



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월01일
(11) 등록번호 10-1590294
(24) 등록일자 2016년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/22 (2006.01) H04B 7/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H04B 7/22 (2013.01)
H04B 7/0613 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0014141

(22) 출원일자 2015년01월29일
심사청구일자 2015년01월29일

(56) 선행기술조사문헌
KR100853440 B1*
하창빈 외 1명, “Wi-Fi 인프라를 활용한 Backscatter 통신에서의 전송률 향상을 위한 방법,” 한국통신학회 2015년 동계종합학술발표회 논문집, p. 978, (2015.01.23)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

송형규

경기 성남시 분당구 중앙공원로 17, 320동 303호 (서현동, 시범단지한양아파트)

이성주

서울 광진구 독성로35길 32, 308동 1110호 (자양동, 우성3차아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

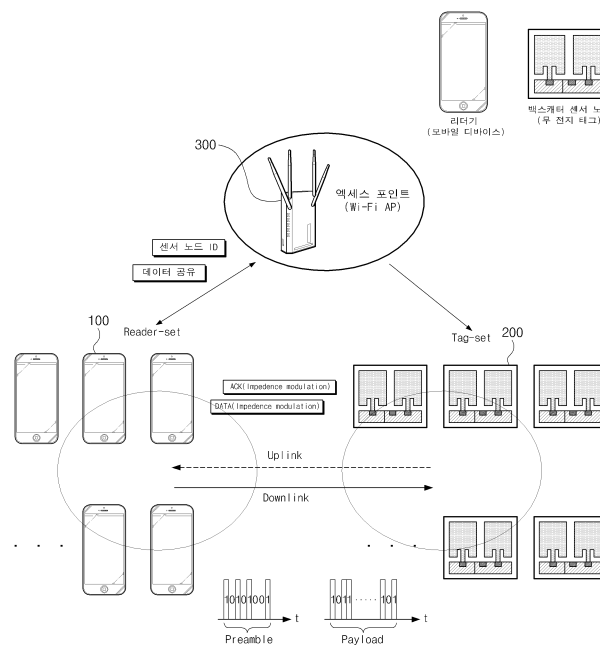
심사관 : 신상길

(54) 발명의 명칭 다중 노드 통신을 위한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 다중 노드 통신 방법

(57) 요약

본 발명은 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 다중 노드 통신 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 복수의 리더기 및 그에 대응하는 복수의 센서 노드를 포함하는 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법에 있어서, 각각의 리더기는 복수의 센서 노드 중 자신과 대응되는 센서 노드의 ID 정보를 액세스 포인트로부터 수신하는 단 (뒷면에 계속)

대표도 - 도3



계와, 각각의 리더기는 수신한 ID 정보에 대응하는 프리앰블 신호를 다중 안테나를 통해 각각 전송하는 단계와, 전송한 프리앰블 신호에 대한 응답 신호를 상기 대응되는 센서 노드로부터 수신하여 대응되는 센서 노드와의 채널을 각각 추정하는 단계와, 대응되는 센서 노드에게 전송할 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 ID 정보를 반영하여 상기 요청 신호를 재구성한 다음 상기 추정한 채널을 고려하여 상기 다중 안테나를 통해 전송하는 단계, 및 대응되는 센서 노드로부터 요청 신호에 대한 답변 신호를 기 할당된 시간 구간에 수신하는 단계를 포함하며, 복수의 센서 노드의 ID 정보는 직교 코드를 가지며 센서 노드 별로 기 할당된 시간 구간이 상이한 다중 노드 통신 방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, 센서 노드의 고유 ID를 사용하여 다중의 리더기와 다중의 센서 노드가 동시에 통신을 수행함에 따라 전송률을 개선하고 다이버시티 이득을 높여서 시스템의 신뢰성을 향상시키는 이점이 있다.

(72) 발명자

하창빈

서울 성북구 장위로26길 11-12, 2층 (장위동)

하동현

서울 광진구 군자로15길 16, 101호 (군자동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 22A20130012291

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 BK21플러스 사업 (미래기반창의인재양성)

연구과제명 [BK21+] 미래 IoT(Internet of Things)

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2014.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 리더기 및 그에 대응하는 복수의 센서 노드를 포함하는 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법에 있어서,

각각의 상기 리더기는 상기 복수의 센서 노드 중 자신과 대응되는 센서 노드의 ID 정보를 액세스 포인트로부터 수신하는 단계;

상기 각각의 리더기는 상기 수신한 ID 정보에 대응하는 프리앰블 신호를 다중 안테나를 통해 각각 전송하는 단계;

상기 전송한 프리앰블 신호에 대한 응답 신호를 상기 대응되는 센서 노드로부터 수신하여 상기 대응되는 센서 노드와의 채널을 각각 추정하는 단계;

상기 대응되는 센서 노드에게 전송할 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 상기 ID 정보를 반영하여 상기 요청 신호를 재구성한 다음 상기 추정한 채널을 고려하여 상기 다중 안테나를 통해 전송하는 단계; 및

상기 대응되는 센서 노드로부터 상기 요청 신호에 대한 답변 신호를 기 할당된 시간 구간에 수신하는 단계를 포함하며,

상기 복수의 센서 노드의 ID 정보는 직교 코드를 가지며 상기 센서 노드 별로 상기 기 할당된 시간 구간이 상이하며,

상기 액세스 포인트는,

상기 센서 노드 별로 상기 답변 신호의 전송을 위한 시간 구간을 달리 스케줄링하고 상기 스케줄링된 시간 구간을 각각의 센서 노드에 할당하며,

상기 각각의 리더기는,

상기 대응되는 센서 노드에 기 할당된 시간 구간을 상기 액세스 포인트로부터 수신하는 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 각각의 리더기는,

상기 대응되는 센서 노드의 ID 정보를 상기 액세스 포인트로부터 동일 시간 구간에 수신하며, 상기 프리앰블 신호를 동일 시간 구간에 전송하고, 상기 응답 신호를 상기 대응되는 센서 노드로부터 동일 시간 구간에 수신하며, 상기 요청 신호를 동일 시간 구간에 전송하는 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 프리앰블 신호를 전송하는 단계 이전에,

상기 각각의 리더기는 상기 대응되는 센서 노드에게 전송할 요청 신호의 정보를 서로 다른 시간 구간에 상기 액세스 포인트에 각각 전송하고 상기 액세스 포인트로부터 피드백 받은 다른 리더기의 요청 신호의 정보를 저장하여 상기 요청 신호를 공유하는 단계를 더 포함하는 다중 노드 통신 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 프리앰블 신호를 전송하는 단계에서,

상기 각각의 리더기는 상기 수신한 ID 정보에 포함된 1의 정보에 대응하여 무선 패킷을 전송하고 0의 정보에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 프리앰블 신호를 전송하는 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,

상기 센서 노드는,

상기 각각의 리더기로부터 전송된 프리앰블 신호가 합산되어 수신되고, 상기 합산되어 수신된 신호에 자신의 ID 정보를 곱한 패턴이 상기 직교 코드에 대응하는 에너지 패턴과 일치하면 상기 리더기와 통신이 시작된 것으로 판단하는 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 요청 신호를 전송하는 단계에서,

상기 각각의 리더기는 상기 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 상기 ID 정보를 구성하는 M개의 정보를 곱셈 연산하는 것을 통해 상기 심볼마다 상기 ID 정보를 반영하여 상기 요청 신호를 재구성하고,

상기 재구성한 요청 신호에 포함된 1의 정보에 대응하여 무선 패킷을 전송하고 0의 정보에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 요청 신호를 전송하는 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법.

청구항 8

액세스 포인트, 복수의 리더기 및 그에 대응하는 복수의 센서 노드를 포함하는 백스캐터 시스템에 있어서,

상기 리더기는,

상기 복수의 센서 노드 중 자신과 대응되는 센서 노드의 ID 정보를 액세스 포인트로부터 수신하는 노드 ID 수신부;

상기 수신한 ID 정보에 대응하는 프리앰블 신호를 다중 안테나를 통해 전송하고 상기 전송한 프리앰블 신호에 대한 응답 신호를 상기 대응되는 센서 노드로부터 수신하는 통신부; 및

상기 수신한 응답 신호로부터 상기 대응되는 센서 노드와의 채널을 추정하는 채널 추정부를 포함하며,

상기 통신부는,

상기 대응되는 센서 노드에게 전송할 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 상기 ID 정보를 반영하여 상기 요청 신호를 재구성한 다음 상기 추정된 채널을 고려하여 상기 다중 안테나를 통해 전송하고, 상기 대응되는 센서 노드로부터 상기 요청 신호에 대한 답변 신호를 기 할당된 시간 구간에 수신하며,

상기 복수의 센서 노드는,

상기 ID 정보가 직교 코드를 가지며 상기 센서 노드 별로 상기 기 할당된 시간 구간이 상이하며,

상기 액세스 포인트는,

상기 센서 노드 별로 상기 답변 신호의 전송을 위한 시간 구간을 달리 스케줄링하고 상기 스케줄링된 시간 구간을 각각의 센서 노드에 할당하며,

각각의 상기 리더기는,

상기 대응되는 센서 노드에 기 할당된 시간 구간을 상기 액세스 포인트로부터 수신하는 백스캐터 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

각각의 상기 리더기는,

상기 대응되는 센서 노드의 ID 정보를 동일 시간 구간에 수신하며, 상기 프리앰블 신호를 동일 시간 구간에 전송하고, 상기 응답 신호를 상기 대응되는 센서 노드로부터 동일 시간 구간에 수신하며, 상기 요청 신호를 동일 시간 구간에 전송하는 백스캐터 시스템.

청구항 10

삭제

청구항 11

청구항 8에 있어서,

각각의 상기 리더기는,

상기 대응되는 센서 노드에게 전송할 요청 신호의 정보를 서로 다른 시간 구간에 상기 액세스 포인트에 각각 전송하고 상기 액세스 포인트로부터 피드백 받은 다른 리더기의 요청 신호의 정보를 저장하여 상기 요청 신호를 공유하는 백스캐터 시스템.

청구항 12

청구항 8에 있어서,

상기 통신부는,

상기 수신한 ID 정보에 포함된 1의 정보에 대응하여 무선 패킷을 전송하고 0의 정보에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 프리앰블 신호를 전송하는 백스캐터 시스템을 이용한 백스캐터 시스템.

청구항 13

청구항 8 또는 청구항 12에 있어서,

상기 센서 노드는,

상기 각각의 리더기로부터 전송된 프리앰블 신호가 합산되어 수신되고, 상기 합산되어 수신된 신호에 자신의 ID 정보를 곱한 패턴이 상기 직교 코드에 대응하는 에너지 패턴과 일치하면 상기 리더기와 통신이 시작된 것으로 판단하는 백스캐터 시스템.

청구항 14

청구항 8에 있어서,

상기 통신부는,

상기 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 상기 ID 정보를 구성하는 M개의 정보를 곱셈 연산하는 것을 통해 상기 심볼마다 상기 ID 정보를 반영하여 상기 요청 신호를 재구성하고,

상기 재구성한 요청 신호에 포함된 1의 정보에 대응하여 무선 패킷을 전송하고 0의 정보에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 요청 신호를 전송하는 백스캐터 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 다중 노드 통신을 위한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 다중 노드 통신 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 복수의 리더기와 복수의 센서 노드 간에 다중 통신을 지원할 수 있는 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 다중 노드 통신 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 모든 사물에 인터넷을 연결하는 사물 인터넷, 즉 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 감지하고 사용자의 요청에 대해 반응하도록 한다.
- [0003] IOT 기술을 실현시키기 위해 요구되는 것으로는 지능형 인터페이스 및 통신 프로토콜의 구현, 그리고 모든 사물에 지능형 인터페이스를 제공하는 것 등이 있다. 그러나 모든 사물에 최신 스마트폰 등에서 사용되는 LTE(Long Term Evolution), 와이파이(Wi-Fi) 프로토콜 등을 지원할 수는 없으며, 무선 통신에 필요한 전력을 주기적으로 배터리를 통해 지원할 수도 없다.
- [0004] IOT 기술은 상기 내용과 같이 모든 사물에 네트워크 접속을 가능하게 하는 기술이다. 이 IOT 기술에 적합한 통신 프로토콜로서 Wi-Fi 시스템이 있다. 사회 곳곳에는 이미 Wi-Fi 액세스포인트(Wi-Fi AP)가 설치되어 있는데 이를 이용하면 Wi-Fi 커버리지 내에 있는 통신 기기에 통신을 지원할 수 있다.
- [0005] IOT 기술을 실현시키기 위한 요구 사항 중에서 배터리를 사용하지 않는 무선 통신을 위한 기술로서 백스캐터(backscatter) 기술이 있다. 백스캐터 기술은 주변의 RF 신호를 수집하여 전력을 획득하는 기술이다. Wi-Fi와 백스캐터 기술을 접목시킨 시스템을 Wi-Fi 백스캐터 시스템이라 부른다.
- [0006] 도 1은 기존의 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1의 시스템에서의 통신 절차를 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, Wi-Fi 백스캐터 시스템은 Wi-Fi 리더(Wi-Fi reader)(10), 태그(센서 노드)(20), 그리고 Wi-Fi 헬퍼(Wi-Fi Helper)(30)를 포함한다. Wi-Fi 리더(10)는 휴대폰 등과 같은 모바일 디바이스를 나타내고, 태그(20)는 무전력 센서 노드를 나타내고, Wi-Fi 헬퍼(30)는 Wi-Fi 무선 공유기(AP:Access Point)를 나타낸다.
- [0007] 도 1 및 도 2를 참조하면, Wi-Fi 백스캐터 시스템에서 특정한 Wi-Fi 리더(10)가 와이파이 채널을 점유하면, 이 Wi-Fi 리더(10)는 간섭 신호가 되는 다른 Wi-Fi 리더의 신호가 전송되는 것을 막기 위하여 CTS_to_SELF 패킷을 다른 와이파이 리더들에게 보낸다. 이에 따라 다른 와이파이 리더의 신호가 전송되는 것을 일정 시간 동안 차단할 수 있다. CTS_to_SELF 패킷을 전송한 와이파이 리더(10)는 통신의 시작을 태그(20)에게 알리기 위해, 와이파이 리더(10) 및 태그(20)가 사전에 알고 있는 프리앰블(preamble) 신호를 보내게 된다. 여기서, 와이파이 리더(10)는 Wi-Fi 프로토콜을 이용하여 신호를 전송할 수 있지만, 태그(20)는 Wi-Fi 프로토콜을 이용할 수 없기 때문에, Wi-Fi 리더(10)는 '1'을 보낼 때는 Wi-Fi 패킷을 전송하고 '0'을 보낼 때는 Wi-Fi 패킷을 전송하지 않는 방법으로 태그(20)에게 프리앰블 신호를 보내게 된다.
- [0008] 태그(20)는 수신받은 신호의 전력에 대한 진폭 차를 이용하여 프리앰블이 전송된 사실을 확인하고 이로부터 통신이 시작된 것을 판단한다. 태그(20)는 통신이 시작됨을 판단한 뒤, Wi-Fi 리더(10)에게 응답 신호(ACK; Acknowledgment Code)를 전송한다. 태그(20)는 수신한 프리앰블 신호에 대한 응답 신호를 전송한다. 이 응답 신호는 안테나의 반사 계수를 변조하는 가변 임피던스를 이용한 것이다. 태그(20)가 RF 신호를 수집하여 얻을 수 있는 전력은 한정적이기 때문에, 태그(20)는 자체적으로 신호를 발생시키지 못하고 안테나의 반사 계수를 변조하는 가변 임피던스를 RF 신호에 적용하여 RF 신호를 반사시킨다. 즉, '1'을 보낼 때는 반사량을 크게 하고 '0'을 보낼 때는 반사량을 적게 하여 RF 신호를 반사시킴으로써 신호를 전송한다.
- [0009] Wi-Fi 리더(10) 또한 태그(20)로부터 수신한 신호의 전력에 대한 진폭 차를 이용하여 응답 신호(ACK)를 확인하고 응답 신호를 통해 리더(10)와 태그(20) 사이의 채널을 추정한다. Wi-Fi 리더(10)가 태그(20)에게 실질적인 정보(payload)를 보낼 때에는 프리앰블 신호를 보낼 때와 동일한 방법으로 '0'을 보낼 때는 Wi-Fi 패킷을 전송하지 않고 '1'을 보낼 때는 Wi-Fi 패킷을 전송하는 방식을 사용한다. 태그(20)는 Wi-Fi 리더(10)가 보낸 신호의 전력에 대한 진폭의 차이를 이용하여 Wi-Fi 리더(10)가 보낸 신호를 확인하고 그 응답 신호를 임피던스 변조를 통해 Wi-Fi 리더(10)에게 반사시킨다. Wi-Fi 리더(10)는 앞서 추정된 채널을 이용하여 수신된 신호가 겪은 채널을 보상하고, 신호의 진폭 차를 이용하여 태그(20)가 보낸 신호를 확인하는 것으로 통신은 종료된다.
- [0010] 이와 같은 기존의 Wi-Fi 백스캐터 시스템에서 리더(10)는 태그(20)에게 '0'과 '1'의 신호를 전달하기 위해 Wi-Fi 패킷을 보내지 않거나 보내는 방식을 사용한다. 이에 따라, 하나의 패킷당 1 bit의 데이터만을 전송하기 때문에 다른 무선 통신 시스템에 비해 매우 낮은 전송률을 가진다. 또한 태그(20)는 저전력을 사용해야 하므로 신호를 자체적으로 발생시켜 전송하지 못하고 RF 신호를 반사시켜서 정보를 전달하기 때문에 통신의 신뢰성이 떨어지는 문제점을 가진다.

[0011] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제0825362호(2008.04.28 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은, 전송률을 향상시키고 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 다중 노드 통신을 위한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 다중 노드 통신 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은, 복수의 리더기 및 그에 대응하는 복수의 센서 노드를 포함하는 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법에 있어서, 각각의 상기 리더기는 상기 복수의 센서 노드 중 자신과 대응되는 센서 노드의 ID 정보를 액세스 포인트로부터 수신하는 단계와, 상기 각각의 리더기는 상기 수신한 ID 정보에 대응하는 프리앰블 신호를 다중 안테나를 통해 각각 전송하는 단계와, 상기 전송한 프리앰블 신호에 대한 응답 신호를 상기 대응되는 센서 노드로부터 수신하여 상기 대응되는 센서 노드와의 채널을 각각 추정하는 단계와, 상기 대응되는 센서 노드에게 전송할 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 상기 ID 정보를 반영하여 상기 요청 신호를 재구성한 다음 상기 추정한 채널을 고려하여 상기 다중 안테나를 통해 전송하는 단계, 및 상기 대응되는 센서 노드로부터 상기 요청 신호에 대한 답변 신호를 기 할당된 시간 구간에 수신하는 단계를 포함하며, 상기 복수의 센서 노드의 ID 정보는 직교 코드를 가지며 상기 센서 노드 별로 상기 기 할당된 시간 구간이 상이한 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법을 제공한다.

[0014] 여기서, 상기 각각의 단말기는, 상기 대응되는 센서 노드의 ID 정보를 상기 액세스 포인트로부터 동일 시간 구간에 수신하며, 상기 프리앰블 신호를 동일 시간 구간에 전송하고, 상기 응답 신호를 상기 대응되는 센서 노드로부터 동일 시간 구간에 수신하며, 상기 요청 신호를 동일 시간 구간에 전송할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 액세스 포인트는, 상기 센서 노드 별로 상기 답변 신호의 전송을 위한 시간 구간을 달리 스케줄링하고 상기 스케줄링된 시간 구간을 각각의 센서 노드에 할당하며, 상기 다중 노드 통신 방법은, 상기 각각의 리더기가 상기 대응되는 센서 노드에 기 할당된 시간 구간을 상기 액세스 포인트로부터 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 다중 노드 통신 방법은, 상기 프리앰블 신호를 전송하는 단계 이전에, 상기 각각의 리더기가 상기 대응되는 센서 노드에게 전송할 요청 신호의 정보를 서로 다른 시간 구간에 상기 액세스 포인트에 각각 전송하고 상기 액세스 포인트로부터 피드백 받은 다른 리더기의 요청 신호의 정보를 저장하여 상기 요청 신호를 공유하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 프리앰블 신호를 전송하는 단계에서, 상기 각각의 리더기는 상기 수신한 ID 정보에 포함된 1의 정보에 대응하여 무선 패킷을 전송하고 0의 정보에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 프리앰블 신호를 전송할 수 있다.

[0018] 여기서, 상기 센서 노드는, 상기 각각의 리더기로부터 전송된 프리앰블 신호가 합산되어 수신되고, 상기 합산되어 수신된 신호에 자신의 ID 정보를 곱한 패턴이 상기 직교 코드에 대응하는 에너지 패턴과 일치하면 상기 리더기와 통신이 시작된 것으로 판단할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 요청 신호를 전송하는 단계에서, 상기 각각의 리더기는 상기 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 상기 ID 정보를 구성하는 M개의 정보를 곱셈 연산하는 것을 통해 상기 심볼마다 상기 ID 정보를 반영하여 상기 요청 신호를 재구성하고, 상기 재구성한 요청 신호에 포함된 1의 정보에 대응하여 무선 패킷을 전송하고 0의 정보에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 요청 신호를 전송할 수 있다.

[0020] 그리고, 본 발명은 액세스 포인트, 복수의 리더기 및 그에 대응하는 복수의 센서 노드를 포함하는 백스캐터 시스템에 있어서, 상기 리더기는, 상기 복수의 센서 노드 중 자신과 대응되는 센서 노드의 ID 정보를 액세스 포인트로부터 수신하는 노드 ID 수신부와, 상기 수신한 ID 정보에 대응하는 프리앰블 신호를 다중 안테나를 통해 전송하고 상기 전송한 프리앰블 신호에 대한 응답 신호를 상기 대응되는 센서 노드로부터 수신하는 통신부, 및 상기 수신한 응답 신호로부터 상기 대응되는 센서 노드와의 채널을 추정하는 채널 추정부를 포함하며, 상기 통신부는, 상기 대응되는 센서 노드에게 전송할 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 상기 ID 정보를 반영하여 상기 요청 신호를 재구성한 다음 상기 추정한 채널을 고려하여 상기 다중 안테나를 통해 전송하고, 상기 대응되는 센서 노드로부터 상기 요청 신호에 대한 답변 신호를 기 할당된 시간 구간에 수신하며, 상기 복수의 센서 노

드는, 상기 ID 정보가 직교 코드를 가지며 상기 센서 노드 별로 상기 기 할당된 시간 구간이 상이한 백스캐터 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0021]

본 발명에 따른 다중 노드 통신을 위한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 다중 노드 통신 방법에 따르면, 센서 노드의 고유 ID를 사용하여 다중의 리더기와 다중의 센서 노드가 동시에 통신을 수행함에 따라 전송률을 개선하고 다이버시티 이득을 높여서 시스템의 신뢰성을 향상시키는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0022]

도 1은 기존의 백스캐터 시스템을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1의 시스템에서의 통신 절차를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 도 3에 도시된 리더기를 구체적으로 나타낸 도면이다.

도 5는 도 3에 도시된 복수의 리더기와 복수의 센서 노드 간의 다중 노드 통신 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 6은 도 5에 대응되는 통신 절차를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에서 액세스 포인트의 커버리지 내의 직교 코드의 세트를 나타낸 예시도이다.

도 8은 도 7에서와 다른 액세스 포인트의 커버리지 내의 직교 코드를 도 7의 Y 신호에 곱한 결과를 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예에서 센서 노드가 리더기에게 프리앰블에 대한 응답 신호를 전송하는 과정을 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시예에서 리더기가 센서 노드로 전송하는 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼들을 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템과 기존의 백스캐터 시스템에서 사용되는 컨트롤 프레임 구조를 각각 나타낸 도면이다.

도 12는 본 발명의 실시예와 기존의 시스템 간의 성능 차이를 비교하기 위한 시뮬레이션에서 사용된 네트워크 성능 분석 파라미터이다.

도 13은 기존 백스캐터 시스템과 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템의 데이터 전송량에 따른 전송률을 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023]

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

[0024]

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템의 구성을 나타낸 도면이다. 도 3을 참조하면, 백스캐터 시스템은 센서 노드(200), 리더기(100), 액세스 포인트(300)를 포함한다.

[0025]

우선, 액세스 포인트(300)(Access Point; AP)는 일반적인 무선 공유기에 해당될 수 있으며, 주변 기기에 와이파이 패킷을 무선 데이터로 전송할 수 있다.

[0026]

본 발명의 실시예에서 무선 인터넷이란 통상의 Wi-Fi에 해당될 수 있으며, 이 경우 액세스 포인트(300)는 Wi-Fi 헬퍼(Helpler)로 사용되는 Wi-Fi 무선 공유기(Wi-Fi AP)를 의미할 수 있다. 물론, 무선 인터넷은 반드시 Wi-Fi 개념으로 한정되지 않는다. 이하의 본 발명의 실시예에서는 설명의 편의를 위해 Wi-Fi를 대표적인 예시로 하여 설명한다.

[0027]

리더기(100)는 통상의 휴대폰, 스마트폰, 스마트패드, 노트북 등과 같이 무선 인터넷 기능(Wi-Fi 기능)이 내장된 사용자 단말에 해당될 수 있다. 센서 노드(200)는 태그 형태로 구현될 수 있다. 이러한 센서 노드(200)는 RFID 태그 등과 같이 별도의 전원 공급 장치(배터리)가 존재하지 않는 무전지의 수동형 태그를 의미할 수

있다.

- [0028] 리더기(100)는 센서 노드(200)에게 하향 링크(Down Link)를 통해 정보를 요청하며, 센서 노드(200)는 그에 대한 응답을 상향 링크(Up-Link)를 통해 리더기(100)로 전송하게 된다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템은 복수의 리더기(100)와 그에 대응하는 복수의 센서 노드(200) 간의 다중 통신을 지원하며 아래와 같은 전체 조건을 가진다. 첫 번째로 리더기(100)가 N개의 다중 안테나를 가질 때 N개의 리더기(100)와 N개의 센서 노드(200)는 동시에 통신을 수행한다. 두 번째로 액세스 포인트(300)의 커버리지 내에 있는 센서 노드(200)들은 서로 직교하는 코드를 자신의 고유한 ID 정보로 각각 사용한다. 마지막으로 리더기(100)는 이동성을 가지며 센서 노드(200)는 액세스 포인트(300)의 커버리지 내에서 이동성을 가지지 않는다.
- [0030] 도 4는 도 3에 도시된 리더기를 구체적으로 나타낸 도면이다. 도 4를 참조하면 상기 리더기(100)는 노드 ID 수신부(110), 통신부(120), 채널 추정부(130), 저장부(140)를 포함한다.
- [0031] 노드 ID 수신부(110)는 복수의 센서 노드(200) 중 자신의 리더기(100)에 대응되는 센서 노드(200)의 ID 정보를 액세스 포인트(300)로부터 수신하는 부분이다.
- [0032] 통신부(120)는 수신한 ID 정보에 대응하는 프리앰블 신호를 복수의 안테나 즉, 다중 안테나를 통해 전송하고 상기 전송한 프리앰블 신호에 대한 응답 신호를 상기 대응되는 센서 노드(200)로부터 수신한다.
- [0033] 채널 추정부(130)는 수신한 응답 신호로부터 상기 리더기(100) 및 이와 대응되는 센서 노드(200) 간의 채널 상태를 추정한다. 채널 추정은 기 공지된 방법을 사용할 수 있다.
- [0034] 통신부(120)는 이와 같이 추정된 채널을 고려하여 상기 대응되는 센서 노드(200)에게 요청 신호를 다중 안테나를 통해 전송할 수 있고 그 답변 신호 또한 수신할 수 있다.
- [0035] 구체적으로, 상기 통신부(120)는 상기 대응되는 센서 노드(200)에게 전송할 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 상기 ID 정보를 반영하여 요청 신호를 재구성하고, 이 재구성된 요청 신호를 상기 추정한 채널을 고려하여 다중 안테나를 통해 전송한다.
- [0036] 또한 통신부(120)는 상기 대응되는 센서 노드(200)로부터 상기 요청 신호에 대한 답변 신호를 기 할당된 시간 구간에 수신한다. 본 실시예의 경우, 센서 노드(200) 별로 상기 기 할당된 시간 구간이 상이하기 때문에, 각각의 리더기(100)는 그에 대응하는 각각의 센서 노드(200)로부터 답변 신호를 수신할 때 동일한 시간 구간에 수신하지 않고 서로 상이한 시간 구간에 수신하게 된다. 이에 대해서는 추후 상세히 설명할 것이다.
- [0037] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템을 이용한 다중 노드 통신 방법에 관하여 더욱 상세히 설명한다. 본 발명의 실시예는 액세스 포인트(300)의 커버리지 내에 존재하는 N개의 리더기(100)와 N개의 센서 노드(200) 사이에 다중 통신을 지원한다.
- [0038] 도 5는 도 3에 도시된 복수의 리더기와 복수의 센서 노드 간의 다중 노드 통신 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 6은 도 5에 대응되는 통신 절차를 나타낸 도면이다.
- [0039] 먼저, 리더기(100)와 센서 노드(200) 간의 실질적인 통신이 이루어지기 전에, 액세스 포인트(300)는 자신의 커버리지 내에 있는 각각의 리더기(100)에게 그에 대응하는 각각의 센서 노드(200)의 ID 정보(tagID)를 Wi-Fi 프로토콜을 통해 전송한다. ID 정보는 0와 1의 정보가 조합된 신호에 해당될 수 있다. 각각의 리더기(100)는 자신과 대응되는 센서 노드(200)의 ID 정보를 액세스 포인트(300)로부터 수신하고 이를 저장부(140)에 저장한다(S510).
- [0040] 본 발명의 실시예에서 각 센서 노드(200)의 ID 정보는 서로 간섭되지 않는 직교 코드의 특성을 가지기 때문에, 액세스 포인트(300)는 각각의 리더기(100)에게 각각의 ID 정보를 동일한 시간 구간(동일 타임 슬롯)에 한번에 전송하게 된다. 이러한 과정을 통해 어떠한 리더기(100)가 어떠한 센서 노드(200)에게 정보를 전송할 것인지가 결정된다.
- [0041] 다음, 각각의 리더기(100)는 자신과 대응되는 센서 노드(200)에 기 할당된 시간 구간을 상기 액세스 포인트(300)로부터 각각 수신하고 이를 저장부(140)에 저장한다(S520).
- [0042] 이러한 S520 단계는 추후 S570 단계에서 각 센서 노드(200)가 각 리더기(100)에게 요청 신호에 대한 답변 신호를 전송할 때에 사용하는 타임 슬롯(time slot) 정보를 각 리더기(100)에 사전에 알려주기 위한 것이다. 물론,

이를 위해 액세스 포인트(300)는 센서 노드(200) 별로 답변 신호의 전송을 위한 시간 구간을 서로 달리 스케줄링하여 각 센서 노드(200)에 할당하는 과정을 수반할 수 있다.

[0043] 각각의 리더기(100)는 상기와 같이 시간 구간을 사전에 제공받음에 따라, 추후 해당 시간 구간에 수신되는 신호를 센서 노드(200)로부터 전송된 답변 신호로 인지할 수 있다.

[0044] 이러한 S520 단계 이후, 리더기(100)는 통신의 개시를 알리는 프리앰블 신호를 자신과 대응되는 센서 노드(200)에게 전송할 수 있으며 또한 실제 전송할 신호인 요청 신호(payload)를 자신과 대응되는 센서 노드(200)에게 전송할 수 있다.

[0045] 여기서 본 실시예는 프리앰블 신호를 전송하기 이전에 각 리더기(100) 간에 자신이 전송할 요청 신호를 공유하는 과정을 포함할 수 있다. 즉, 각각의 리더기(100)는 자신과 대응되는 센서 노드(200)에게 전송할 요청 신호의 정보를 각각 서로 다른 시간 구간에 액세스 포인트(300)에 전송하고 다시 액세스 포인트(300)로부터 피드백 받은 다른 리더기(100)의 요청 신호의 정보를 저장하는 방법으로 상호 간의 요청 신호를 공유(Data Sharing)할 수 있다(S530). 물론 이러한 요청 신호의 공유 과정은 반드시 필수적인 것은 아니다.

[0046] 그런 다음, 각각의 리더기(100)는 S510 단계에서 수신한 ID 정보에 대응하는 프리앰블 신호를 다중 안테나를 통해 각각 전송한다(S540). 프리앰블 신호의 전송은 각 리더기(100)의 통신부(120)에서 수행한다. 이러한 프리앰블 신호의 전송은 각 리더기(100)에서 동시에 수행한다.

[0047] 각 센서 노드(200)의 ID 정보 들은 상호 간에 간섭되지 않는 직교 코드이기 때문에, 각각의 리더기(100)는 수신한 ID 정보에 대응하는 프리앰블 신호를 각각 동일한 시간 구간에 전송한다. 이러한 직교 코드는 일반적으로 아래의 수학식 1을 만족해야 한다.

수학식 1

$$\sum_{i=1}^L C_i^a C_i^b = 0, a \neq b$$

[0048]

[0049] 여기서, L은 코드의 길이로서 상기 ID 정보를 구성하는 정보의 개수, i는 코드(ID)를 구성하는 정보의 인덱스, a와 b는 서로 다른 코드를 나타낸다. 예를 들어 C_i^a 란 코드 a의 i번째 정보를 나타내고, C_i^b 란 코드 b의 i번째 정보를 나타낸다.

[0050] 도 7은 본 발명의 실시예에서 액세스 포인트의 커버리지 내의 직교 코드의 세트를 나타낸 예시도이다. 도 7은 센서 노드(200)가 총 4개(N=4)이고, 4개의 각 센서 노드(200) ID(코드)는 1 또는 0의 정보를 포함하는 8개의 정보로 구성된 예이다. 4개의 각 센서 노드(200)의 ID는 4개의 코드 즉, C^1 , C^2 , C^3 , C^4 로 표현되어 있다. 예를 들어, $C^1=[11111111]$ 이다. 도 7에서 각 ID를 구성하는 '1'과 '0'의 정보는 각각 '1'과 '-1'로 나타내어져 있다.

[0051] 각각의 리더기(100)는 자신이 수신한 ID에 대응하는 프리앰블 신호를 동시에 전송한다. 예를 들어 리더기 1은 센서 노드 1의 ID에 대응하는 코드(C^1)를, 리더기 2는 센서 노드 2의 ID에 대응하는 코드(C^2)를, 리더기 3은 센서 노드 3의 ID에 대응하는 코드(C^3)를, 리더기 4는 센서 노드 4의 ID에 대응하는 코드(C^4)를 각각의 프리앰블 신호로 전송한다.

[0052] 이와 같이 전송된 4개의 프리앰블 신호는 채널을 통과하면서 합산되어 각 센서 노드(200)에 수신된다. 합산된 신호는 도 7에서 Y 신호로 나타내고 있다.

[0053] 도 7에서 에너지 패턴은 Y와 C의 곱을 의미하는 것으로서, $C^1 \sim C^4$ 가 직교 코드이기 때문에 $C^1 \sim C^4$ 중 어느 한 코드를 Y에 곱하여도 도 7과 동일한 에너지 패턴을 보이게 된다($Y \times C^1 = Y \times C^2 = Y \times C^3 = Y \times C^4$).

[0054] 이와 같이, 센서 노드(200)에는 각각의 리더기(100)로부터 전송된 프리앰블 신호가 합산되어 수신되는데, 이 합산되어 수신된 신호에 자신의 ID 정보를 곱한 패턴이 상기 직교 코드에 대응하는 에너지 패턴과 일치하는 경우 센서 노드(200)는 리더기(100)와 통신이 시작된 것으로 판단하게 된다. 다시 말해서, 센서 노드(200)는 S540 단

계에서 수신한 신호에 자신의 ID 정보를 곱한 결과가 사전에 자신에게 할당된 직교 코드에 대응하는 에너지 패턴을 가지면 통신이 시작된 것으로 판단한다.

- [0055] 도 8은 도 7에서와 다른 액세스 포인트의 커버리지 내의 직교 코드를 도 7의 Y 신호에 곱한 결과를 나타낸 도면이다. 도 7이 액세스 포인트 1의 커버리지 내의 직교 코드 세트를 도시한 것이라면, 도 8은 액세스 포인트 2의 커버리지 내의 코드를 도 7의 Y 신호에 곱한 에너지 패턴의 결과를 나타낸다. 도 8에 도시된 코드는 도 7의 코드들과는 직교하지 않는 코드이다. 따라서, 도 8의 경우 에너지 패턴이 도 7의 결과와 상이하기 때문에, 도 8에 나타난 코드를 가지는 센서 노드는 통신이 시작되지 않았다고 판단할 수 있다.
- [0056] 한편, 프리앰블 신호를 전송하는 S540 단계에서, 각각의 리더기(100)는 상기 수신한 ID에 포함된 1의 정보에 대응하여 무선 패킷을 전송하고, 0의 정보에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 프리앰블 신호를 전송한다. 이에 따르면, 센서 노드(200)가 시간 흐름에 따라 수신되는 무선 패킷들의 전력 크기만으로 프리앰블 신호가 수신된 것을 인지할 수 있게 한다.
- [0057] 프리앰블 신호의 전송 이후, 각각의 리더기(100)는 상기 전송한 프리앰블 신호에 대한 응답 신호(ACK)를 상기 대응되는 센서 노드(200)로부터 상기 대응되는 센서 노드(200)와의 채널을 각각 추정한다(S550).
- [0058] 이때 각각의 리더기(100)는 상기 응답 신호를 동일 시간 구간에 수신하게 되는데, 응답 신호 역시 직교 코드의 특성을 가지므로 각 센서 노드(200)에서 동시에 전송되더라도 서로 간섭이 발생하지 않는다.
- [0059] 도 9는 본 발명의 실시예에서 센서 노드가 리더기에게 프리앰블에 대한 응답 신호를 전송하는 과정을 나타낸 도면이다. 우선, 센서 노드(200)는 액세스 포인트(300)로부터 수신한 신호 Z에 자신의 ID 정보를 구성하는 각 정보를 곱셈 연산한다. 그리고 이 곱셈 연산된 정보 별로 임피던스를 조절(안테나의 반사량을 조절)하여 리더기(100)에게 전송한다. 이때, 정보 1에 대해서는 반사량을 크게 하고 0에 대해서는 반사량을 작게 하여 반사 신호 X를 응답 신호로 전송한다. 이와 같은 과정은 모든 센서 노드(200)에서 동시에 수행된다.
- [0060] 이 응답 신호 X에는 노드(200)와 리더기(100) 사이의 채널 h가 시간 축에서 컨볼루션 연산 처리된다. 리더기(100)는 채널과 컨볼루션 연산 처리된 응답 신호 T로부터 채널을 직접 추정하기 어려우므로 이 응답신호 T를 푸리에 변환(Fourier transform)하여 주파수 축의 신호 F로 변환하고, 변환된 신호 F와 센서 노드(200)의 ID를 구성하는 각 정보를 곱셈 처리하여 주파수 축에서 채널을 추정한다. 그리고 추정된 주파수 축 채널에 대해 역 푸리에 변환(inverse Fourier transform)을 하여 시간 축의 채널을 추정한다.
- [0061] 이와 같이 각각의 리더기(100)는 센서 노드(200)로부터 전송받은 응답 신호를 통해 자신과 대응되는 센서 노드(200)와의 채널을 추정한 다음, 자신과 대응되는 센서 노드(200)에게 실질적으로 요구하는 정보인 요청 신호(payload)를 신호화하여 전송한다.
- [0062] 이때, 각각의 리더기(100)는 자신과 대응되는 센서 노드(200)에게 전송할 요청 신호를 각각 동일 시간 구간에 전송하되, 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 ID 정보를 반영하여 요청 신호를 재구성한 다음, 이 재구성된 요청 신호에 상기 추정한 채널을 고려한 프리코딩을 적용하여 자신의 다중 안테나를 통해 전송한다(S560).
- [0063] 각각의 리더기(100)는 N개의 안테나를 통해, 사전에 공유한 요청 신호를 N개의 센서 노드(200)에게 각각 보낸다. 여기서, 각 리더기(100)의 신호가 채널을 통해 센서 노드(200)에게 도달했을 때, 채널과 프리코딩이 서로 상쇄되어 채널은 보상되며, 서로 다른 안테나를 통해 서로 다른 채널을 겪고 신호가 들어오기 때문에, 수신 받는 신호의 크기가 증가하는 효과가 있다. 더욱이, 다중 안테나를 사용할 경우 서로 다른 안테나에서 전송된 신호가 모두 나쁜 채널을 겪을 확률은 상대적으로 낮아지기 때문에 다이버시티 이득을 얻어 통신의 신뢰성을 향상시킨다.
- [0064] 한편, S560 단계에서 리더기(100)가 센서 노드(200)에게 요구하는 요청 신호는 ID와 같은 고유한 신호가 아니라 요구하는 정보에 따라 다른 신호가 될 수 있고 패킷의 길이 또한 달라질 수 있다.
- [0065] 따라서 본 발명의 실시예는 요청 신호의 전송 시에 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 ID 정보(상세하게는, ID를 구성하는 8개의 정보)를 곱셈 연산하여 신호를 분리하고 세분화하는 과정을 거친다.
- [0066] 도 10은 본 발명의 실시예에서 리더기가 센서 노드로 전송하는 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼들을 나타낸 도면이다.
- [0067] 도 10을 참조하면, 리더기(100)가 전송할 요청 신호는 다수의 패킷(R1, R2, R3, ...)으로 구성되며, 패킷 하나당 다수의 심볼(S1, S2, ..., Sn)로 구성된다. 도 10은 R1 패킷에 대해 예시한 것이다.

- [0068] 이때, 리더기(100)는 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼(S1, S2, ..., Sn)마다 자신이 수신한 ID 정보를 곱셈 연산한다. 즉, 앞서와 같이 ID 정보가 1 또는 0의 정보를 포함하는 M(=8)개의 정보로 구성된 경우라면, 상기 심볼마다 상기 ID 정보를 구성하는 M(=8)개의 정보를 곱셈 연산한다.
- [0069] 예를 들어, 도 10에서 심볼 S1을 상기 8개의 정보와 곱셈 연산하여 세분화하고, 심볼 S2를 8개의 정보와 곱셈 연산하여 세분화하고, ..., 심볼 Sn을 상기 8개의 정보와 곱셈 연산하여 세분화한다. 여기서 물론 패킷당 심볼의 개수는 ID의 정보를 구성하는 정보의 개수 M과는 무관한 요소이다.
- [0070] 이와 같이, 리더기(100)는 상기 요청 신호의 각 패킷을 구성하는 심볼마다 상기 ID 정보를 구성하는 M개의 정보를 곱셈 연산하는 것을 통해 상기 심볼마다 상기 ID 정보를 반영하여 요청 신호를 재구성한다.
- [0071] 그런 다음, 리더기(100)는 상기 재구성한 요청 신호에 포함된 1의 정보에 대응하여 무선 패킷을 전송하고, 0의 정보에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 요청 신호를 전송하면 된다.
- [0072] 여기서, 각각의 리더기(100)가 그에 대응하는 센서 노드(200)에게 전송하는 요청 신호는 동일 시간 구간에 동시에 전송하지만, 그 답변 신호는 앞서의 프리앰블의 통신 절차와는 달리 동시에 보낼 수 없으며 그 이유는 다음과 같다.
- [0073] 센서 노드(200)는 자체적으로 신호를 발생시킬 수 없기 때문에 수신한 RF 신호를 임피던스 변조하여 반사시켜 전송하게 되는데, 센서 노드(200)가 자신의 ID와 같은 고유 신호를 보내는 것이 아닌, 리더기(100)의 요청 정보에 대한 답변 정보를 신호화하여 보낼 경우에는 RF 신호를 답변 신호에 대응하여 임피던스 변조하여 리더기(100)에 전송해야 하며, 답변 신호에 대응하는 임피던스 변조와 센서 노드의 ID에 대응하는 임피던스 변조는 동시에 수행할 수 없다.
- [0074] 따라서 각 센서 노드(200)들은 사전에 할당받은 타임 슬롯을 이용하여 시간을 나누어서 응답 신호를 전송한다. 각각의 리더기(100)는 자신과 대응되는 센서 노드(200)로부터 요청 신호에 대한 답변 신호를 사전에 기 할당된 시간 구간에 수신하고 이를 인지한다(S570).
- [0075] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템과 기존의 백스캐터 시스템에서 사용되는 컨트롤 프레임 구조를 각각 나타낸 도면이다. 도 11의 (a)는 종래의 경우를 나타내고, (b)와 (c)는 본 발명의 실시예의 경우를 나타낸다. 종래에는 CTS_to_SELF 신호를 이용하지만 본 실시예는 이를 사용하지 않으며, 도 11의 (b),(c)와 같이 센서 노드의 ID 정보와 시간 구간(타임 슬롯) 정보를 포함하고 있다.
- [0076] 도 12는 본 발명의 실시예와 기존의 시스템 간의 성능 차이를 비교하기 위한 시뮬레이션에서 사용된 네트워크 성능 분석 파라미터이다.
- [0077] 프리앰블 신호는 16개의 패킷으로 구성이 되고, 복수의 리더기(100)를 나타내는 리더 세트(reader-set)의 요구 신호는 64개의 패킷으로 구성되며, 복수의 센서 노드(200)를 나타내는 태그 세트(tag-set)의 응답 신호는 A개의 패킷으로 구성되는 것으로 가정한다. 마지막으로 Wi-Fi 백스캐터 통신의 목적은 Wi-Fi 리더기(100)가 센서 노드(200)로부터 응답 신호를 얻는 것이 목적이므로 센서 노드(200)로부터의 응답 신호만을 시스템에서의 데이터 전송량으로 규정한다.
- [0078] 기존 Wi-Fi 백스캐터 시스템의 전송률은 도 2를 고려하여 계산할 수 있고, 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템의 전송률은 도 6을 고려하여 계산할 수 있다. 수학식 2는 도 2와 같은 기존의 백스캐터 시스템의 전송 과정을 고려한 전송률 계산식을 나타낸다.

수학식 2

$$\text{전송률} = \left\{ \frac{A}{T_{DIFS} + T_{channel} + T_{CTS} + (T_{SIFS} \times 6) + (T_{Preamble}) + (T_{ACK}) + (T_{Payload}) + (T_{Wi-Fi} \times A)} \right\} \times (1 - BER)$$

[0079]

- [0080] 수학식 3는 도 6과 같은 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템의 전송 과정을 고려한 전송률 계산식을 나타낸다.

수학식 3

$$\text{전송률} = \left\{ \frac{A \times N}{T_{DIFS} + (T_{channel} * N) + (T_{SIFS} \times 12) + T_{ID} + T_{TS} + T_{DS} + (T_{Preamble}) + (T_{ACK}) + (T_{Payload}) + (T_{Wi-Fi} \times A) \times N} \right\} \times (1 - BER)$$

[0081]

[0082]

수학식 2와 수학식 3에서 페이로드(Payload)는 리더기(100)에서 전송하는 요청 신호, 와이파이(Wi-Fi)는 이 요청 신호에 반응하여 센서 노드(200)가 전송하는 답변 신호, A는 센서 노드(200)의 답변 신호에 대한 데이터량을 나타낸다.

[0083]

도 13은 기존 백스캐터 시스템과 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템의 전송률을 보여주는 그래프이다. 이러한 도 13은 수학식 2, 수학식 3 및 도 12를 고려하여 얻은 것이다. 도 13에 도시된 바와 같이, 동시에 통신하는 리더기(100)와 센서 노드(tag)(200)의 개수 N에 따라 전송률이 비례적으로 증가함을 알 수 있다.

[0084]

또한 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템은 동시에 다중의 리더기(100)와 센서 노드(200)의 통신이 가능하도록 하기 위해, 통신 과정 중에 기존의 백스캐터 시스템보다 많은 오버헤드를 가지지만, 그 과정은 리더기(100)와 센서 노드(200) 간의 통신이 아니라 리더기(100) 간 또는 리더기(100)와 액세스 포인트(300) 간의 통신이 Wi-Fi 프로토콜을 통하여 수행되며 매우 작은 시간이 소요되므로 N의 개수에 따라 전송률이 비례적으로 증가하는 것을 알 수 있다.

[0085]

이상과 같은 본 발명에 따른 다중 노드 통신을 위한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 다중 노드 통신 방법에 따르면, 센서 노드의 고유 ID를 사용하여 다중의 리더기와 다중의 센서 노드가 동시에 통신을 수행함에 따라 전송률을 개선하고 다이버시티 이득을 높여서 시스템의 신뢰성을 향상시키는 이점이 있다.

[0086]

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.

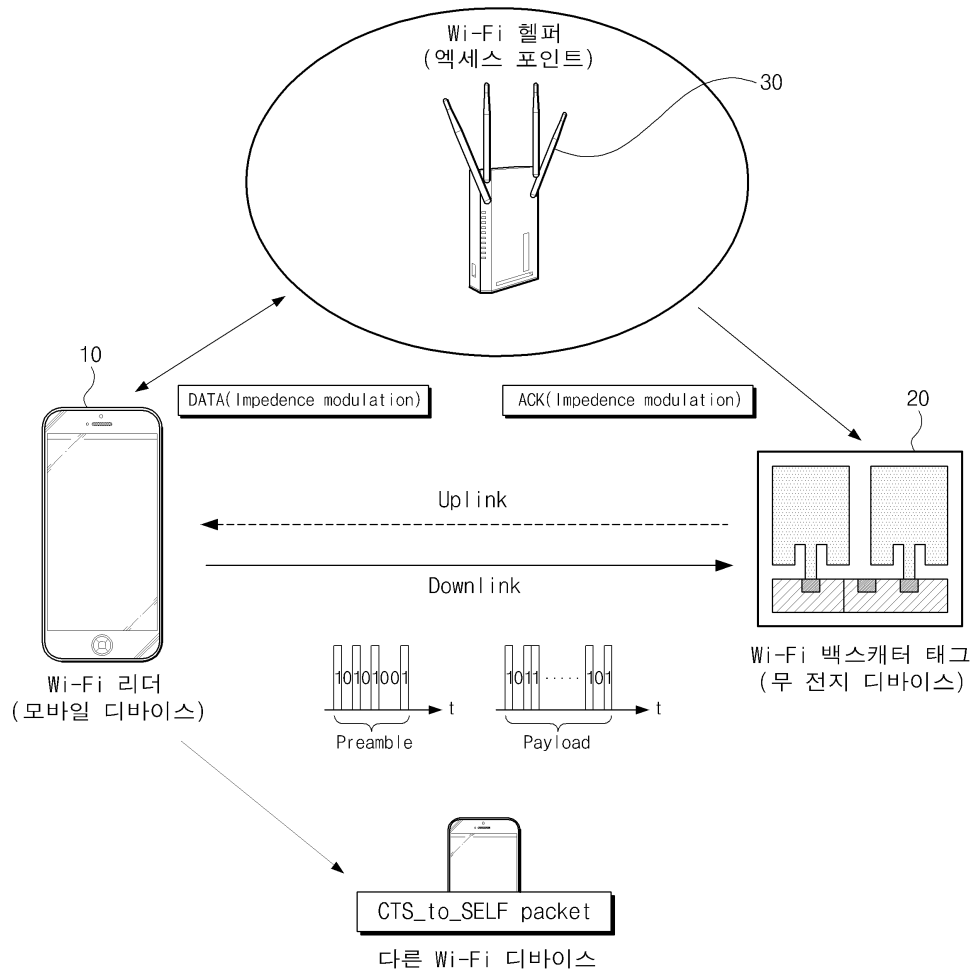
부호의 설명

[0087]

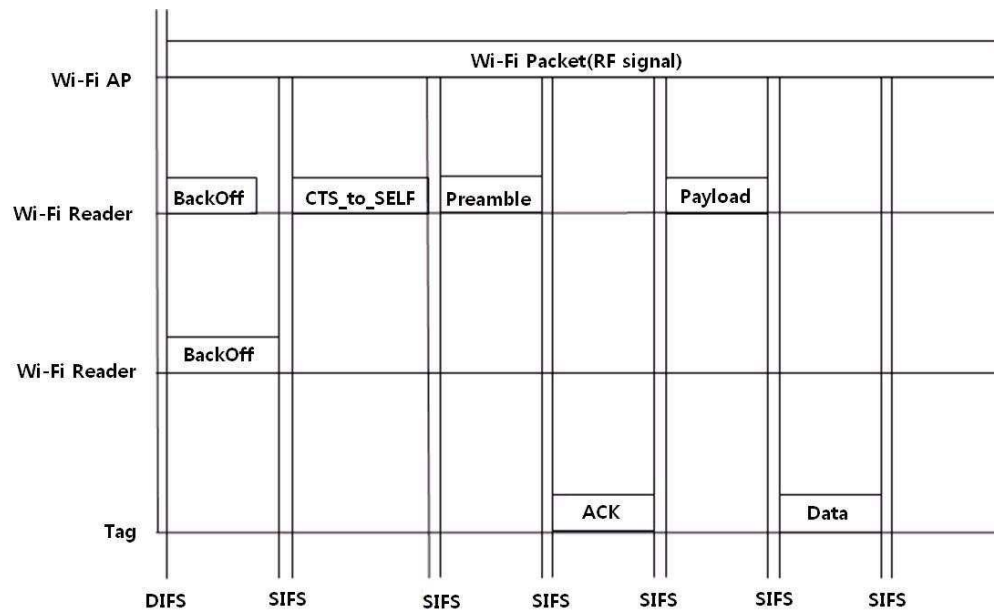
100: 리더기	110: 노드 ID 수신부
120: 통신부	130: 채널 추정부
140: 저장부	200: 센서 노드
300: 액세스 포인트	

도면

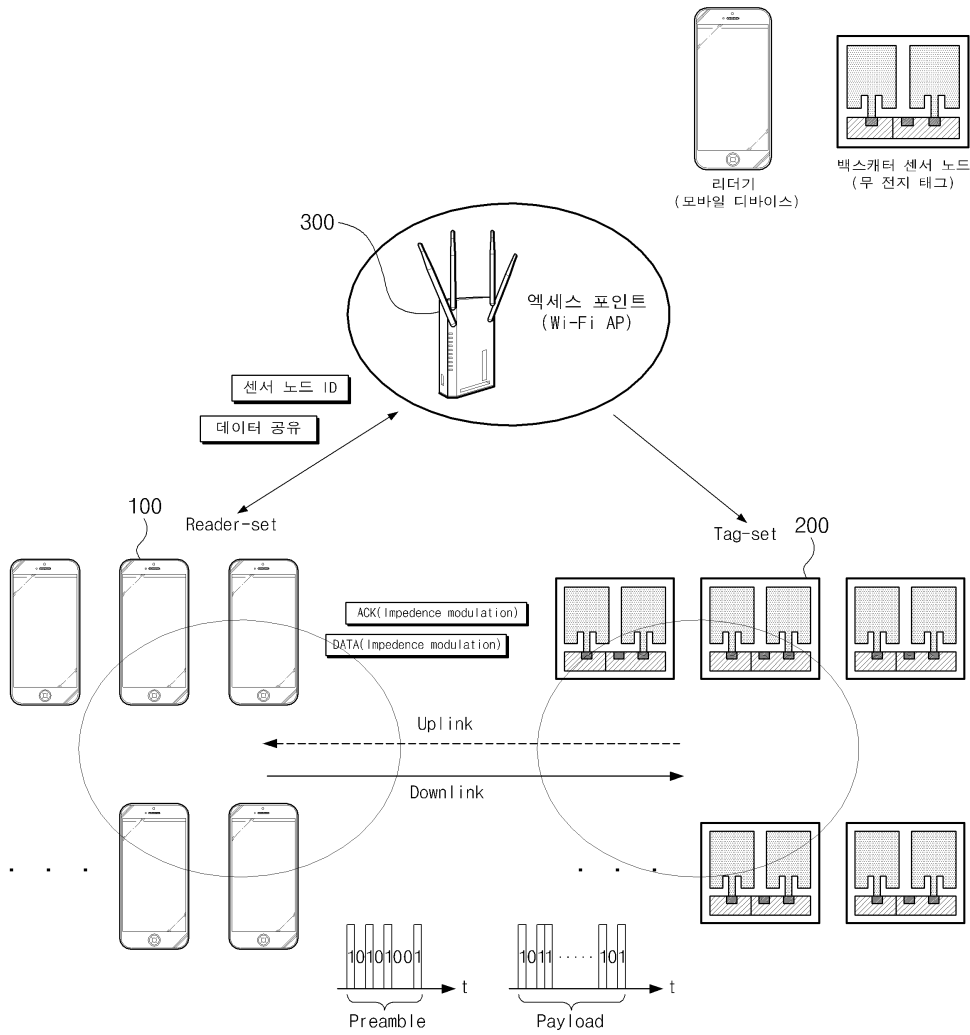
도면1



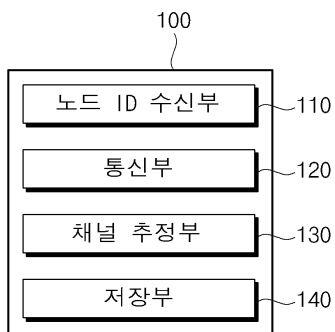
도면2



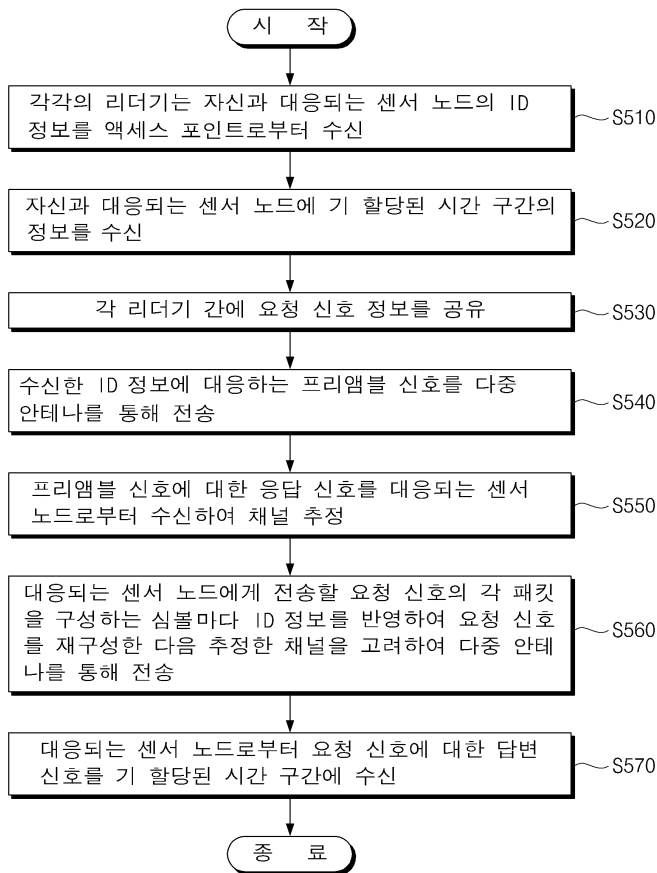
도면3



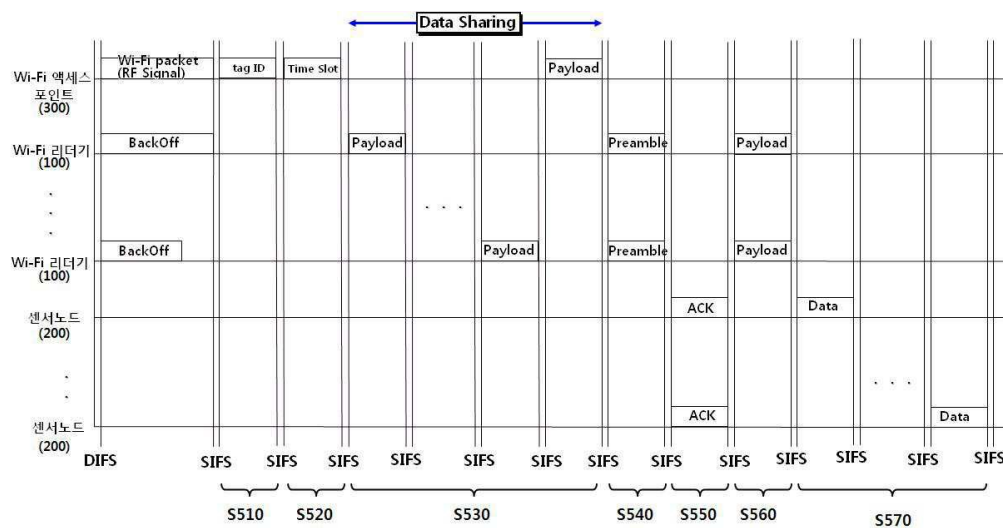
도면4



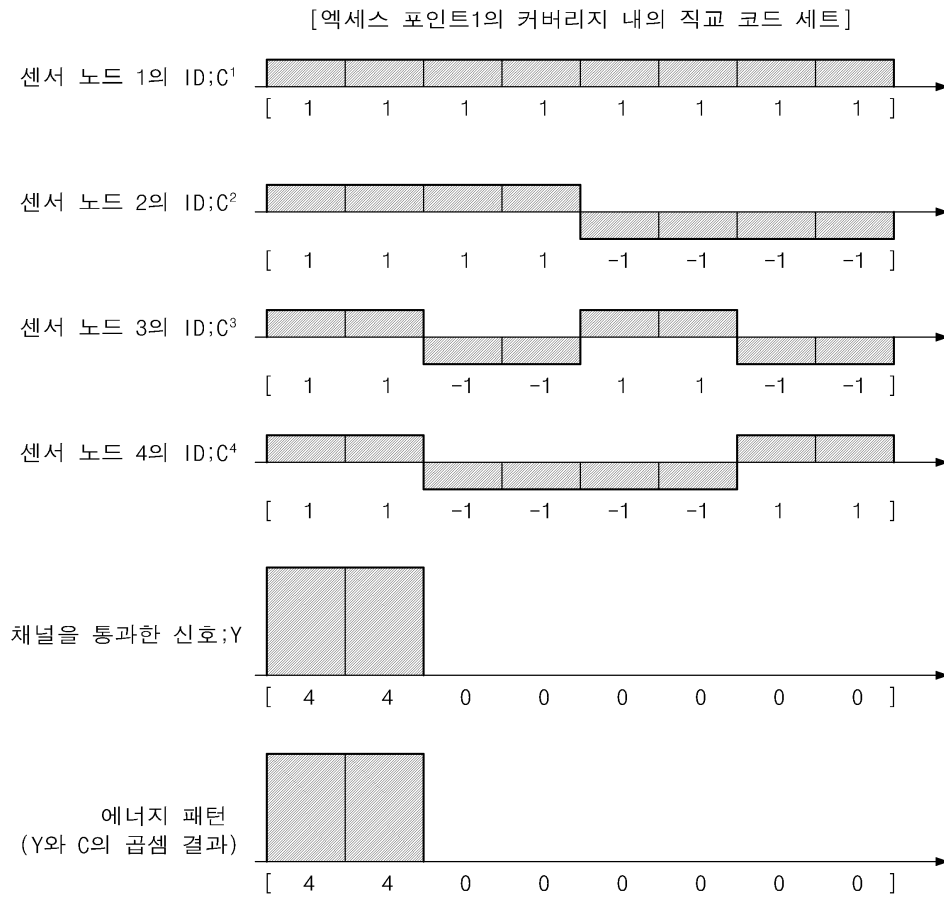
도면5



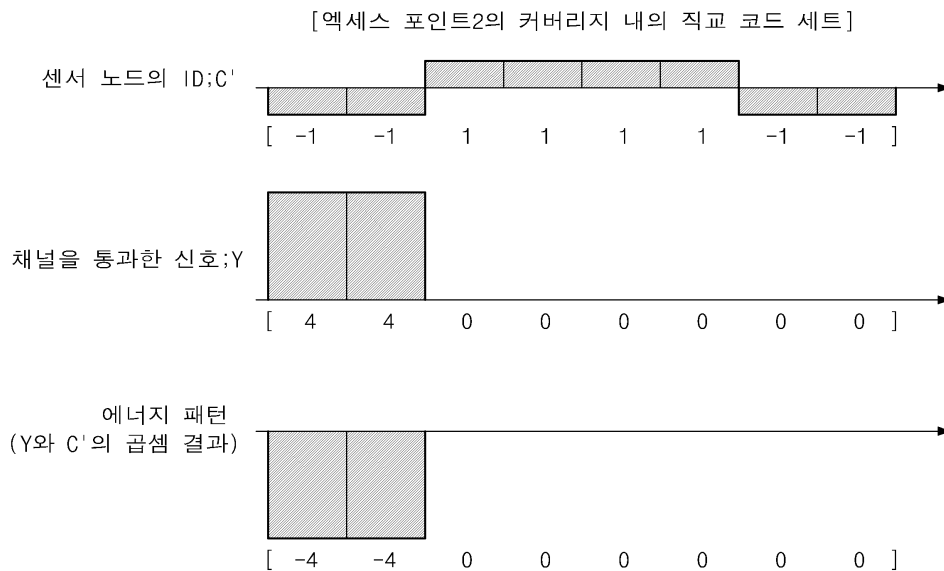
도면6



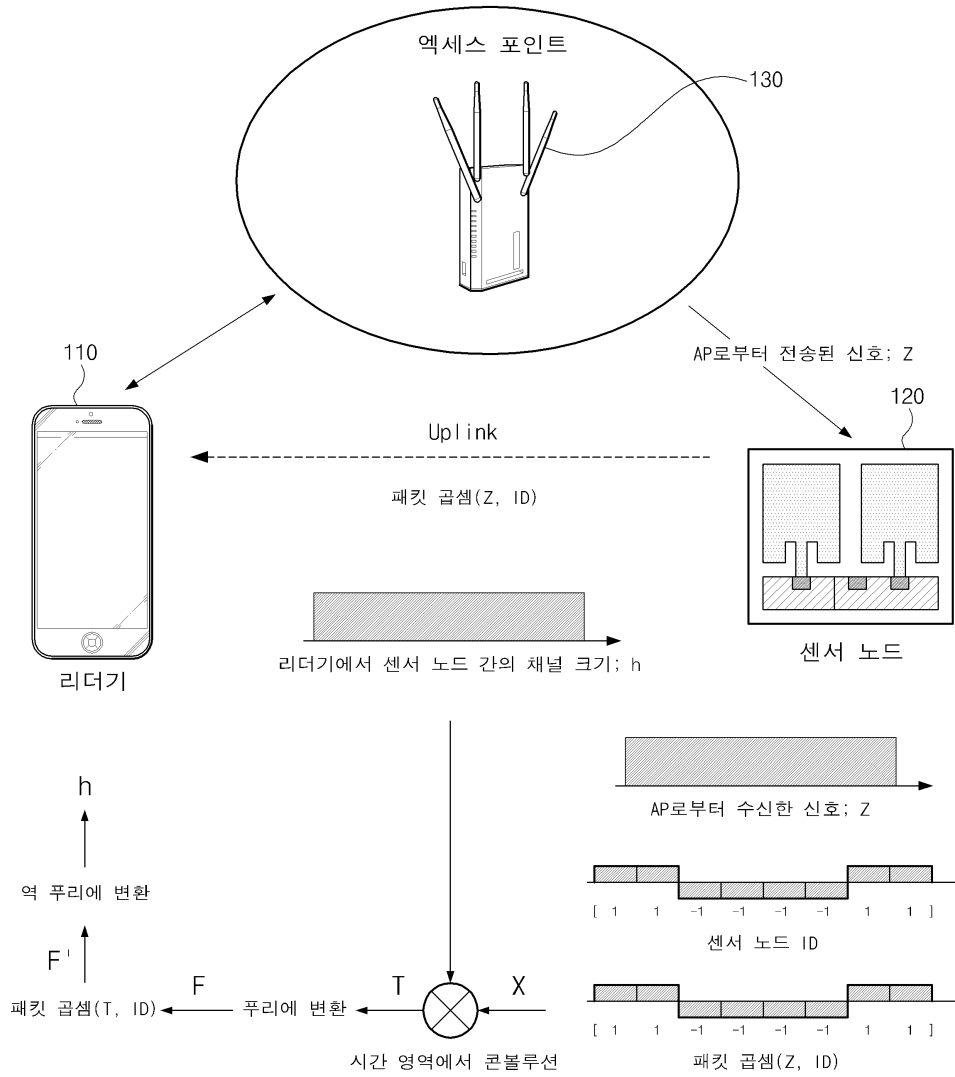
도면7



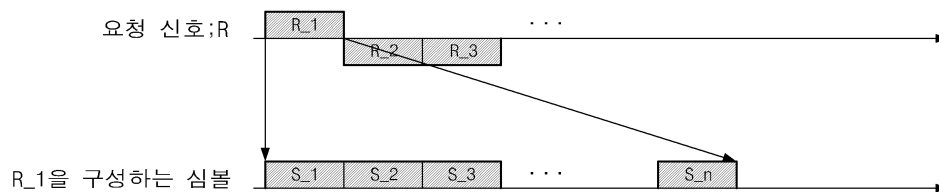
도면8



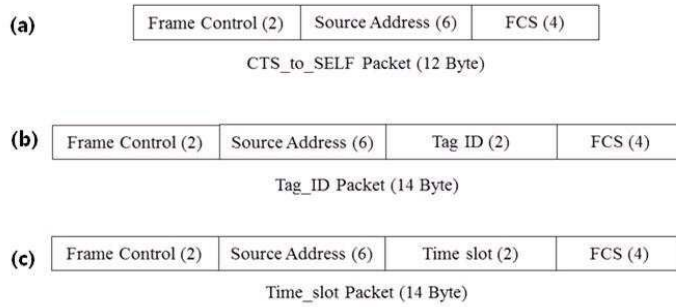
도면9



도면10



도면11



도면12

파라미터	의미	값	단위
T_{DIFS}	DIFS time	34	μsec
T_{SIFS}	SIFS time	16	μsec
$T_{Channel}$	Wi-Fi channel competition time (Averaging)	—	μsec
T_{CTS}	Transmission time of CTS_to_SELF Packet	$(12 \times 8)/r_{Wi-Fi}$	μsec
T_{Wi-Fi}	Transmission time of Wi-Fi packet with minimum size	50	μsec
$T_{Preamble}$	Transmission time of preamble	$T_{Wi-Fi} \times 16$	μsec
T_{ACK}	Transmission time of ACK	$T_{Wi-Fi} \times 16$	μsec
$T_{Payload}$	Transmission time of payload	$T_{Wi-Fi} \times 64$	μsec
A	The amount of transmitted response data from tag	—	bits
N	The number of tag = The number of reader = The number of antenna of Wi-Fi reader	—	—
T_{ID}	Transmission time of packet with tag ID	$(14 \times 8)/r_{Wi-Fi} \times N$	μsec
T_{TS}	Transmission time of packet with time slot	$(14 \times 8)/r_{Wi-Fi} \times N$	μsec
T_{DS}	Data sharing time	$64/r_{Wi-Fi} \times N$	μsec
r_{Wi-Fi}	Data rate of Wi-Fi	54×10^6	bits/s

도면13

