fi 패킷의 송수신이 가능하다.
- [0008] 태그는 RF-powered 기능을 가진 무전지 태그(battery-free Tag)이며, 다른 요소와 달리 Wi-Fi 장치가 아니기에 Wi-Fi 패킷을 송신할 수 없으며, 수신되는 Wi-Fi 패킷을 읽어들이 수 없다. 하지만, 태그는 자신이 전송하고자 하는 정보를 Wi-Fi 패킷을 이용하여 리더기에게 백스캐터링을 통해 전달하는 것이 가능하며, 이와 같이 인터넷 연결되는 기법을 Wi-Fi 백스캐터라 정의한다. 그런데 기존의 Wi-Fi 백스캐터 기술은 태그에 전력 공급 장치 없음에도 Wi-Fi 연결을 제공할 수 있다는 장점이 있는 반면, 전송 범위가 좁다는 한계를 갖고 있다.
- [0009] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제2008-0042578호(2008.05.15 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 Wi-Fi 백스캐터 시스템에서 전송 범위를 확장시킬 수 있는 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 전송 거리 향상 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은, 액세스 포인트, 리더기, 태그를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 전송 거리 향상 방법에 있어서, 상기 액세스 포인트는 상기 리더기와 기 공유한 참조 신호에 해당하는 무선 패킷을 브로드캐스팅하는 단계와, 상기 리더기는 상기 액세스 포인트로부터 수신되는 무선 패킷으로부터 상기 액세스 포인트와의 제1 채널 값을 추정하는 단계와, 상기 태그는 상기 액세스 포인트로부터 수신되는 무선 패킷에 자신의 정보 비트를 실어 상기 리더기로 백스캐터링하는 단계와, 상기 리더기는 상기 액세스 포인트 및 상기 태그로부터 합산되어 수신되는 신호에서, 상기 제1 채널 값을 통해 얻어진 상기 액세스 포인트의 신호 성분을 제거하여, 상기 태그의 신호 성분을 추출하고 상기 정보 비트를 복조하는 단계와, 상기 리더기는 상기 태그의 신호에 포함된 프리앰블 신호를 이용하여 상기 액세스 포인트와 상기 태그를 경유한 제2 채널 값을 추정하여 상기 액세스 포인트로 피드백하는 단계; 및 상기 액세스 포인트는 상기 제2 채널 값에 따라 생성한 프리코딩 값을 상기 무선 패킷에 적용

하여 브로드캐스팅하는 단계를 포함하는 전송 거리 향상 방법을 제공한다.

[0012] 여기서, 상기 정보 비트를 복조하는 단계는, 상기 추출한 태그의 신호를 패킷 단위로 분할한 후 상기 분할한 신호의 레벨을 기 설정된 임계값과 비교하여 상기 패킷당 하나의 비트를 복조할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 생성한 프리코딩 값은 상기 제2 채널 값의 역수일 수 있다.

[0014] 또한, 상기 액세스 포인트에서 상기 프리코딩된 무선 패킷의 브로드캐스팅 이후, 상기 리더기에 수신되는 신호는 아래의 수학식으로 정의될 수 있다.

$$Y = PXH_1 + PXH_2 + N$$

[0016] 여기서, X는 무선 패킷, P는 상기 프리코딩 값($P=1/H_2$), PX는 상기 프리코딩된 무선 패킷, H_1 은 상기 액세스 포인트와의 직접적인 신호 경로에 해당하는 상기 제1 채널 값, H_2 는 상기 액세스 포인트와 상기 태그를 거치는 신호 경로에 해당하는 상기 제2 채널 값, N은 잡음 성분을 의미한다.

[0017] 그리고, 본 발명은, 액세스 포인트, 리더기, 태그를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템에 있어서, 상기 액세스 포인트는, 상기 리더기와 기 공유한 참조 신호에 해당하는 무선 패킷을 브로드캐스팅하며, 상기 리더기는, 상기 액세스 포인트가 브로드캐스팅하는 신호를 수신하고, 상기 태그가 상기 액세스 포인트로부터 수신한 무선 패킷에 정보 비트를 실어 백스캐터링하는 신호를 수신하는 수신부와, 상기 태그의 백스캐터링 이전에 상기 액세스 포인트로부터 수신되는 무선 패킷으로부터 상기 액세스 포인트와의 제1 채널 값을 추정하는 제1 채널 추정부와, 상기 태그의 백스캐터링 이후에 상기 액세스 포인트 및 상기 태그로부터 합산되어 수신되는 신호에서, 상기 제1 채널 값을 통해 얻어진 상기 액세스 포인트의 신호 성분을 제거하여, 상기 태그의 신호 성분을 추출하는 태그 신호 추출부와, 상기 태그의 신호로부터 상기 정보 비트를 복조하는 정보 비트 복조부와, 상기 태그의 신호에 포함된 프리앰블 신호를 이용하여 상기 액세스 포인트와 상기 태그를 경유한 제2 채널 값을 추정하는 제2 채널 추정부, 및 상기 제2 채널 값을 상기 액세스 포인트로 피드백하는 피드백부를 포함하며, 상기 액세스 포인트는, 상기 피드백받은 제2 채널 값에 따라 생성한 프리코딩 값을 상기 무선 패킷에 적용하여 브로드캐스팅하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 전송 거리 향상 방법에 따르면, 액세스 포인트로부터 브로드캐스팅되는 Wi-Fi 신호에 프리코딩 기법을 적용함에 따라 태그의 백스캐터링 환경에 따른 채널의 영향을 상쇄시킬 수 있어 기존보다 신뢰성 있는 통신이 가능하고 태그의 전송 범위를 증대시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 리더기의 구성을 나타낸 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 전송 거리 향상 방법을 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템에서의 패킷 구조를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예의 향상된 에러 성능을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0021] 본 발명은 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 전송 거리 향상 방법에 관한 것으로, 액세스 포인트로부터 브로드캐스팅되는 Wi-Fi 신호에 프리코딩 기법을 적용한 전송 방법을 사용함에 따라 태그의 백스캐터링에 의한 채널의 영향을 상쇄시키고 이를 통해 태그의 전송 범위를 확장시켜 전송 범위의 한계를 극복할 수 있는 기법을 제안한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템의 구성을 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, Wi-Fi 백스캐터 시스템은 액세스 포인트(100), 리더기(200), 태그(300)를 포함한다.

- [0023] 액세스 포인트(100)(Access Point;AP)는 일반적인 무선 공유기에 해당될 수 있으며, 주변의 기기에 무선 패킷(Wi-Fi 패킷)을 전송하여 무선 인터넷 연결을 제공한다. 액세스 포인트(100)는 Wi-Fi 헬퍼(Helper)로 사용되는 Wi-Fi 무선 공유기를 의미할 수 있다.
- [0024] 액세스 포인트(100)는 무선 패킷을 주변에 브로드캐스팅(broadcasting)한다. 브로드캐스팅된 무선 패킷은 주변의 리더기(200)와 태그(300)에게 전송된다.
- [0025] 리더기(200)는 액세스 포인트(100)로부터 수신되는 Wi-Fi 패킷을 통하여 인터넷 연결될 수 있다. 리더기(200)는 무선 인터넷 접속이 가능한 통상의 휴대폰, 스마트폰, 스마트패드, 노트북 등의 와이파이 전송을 지원하는 개인 휴대 단말에 해당될 수 있다.
- [0026] 태그(300)는 RFID 태그에 해당되는 것으로, 액세스 포인트(100)로부터 수신되는 무선 패킷(Wi-Fi 패킷)을 복조하는 능력이 없음에도 불구하고 백스캐터링(backscattering; 후방 산란) 기술을 이용하여 태그 고유의 정보를 리더기(200)에게 전달할 수 있다. 백스캐터 기술은 안테나의 반사량 조절을 이용한다.
- [0027] 태그(300)는 액세스 포인트(100)로부터 받은 Wi-Fi 패킷을 안테나의 반사량 조절을 통해 레벨 변조하여 리더기(200)로 전송한다. 예를 들어, 태그(300)가 리더기(200)에 전송할 정보가 '1'일 때는 Wi-Fi 패킷을 높은 레벨(크기)로 반사시키고 '0'일 때는 낮은 레벨로 반사시키는 방법으로 데이터를 레벨 변조하여 전송한다. 추후 리더기(200)는 수신 신호의 복조 시에 레벨 차를 이용하여 데이터를 복원하면 된다.
- [0028] 이러한 태그(300)는 별도의 전원 공급 장치(배터리)가 존재하지않는 무전지(battery-free)의 수동형 태그가 이용될 수 있다. 물론 태그(300)는 센서 노드(무전력 센서 노드)에 해당될 수 있다. RFID 태그의 경우 국내에서는 900MHz Gen2 protocol 및 13.56MHz 유사 Gen2 protocol이 표준 기술으로 선정되어 이미 상용화되어 있으며 이를 본 발명에 이용할 수 있다.
- [0029] 이하의 본 발명의 실시 예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802 시스템에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예에서 액세스 포인트(100)는 리더기(200)와 기 공유한 참조 신호에 해당하는 무선 패킷을 브로드캐스팅한다. 이러한 액세스 포인트(100)는 무선 패킷을 지속적으로 브로드캐스팅한다.
- [0031] 리더기(200)는 참조 신호를 미리 알고 있기 때문에, 액세스 포인트(100)가 브로드캐스팅한 신호를 수신한 후 수신 신호로부터 액세스 포인트(100)와의 채널(H_1)을 쉽게 추정할 수 있다.
- [0032] 또한, 추후 리더기(200)의 요청 등이 있을 경우, 태그(300)는 액세스 포인트(100)가 브로드캐스팅하는 무선 패킷에 자신의 정보 비트를 실어 리더기(200)로 백스캐터링 전송 가능한데, 이때 리더기(200)에는 액세스 포인트(100)가 브로드캐스팅하는 신호와 태그(300)가 백스캐터링하는 신호가 합산된 형태로 수신된다.
- [0033] 도 1에서 채널 H_2 는 태그(300)가 액세스 포인트(100)로부터 받은 무선 패킷을 백스캐터링하는 경로에 해당된다. 태그(300)가 백스캐터링을 하기 전에는 리더기(200)에는 H_1 경로를 통한 액세스 포인트(100)의 신호만이 수신되며, 백스캐터링할 경우 리더기(200)에는 H_1 경로를 통한 액세스 포인트(100)의 신호와 함께, H_2 경로를 통한 태그(300)의 백스캐터링 신호가 함께 수신된다.
- [0034] 앞서, 리더기(200)는 참조 신호와 채널 값(H_1)을 알고 있기 때문에, 태그(300)의 백스캐터링 시에 두 가지 경로(H_1, H_2)를 통해 합산되어 수신되는 신호로부터, H_1 경로에 의한 액세스 포인트(100)의 신호 성분을 제거하면, H_2 경로에 의한 태그(300)의 신호 성분만을 추출할 수 있다.
- [0035] 또한, 리더기(200)는 추출한 태그(300)의 신호 성분으로부터 태그(300)가 전송한 정보 비트를 복조할 수 있고, 또한 태그(300)의 신호 성분에 포함된 프리앰블 신호로부터 채널 H_2 를 추정하여 액세스 포인트(100)로 피드백할 수 있다.
- [0036] 이에 따라, 이후부터 액세스 포인트(100)는 H_2 값을 이용하여 생성되는 프리코딩 값을 무선 패킷에 적용하여 브로드캐스팅한다. 액세스 포인트(100)는 프리코딩된 무선 패킷을 전송하기 때문에, 채널 H_2 즉, 태그의 백스캐터링 환경에 따른 채널 H_2 의 영향을 상쇄시킬 수 있다.
- [0037] 도 2는 도 1에 도시된 리더기의 구성을 나타낸 도면이다. 도 2를 참조하면, 리더기(200)는 수신부(210), 제1 채

널 추정부(220), 태그 신호 추출부(230), 정보 비트 복조부(240), 제2 채널 추정부(250), 피드백부(260)를 포함한다.

- [0038] 도 1 및 도 2를 참조하면, 수신부(210)는 액세스 포인트(100)가 브로드캐스팅하는 신호의 수신에 가능하며, 또한 태그(300)가 액세스 포인트(100)로부터 수신한 무선 패킷에 정보 비트를 실어 백스캐터링하는 신호의 수신에 가능하다.
- [0039] 제1 채널 추정부(220)는 태그(300)의 백스캐터링 이전에, 액세스 포인트(100)로부터 수신되는 무선 패킷으로부터 액세스 포인트(100)와의 제1 채널 값(H_1)을 추정한다. 여기서, 백스캐터링 이전뿐만 아니라 백스캐터링 하지 않는 경우의 개념도 포함될 수 있다.
- [0040] 태그 신호 추출부(230)는 태그(300)의 백스캐터링 이후에, 액세스 포인트(100) 및 태그(300)로부터 합산되어 수신되는 신호에서, 제1 채널 값(H_1)을 통해 얻어진 액세스 포인트(100)의 신호 성분을 제거하여, 태그(300)의 신호 성분만을 추출한다.
- [0041] 정보 비트 복조부(240)는 이와 같이 추출한 태그(300)의 신호로부터 정보 비트를 복조한다. 또한, 제2 채널 추정부(250)는 추출한 태그(300)의 신호에 포함된 프리앰블(preamble) 신호를 이용하여, 액세스 포인트(100)와 태그(300)를 경유한 제2 채널 값(H_2)을 추정한다.
- [0042] 피드백부(260)는 추정한 제2 채널 값(H_2)을 액세스 포인트로 피드백한다. 그러면, 액세스 포인트(100)는 피드백 받은 제2 채널 값(H_2)에 따라 생성한 프리코딩 값을 무선 패킷에 적용하여 브로드캐스팅한다. 이에 따라, 도 1과 같은 Wi-Fi 백스캐터 시스템에서 제2 채널 값(H_2)에 의한 영향을 최소화시킬 수 있어, 실질적으로 태그(300)의 전송 거리를 향상시키는 효과를 제공한다.
- [0043] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 전송 거리 향상 방법에 관하여 상세히 설명한다. 도 3은 도 1에 도시된 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 전송 거리 향상 방법을 설명하는 도면이다.
- [0044] 먼저, 액세스 포인트(100)는 참조 신호에 해당하는 무선 패킷을 브로드캐스팅한다(S310). 참조 신호는 Wi-Fi 백스캐터 통신을 성립하기 위해, 액세스 포인트(100)와 리더기(200) 간에 미리 약속한 신호에 해당한다. 액세스 포인트(100)가 브로드캐스팅하는 무선 패킷은 리더기(200)와 태그(300)에 수신된다.
- [0045] 그러면, 리더기(200)는 액세스 포인트(100)로부터 수신되는 무선 패킷으로부터 액세스 포인트(100)와의 제1 채널 값(H_1)을 추정한다(S320). 이때, 리더기(200)에 수신되는 신호는 간단히 수학적 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 1

$$Y = XH_1 + N$$

- [0046]
- [0047] 수학적 1에서 X 는 액세스 포인트(100)가 브로드캐스팅한 무선 패킷이고, H_1 은 액세스 포인트(100)와 리더기(200) 사이의 채널이다. N 은 잡음 성분을 나타낸다.
- [0048] 리더기(200)는 참조 신호를 이미 알고 있기 때문에 액세스 포인트(100)로부터 수신되는 신호에 참조 신호를 반영하여 채널 H_1 을 쉽게 추정할 수 있다. 즉, 수신 신호에서 참조 신호 부분의 주파수 축의 부채널 상에서 계산되는 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)를 통하여 제1 채널 값(H_1)을 획득할 수 있다. 그 결과, 리더기(200)는 액세스 포인트(100)로부터 수신되는 신호 성분인 XH_1 을 확보(획득)할 수 있으며, 리더기(200)는 언제든지 액세스 포인트(100)의 신호를 재생해 낼 수 있다.
- [0049] 이후에 태그(300)는 액세스 포인트(100)로부터 수신되는 무선 패킷에 자신의 정보 비트를 실어 리더기(200)로 백스캐터링한다(S330). 일반적으로 백스캐터링 과정에서 많은 페이딩(fading)이 발생하게 되어 리더기(200)에게 정확한 태그(300)의 정보를 전달하기 위한 거리에 제한이 생긴다.
- [0050] 백스캐터링 방법은 다음과 같다. 태그(300)는 액세스 포인트(100)로부터 받은 Wi-Fi 패킷을 안테나의 반사량 조절을 통해 레벨 변조하는 방식으로 자신의 정보 비트를 실어 전송한다. 즉, 액세스 포인트(100)로부터 수신되는

무선 패킷의 반사량 크기를 조절하는 것을 통하여 1과 0의 정보 비트를 리더기(200)로 전송할 수 있다.

[0051] 액세스 포인트(100)는 무선 패킷을 지속적으로 브로드캐스팅 하고 있기 때문에, S330 단계에 의하면, 리더기(200)에는 액세스 포인트(100)가 브로드캐스팅하는 신호와 태그(300)가 백스캐터링하는 신호가 합산되어 수신된다.

[0052] 여기서, 리더기(200)는 액세스 포인트(100) 및 태그(300)로부터 합산되어 수신되는 신호에서, 앞서 제1 채널 값(H_1)을 통해 얻어진 액세스 포인트(100)의 신호 성분(XH_1)을 제거함에 따라, 태그의 신호 성분(XH_2)을 추출하게 된다(S340).

[0053] 그 구체적인 원리를 설명하면 다음과 같다. 우선, S330 단계 이후 리더기(200)에 수신되는 신호는 간단히 수학적 2의 형태로 나타낼 수 있다.

수학적 2

[0054]
$$Y = XH_1 + XH_2 + N$$

[0055] 즉, 이 경우 두 채널을 통과한 신호 XH_1 과 XH_2 가 합산되어 수신된다. 물론 여기서 N 은 잡음 성분을 나타낸다. XH_1 은 채널 H_1 의 경로에 따라 액세스 포인트(100)가 브로드캐스팅한 신호 즉, 액세스 포인트(100)의 신호 성분에 해당하고, XH_2 는 채널 H_2 의 경로에 따라 태그(300)가 백스캐터링한 신호 즉, 태그(300)의 신호 성분에 해당한다.

[0056] 리더기(200)는 앞서 S320 단계의 채널 추정의 결과로서 액세스 포인트의 신호 성분(XH_1)을 미리 확보하고 있다. 따라서 이러한 XH_1 성분을 수학적 2의 신호에서 제거하면 XH_2 성분을 얻을 수 있다. 결과적으로, $Y = XH_1 + XH_2 + N$ 에서 액세스 포인트(100)의 신호 성분인 XH_1 을 제외하면, XH_2+N 이 남게 되는데, 이러한 남은 신호가 태그(300)의 신호 성분이 된다.

[0057] 이후, 리더기(200)는 상기의 추출한 태그(300)의 신호 성분으로부터 정보 비트를 복조한다(S350). 리더기(200)는 남은 신호를 Wi-Fi 패킷 단위로 쪼개어 임계 값(threshold)을 기준으로 비교하여 비트를 판별할 수 있다.

[0058] 즉, 리더기(200)는 추출한 태그(300)의 신호를 패킷 단위로 분할한 다음 분할한 각 신호의 레벨을 기 설정된 임계값과 비교하는 방법을 사용하여, 패킷당 하나의 비트를 복조할 수 있게 된다. 이러한 S350 단계를 통하여, 리더기(200)는 태그(300)가 리더기(200)로 보낸 정보(ex, 태그의 고유 정보 등)를 판별할 수 있다.

[0059] 또한, 리더기(200)는 상기 추출한 태그(300)의 신호에 포함된 프리앰블 신호(preamble)를 이용하여, 액세스 포인트(100)와 태그(300)를 경유한 제2 채널 값(H_2)을 추정한다(S360).

[0060] 프리앰블 신호는 액세스 포인트(100)와 리더기(200) 간에 기 설정된 신호로서, 액세스 포인트(100)와 리더기(200)가 미리 알고 있는 값이다. 이와 같이 프리앰블 신호를 이용하면 액세스 포인트(100)에서 태그(300)를 거쳐 들어오는 채널 상태 정보 또한 추정이 가능해진다.

[0061] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템에서의 패킷 구조를 나타낸 도면이다. 백스캐터 시스템에서의 패킷 구조는 기존의 Wi-Fi 신호를 전송하는 패킷 구성 방법과는 다른 구성을 사용하는 것을 볼 수 있다.

[0062] 이러한 도 4는 Wi-Fi 백스캐터 시스템에서의 Wi-Fi 패킷 한 개의 구조를 나타낸다. 본 실시예에서 Wi-Fi 패킷은 CTS-to-Self, 프리앰블, 페이로드 구간으로 구성된다. CTS(clear to send)는 송신 준비 완료란을 의미한다. 프리앰블 신호는 기 설정된 고정된 값을 사용한다.

[0063] 본 발명의 실시예에서, 리더기(200)는 앞서 추출한 태그(300)의 신호 중에서 프리앰블 신호 부분을 이용하여 채널 상태(H_2)를 파악할 수 있다. 리더기(200)는 프리앰블 신호를 이미 알고 있기 때문에, 상기 태그(300)의 신호 성분에서 프리앰블 신호 부분의 주파수 측의 부채널 상에서 계산되는 채널 상태 정보(CSI)를 통하여 제2 채널 값(H_2)을 쉽게 추정할 수 있다.

[0064] 추후, 리더기(200)는 추정한 제2 채널 값(H_2)을 액세스 포인트(100)에게 피드백하여 프리코딩(pre-coding)에 사용하게 한다(S370). 프리 코딩 기법의 경우, 송신단에서 채널 정보를 활용하는 것으로서, 송신 측이 채널의 정

보를 사전에 알고 있을 경우 코딩된 정보를 수신 측에 송신함에 따라, 채널에 의한 효과를 상쇄시켜 시스템의 복잡도를 줄이고 신뢰성을 높인다.

[0065] 액세스 포인트(100)는 리더기(200)로부터 피드백 받은 제2 채널 값(H_2)을 이용하여 프리코딩 값을 생성하고 프리코딩 값을 무선 패킷에 적용하여 프리코딩한다(S380). 액세스 포인트(100)는 앞으로 겪을 채널의 영향을 상쇄할 수 있는 성분을 미리 송신 신호에 프리코딩을 통해 적용해 놓아 페이딩(fading)의 영향을 줄인다. 이는 결과적으로 기존의 기법보다 신뢰성 있는 통신이 가능하게 하고 전송 거리의 향상을 도모할 수 있게 한다. 여기서 프리코딩 값은 제2 채널 값의 역수인 $1/H_2$ 를 사용한다.

[0066] 액세스 포인트(100)는 상기와 같이 프리코딩된 무선 패킷을 브로드캐스팅한다(S390). 이때, 리더기(200)에 수신되는 신호는 아래의 수학적 식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 3

$$Y = PXH_1 + PXH_2 + N$$

[0068] 여기서, X는 무선 패킷, P는 상기 프리코딩 값($P=1/H_2$), PX는 프리코딩된 무선 패킷, N은 잡음 성분을 의미한다. H_1 은 앞서 상술한 바와 같이 리더기(200)와 액세스 포인트(100) 간의 직접적인 신호 경로에 해당하는 제1 채널 값이고, H_2 는 액세스 포인트(100)와 태그(300)를 거쳐 리더기(200)로 들어오는 신호 경로에 해당하는 제2 채널 값이다.

[0069] 수학적 식 3에서, $P=1/H_2$ 로 리더기(200)가 알고 있는 값이고, X와 H_1 또한 이미 리더기(200)가 알고 있는 값이기 때문에, 리더기(200)는 수학적 식 3의 수신 신호에 이들을 적용하여 제거할 수 있다. 결과적으로 수학적 식 3에서 남은 신호는 아래의 수학적 식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 4

$$Y_{Tag} = X + N$$

[0071] 남은 신호는 실질적으로 태그(300)로부터 백스캐터링된 신호에 해당되므로 Y_{tag} 로 표현하였으며, 프리코딩 기법에 따라, 해당 채널(H_2)의 영향이 제거된 것을 확인할 수 있다.

[0072] 본 발명의 실시예는 실질적으로 CSI의 정확도 및 잡음 성분이 성능에 영향을 미칠 수는 있지만, 상기와 같이 앞으로 겪을 채널의 영향을 상쇄하는 효과가 있기 때문에, 성능 개선뿐만 아니라 백스캐터링 환경에서 태그(300)의 전송 거리의 향상을 도모할 수 있다.

[0073] 본 발명의 실시예는 이상과 같은 방법으로 연속적인 채널 추정을 통한 피드백을 통하여 Wi-Fi 백스캐터 통신을 수행하면 된다.

[0074] 이상과 같이 본 발명의 실시예는 Wi-Fi 백스캐터 시스템에서 액세스 포인트(100)로부터 브로드캐스팅되는 Wi-Fi 신호가 태그(300)로부터 백스캐터링되어 리더기(200)로 수신되는 경로의 채널 정보를 리더기(200)가 액세스 포인트(100)에게 피드백 정보로 전달하며, 액세스 포인트(100)는 피드백 받은 정보를 이용하여, 앞으로 겪을 채널의 영향의 역수를 미리 송신 신호에 곱하여 전송함에 따라, 결과적으로 채널의 영향을 상쇄하고 최소화한다.

[0075] 일반적으로 태그(300)를 통한 백스캐터링 환경이 전송 범위에 가장 큰 영향을 주지만, 본 발명의 실시예는 해당 부분의 영향이 최소화될 수 있으므로 Wi-Fi 백스캐터링 통신의 전송 범위 또한 증대시킬 수 있다. 즉, 태그(300)에서 백스캐터링되어 리더기(200)로 가는 신호의 향상된 전송 거리를 제공할 수 있다.

[0076] 본 발명의 실시예에 따른 효과는 다음의 시뮬레이션 결과를 통하여 확인할 수 있다. 도 5는 본 발명의 실시예의 향상된 에러 성능을 나타낸 도면이다.

[0077] 이러한 도 5는 프리코딩을 적용하지 않는 기존 기법(Conv)과 프리코딩을 적용한 본 실시예의 기법(Proposed)에

대해 거리에 따른 성능을 비교한 것이다. 본 발명의 실시예에 따른 기법을 이용하여 신호를 전송할 경우 동일한 신호 세기 대비 에러 성능이 향상되는 것을 확인할 수 있다.

[0078] 도 5는 AWGN 환경과, 거리(태그와 리더기 간 거리)가 1m, 3m, 5m인 경우에 대한 성능을 비교한 것으로서, 시뮬레이션을 위해, BPSK modulation과 CR=1/2의 조건으로 Wi-Fi 패킷을 변조 및 코딩하였다. 시뮬레이션 결과를 보면, 프리코딩을 적용한 경우의 에러 확률이 확연히 좋아지는 것을 볼 수 있다.

[0079] 또한, 기존의 기법의 경우 거리가 증가할수록 성능의 감쇠가 심각한데, 본 발명의 실시예에 따른 기법의 경우 거리에 따른 성능 감쇠가 상당히 작은 것을 확인할 수 있다. 결과적으로 본 발명의 실시예의 기법을 이용할 경우 신뢰성 있는 통신을 제공하고 전송 거리를 향상시킨다.

[0080] 이상과 같은 본 발명에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 전송 거리 향상 방법에 따르면, 액세스 포인트로부터 브로드캐스팅되는 Wi-Fi 신호에 프리코딩 기법을 적용함에 따라 태그의 백스캐터링 환경에 따른 채널의 영향을 상쇄시킬 수 있어 기존보다 신뢰성 있는 통신이 가능하고 태그의 전송 범위를 증대시키는 효과가 있다.

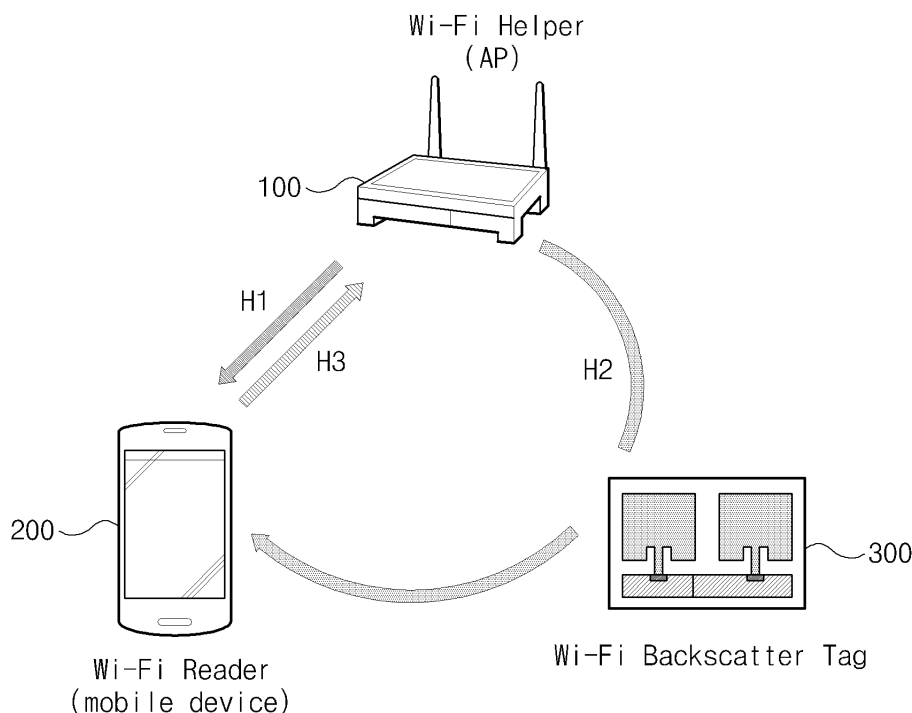
[0081] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

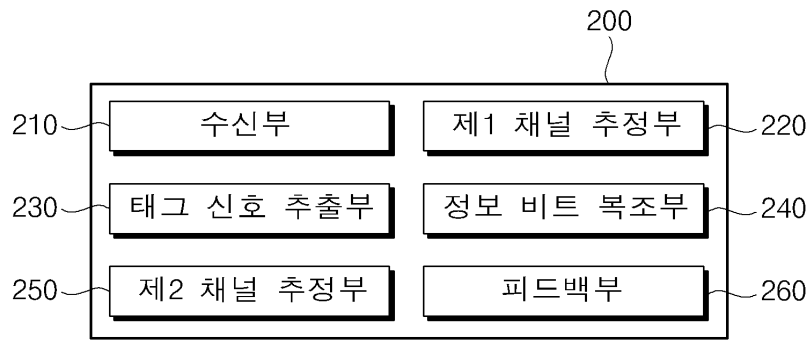
[0082] 100: 액세스 포인트 200: 리더기
210: 수신부 220: 제1 채널 추정부
230: 태그 신호 추출부 240: 정보 비트 복조부
250: 제2 채널 추정부 260: 피드백부
300: 태그

도면

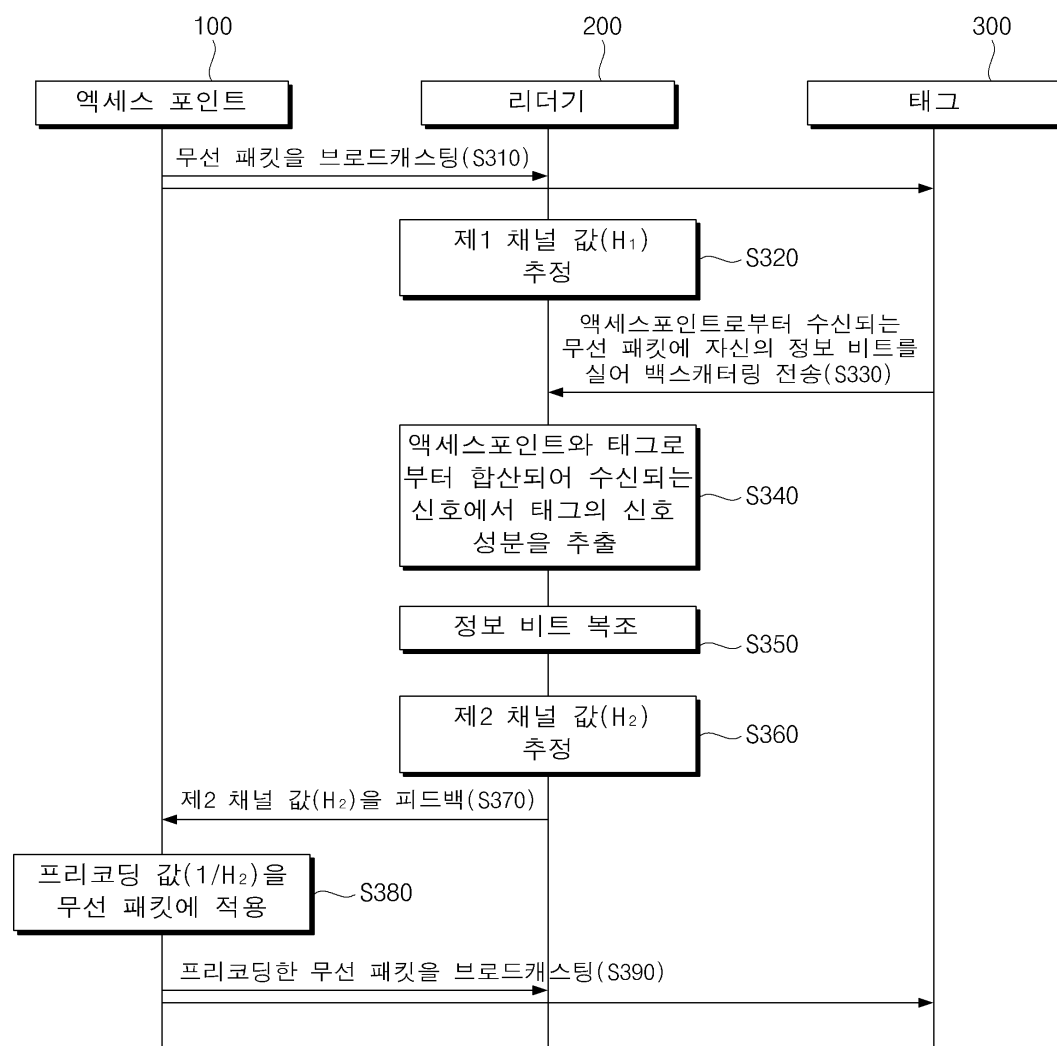
도면1



도면2

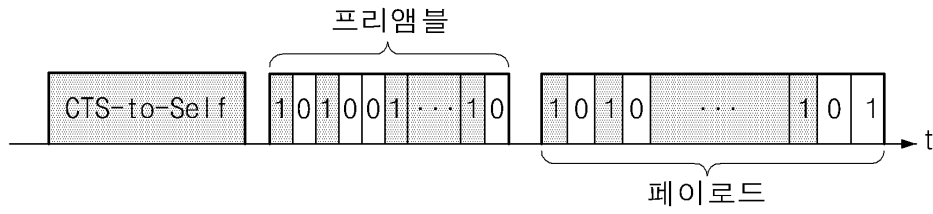


도면3



도면4

<Wi-Fi 백스캐터 패킷 구조>



도면5

