



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월10일  
(11) 등록번호 10-2029930  
(24) 등록일자 2019년10월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 7/08 (2017.01) H04B 17/30 (2014.01)  
(52) CPC특허분류  
H04B 7/0851 (2013.01)  
H04B 17/30 (2015.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0110460  
(22) 출원일자 2017년08월30일  
심사청구일자 2017년08월30일  
(65) 공개번호 10-2019-0025157  
(43) 공개일자 2019년03월11일  
(56) 선행기술조사문헌  
Bryce Kellogg, et al., "Wi-Fi Backscatter: Internet Connectivity for RF-Powered Devices", ACM SIGCOMM Computer Communication Review - SIGCOMM'14, Vol.44, No.4, pp.607-618(2014.10.)\*  
이의학 외2, "Wi-Fi Backscatter에서 분산적 서브 캐리어 선택을 이용한 기법", 2016년도 한국통신학회 동계종합학술발표회 논문집, pp.762-763(2016.01.22.)\*  
KR101714975 B1  
KR101733340 B1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
송형규  
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17, 320동 303호  
이성주  
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32 308동 1101호 (자양동, 우성3차아파트)  
이원석  
경기도 부천시 은성로 35-1, 201호  
(74) 대리인  
심경식, 홍성욱

전체 청구항 수 : 총 14 항

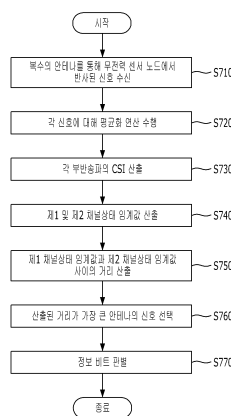
심사관 : 이철수

(54) 발명의 명칭 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법 및 장치에 관한 것으로, 복수의 안테나를 통해 수신된 복수의 신호 각각에 대해 평균화 연산을 각각 수행하는 단계, 상기 평균화 연산이 수행된 각 신호의 프리엠블 신호에 기초하여 각 부반송파의 채널상태정보를 각각 산출하는 단계, 상기 채널상태정보를 이용하여 각 부반송파의 채널상태 임계값을 각각 산출하고, 각 부반송파에 대해 해당 채널상태 임계값에 근거하여 상기 복수의 신호 중 하나의 신호를 선택하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

*H04B 7/0802* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711056641

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 2017.03.01 ~ 2018.02.28

공지예외적용 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수의 안테나를 가지는 리더기, 무전력 센서 노드 및 액세스 포인트가 구비된 백스캐터 시스템에서 리더기가 신호를 검출하는 방법에 있어서,

상기 복수의 안테나를 통해 수신된 복수의 신호 각각에 대해 평균화 연산을 각각 수행하는 단계;

상기 평균화 연산이 수행된 각 신호의 프리앰블 신호에 기초하여 각 부반송파의 채널상태정보를 각각 산출하는 단계; 및

상기 채널상태정보를 이용하여 각 부반송파의 제1 비트에 대한 제1 채널상태 임계값 및 제2 비트에 대한 제2 채널상태 임계값을 각각 산출하고, 각 부반송파별로 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리에 근거하여 상기 복수의 신호 중 하나의 신호를 선택하는 단계

를 포함하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 안테나를 통해 수신된 복수의 신호는,

상기 무전력 센서 노드에서 반사된 동일한 신호이고, 각 신호는 STS(Short Training Symbol), LTS(Long Training Symbol)를 포함하는 프리앰블, 헤더, 데이터 영역으로 이루어진 프레임 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 각 부반송파의 채널상태정보는,

각 부반송파의 주파수 영역의 LTS를 기 설정된 LTS로 나누어 산출된 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 신호 중 하나의 신호를 선택하는 단계는

상기 복수의 신호 중에서 상기 거리가 가장 큰 신호를 해당 부반송파의 신호로 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 채널상태 임계값은 프리앰블 신호에서 '1'을 전송한 패킷들을 평균화하여 산출하고, 상기 제2 채널상태 임계값은 프리앰블 신호에서 '0'을 전송한 패킷들을 평균화하여 산출하는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스

템에서 신호 검출 방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 선택된 신호에 대한 채널상태정보를 상기 제1 및 제2 채널상태 임계값과 비교하여 비트 정보를 판별하는 단계를 더 포함하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 비트 정보를 판별하는 단계는,

상기 각 부반송파의 채널상태정보와 제1 또는 제2 채널상태 임계값 간의 유클리디안 거리를 산출하는 단계; 및

상기 산출된 유클리디안 거리를 근거로 정보 비트를 판별하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법.

**청구항 8**

복수의 안테나를 통해 수신된 복수의 신호 각각에 대해 평균화 연산을 각각 수행하는 평균화 연산부;

상기 평균화 연산이 수행된 각 신호의 프리앰블 신호에 기초하여 각 부반송파의 채널상태정보를 각각 산출하는 채널상태 측정부; 및

상기 채널상태정보를 이용하여 각 부반송파의 제1 비트에 대한 제1 채널상태 임계값 및 제2 비트에 대한 제2 채널상태 임계값을 각각 산출하고, 각 부반송파별로 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리에 근거하여 상기 복수의 신호 중 하나의 신호를 선택하는 신호 선택부

를 포함하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 장치.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 복수의 안테나를 통해 수신된 복수의 신호는

무전력 센서 노드에서 반사된 동일한 신호이고, 각 신호는 STS(Short Training Symbol), LTS(Long Training Symbol)를 포함하는 프리앰블, 헤더, 데이터 영역으로 이루어진 프레임 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 장치.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 채널상태 측정부는

각 부반송파의 주파수 영역의 LTS를 기 설정된 LTS로 나누어 각 부반송파의 채널상태정보를 각각 산출하는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 장치.

**청구항 11**

제8항에 있어서,

상기 신호 선택부는

상기 복수의 신호 중에서 상기 거리가 가장 큰 신호를 해당 부반송파의 신호로 선택하는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 장치.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 신호 선택부는

프리앰블 비트가 '1'일 때와 '0'일 때 각각에 대해, 프리앰블 신호에서 '1'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제1 채널상태 임계값을 산출하고, 프리앰블 신호에서 '0'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제2 채널상태 임계값을 산출하는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 장치.

**청구항 13**

제8항에 있어서,

상기 선택된 신호에 대한 채널상태정보를 상기 제1 및 제2 채널상태 임계값과 비교하여 비트 정보를 판별하는 판별부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 판별부는

각 부반송파의 채널상태정보와 제1 또는 제2 채널상태 임계값 간의 유클리디안 거리를 산출하고, 상기 산출된 유클리디안 거리를 근거로 비트 정보를 판별하는 것을 특징으로 하는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 상향 링크에서 리더가 복수의 안테나를 통해 수신한 신호들 중에서 수신 상태가 가장 좋은 신호를 선택할 수 있는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법 및 장치에 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 감지하여 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] 이에 최근에는 주변의 Wi-Fi RF 신호를 수집하여 전력을 획득하는 백스캐터(backscatter) 기술과 접목하여 배터리 없는 장치의 정보를 전송하는 Wi-Fi 백스캐터(backscatter) 기술이 주목받고 있다. Wi-Fi 백스캐터 기술은 Wi-Fi AP(Access Point)로부터 전송되는 Wi-Fi 신호를 에너지원으로 통신에 사용함으로써 RFID 태그는 별도의 전력공급 장치 없이 통신할 수 있게 되는 IoT 분야에 유망한 기술이다.

- [0005] 상기 설명한 Wi-Fi 백스캐터 기술은 크게 3가지 기기들로 구성된다. Wi-Fi 신호를 발생시키는 Wi-Fi AP, AP로부터의 신호를 반사하여 자신의 신호를 전송하는 Wi-Fi 태그 그리고 태그의 정보를 수신받는 Wi-Fi 리더로 구성된다.
- [0006] Wi-Fi AP와 Wi-Fi 리더는 기존의 Wi-Fi 장치 중 하나이고 이에 따라 Wi-Fi 패킷의 송/수신이 가능하다. 태그는 단지 Wi-Fi AP로부터 발생된 신호를 반사하는 역할을 하게 되며, 신호를 반사시키면 '1' 반사시키지 않으면 '0'의 정보를 의미한다. Wi-Fi 리더는 태그로부터 수신된 신호의 전력을 통해 태그에서 어떤 정보를 전송했는지 판단하게 된다.
- [0007] 그러나, 종래의 태그로부터 Wi-Fi 리더까지의 상향 링크 전송 거리가 AP 신호의 간섭으로 심한 제한을 받는 문제가 있다. 즉, 태그가 반사시켜 리더가 수신하는 신호는 Wi-Fi AP로부터 바로 들어오는 신호에 비해 많은 감쇠가 발생하고, AP로부터의 신호는 리더가 수신한 신호로부터 태그의 신호를 검출하는데 큰 간섭으로 작용하며, 상향 링크의 전송 거리를 제한하는 단점이 있다.
- [0008] 관련 선행기술로는 한국등록특허 제0825362호(2008.04.28 공고)가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0009] 본 발명은 백스캐터 시스템의 상향 링크 통신에서 반사로 인한 감쇠와 액세스 포인트 신호의 간섭으로 인해 전송거리가 제한되는 문제를 개선할 수 있는 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법 및 장치를 제공하는데 목적이 있다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법은, 복수의 안테나를 가지는 리더기, 무전력 센서 노드 및 액세스 포인트가 구비된 백스캐터 시스템에서 리더기가 신호를 검출하는 방법에 있어서, 상기 복수의 안테나를 통해 수신된 복수의 신호 각각에 대해 평균화 연산을 각각 수행하는 단계, 상기 평균화 연산이 수행된 각 신호의 프리앰블 신호에 기초하여 각 부반송파의 채널상태정보를 각각 산출하는 단계, 상기 채널상태정보를 이용하여 각 부반송파의 채널상태 임계값을 각각 산출하고, 각 부반송파에 대해 해당 채널상태 임계값에 근거하여 상기 복수의 신호 중 하나의 신호를 선택하는 단계를 포함한다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 복수의 안테나를 통해 수신된 복수의 신호는 상기 무전력 센서 노드에서 반사된 동일한 신호이고, 각 신호는 STS(Short Training Symbol), LTS(Long Training Symbol)를 포함하는 프리앰블, 헤더, 데이터 영역으로 이루어진 프레임 구조를 가질 수 있다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 각 부반송파의 채널상태정보는, 각 부반송파의 주파수 영역의 LTS를 기 설정된 LTS로 나누어 산출될 수 있다.
- [0014] 바람직하게는, 복수의 신호 중 하나의 신호를 선택하는 단계는 상기 각 부반송파의 채널상태정보를 이용하여 제1 비트에 대한 제1 채널상태 임계값 및 제2 비트에 대한 제2 채널상태 임계값을 각각 산출하는 단계, 각 부반송파별로 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리를 산출하는 단계, 상기 복수의 신호 중에서 상기 산출된 거리가 가장 큰 신호를 해당 부반송파의 신호로 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 제1 채널 임계값은 프리앰블 신호에서 '1'을 전송한 패킷들을 평균화하여 산출하고, 상기 제2 채널 임계값은 프리앰블 신호에서 '0'을 전송한 패킷들을 평균화하여 산출할 수 있다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 백스캐터 시스템에서 신호 검출 방법은 상기 선택된 신호에 대한 채널상태정보를 상기 제1 및 제2 채널상태 임계값과 비교하여 비트 정보를 판별하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 비트 정보를 판별하는 단계는, 각 부반송파의 채널상태정보와 제1 또는 제2 채널상태 임계값 간의 유클리디안 거리를 산출하는 단계, 상기 산출된 유클리디안 거리를 근거로 비트 정보를 판별하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 다른 실시예에 백스캐터 시스템에서 신호 검출 장치는 복수의 안테나를 통해 수신된 복수의 신호 각

각에 대해 평균화 연산을 각각 수행하는 평균화 연산부, 상기 평균화 연산이 수행된 각 신호의 프리앰블 신호에 기초하여 각 부반송파의 채널상태정보를 각각 산출하는 채널상태 측정부, 상기 채널상태정보를 이용하여 각 부반송파의 채널상태 임계값을 각각 산출하고, 각 부반송파에 대해 해당 채널상태 임계값에 근거하여 상기 복수의 신호 중 하나의 신호를 선택하는 신호 선택부를 포함한다.

- [0019] 바람직하게는, 상기 복수의 안테나를 통해 수신된 복수의 신호는 상기 무전력 센서 노드에서 반사된 동일한 신호이고, 각 신호는 STS(Short Training Symbol), LTS(Long Training Symbol)를 포함하는 프리앰블, 헤더, 데이터 영역으로 이루어진 프레임 구조를 가질 수 있다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 채널상태 측정부는 각 부반송파의 주파수 영역의 LTS를 기 설정된 LTS로 나누어 각 부반송파의 채널상태정보를 각각 산출할 수 있다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 신호 선택부는 상기 각 부반송파의 채널상태정보를 이용하여 제1 비트에 대한 제1 채널상태 임계값 및 제2 비트에 대한 제2 채널상태 임계값을 각각 산출하는 임계값 산출모듈, 각 부반송파별로 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리를 산출하는 거리 산출모듈, 각 부반송파마다 산출된 임계값 사이의 거리가 가장 큰 안테나의 신호를 각각 선택하는 신호 선택모듈을 포함할 수 있다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 임계값 산출모듈은 상기 프리앰블 비트가 '1'일 때와 '0'일 때 각각에 대해, 프리앰블 신호에서 '1'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제1 채널상태 임계값을 산출하고, 프리앰블 신호에서 '0'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제2 채널상태 임계값을 산출할 수 있다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 신호 검출 장치는 상기 선택된 신호에 대한 채널상태정보를 상기 제1 및 제2 채널상태 임계값과 비교하여 비트 정보를 판별하는 판별부를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 판별부는 각 부반송파의 채널상태정보와 제1 또는 제2 채널상태 임계값 간의 유클리디안 거리를 산출하고, 상기 산출된 유클리디안 거리를 근거로 비트 정보를 판별할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0025] 본 발명에 따르면, 백스캐터 시스템의 상향 링크 통신에서 리더기가 복수의 안테나로 신호를 수신하고, 수신 신호의 프리앰블에 기초하여 추정된 CSI로 수신 신호들의 상태를 결정하여, 수신 신호들 중 수신 상태가 가장 좋은 신호를 선택함으로써, 상향 링크 전송 거리를 향상시키는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 복수의 안테나로 수신된 신호들에 대해 평균화 연산을 수행함으로써, 수신 신호의 신호 대 잡음 전력비를 개선시키는 효과가 있다.
- [0027] 한편, 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 효과들이 포함될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 백스캐터 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 리더기의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 패킷의 프레임 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 2에 도시된 신호 선택부의 구성을 구체적으로 나타낸 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 차이를 복소 평면에 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 백스캐터 시스템을 이용한 상향 링크 통신 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링크 통신에서 리더기의 신호 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 8은 LTS 평균 연산만 수행한 후 정보를 검출한 경우의 비트 오류 성능을 나타낸 그래프이다.
- 도 9는 복수의 신호 중에서 하나의 신호를 선택하는 선택적 기법만을 적용한 경우의 비트 오류 성능을 나타낸 그래프이다.
- 도 10은 본 발명이 적용된 경우의 비트 오류 성능을 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0029] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0030] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0031] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0032] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0033] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0034] 이하의 설명 및 특허청구범위에서 본 발명에 따른 백스캐터 시스템은 주변의 Wi-Fi 신호를 백스캐터 통신에 이용하는 것을 가정하고 설명한다. 다만, Wi-Fi 백스캐터 통신에 한정되는 것은 아니며, RFID, Zigbee, BLE 등 채널 상태 정보를 활용할 수 있는 통신 방식이라면, 어떠한 방식을 사용하더라도 본 발명의 백스캐터 시스템을 적용할 수 있다.
- [0035] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 백스캐터 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0037] 도 1을 참조하면, 백스캐터 시스템은 무전력 센서 노드(100), 리더기(200), 액세스 포인트(300)를 포함한다.
- [0038] 액세스 포인트(300)(Access Point;AP)는 일반적인 무선 공유기에 해당될 수 있으며, 주변의 기기에 무선신호(Wi-Fi 패킷)를 전송하여 무선 인터넷 연결을 제공한다. 무선 인터넷이란 통상의 Wi-Fi에 해당될 수 있으며, 액세스 포인트(300)는 Wi-Fi 헬퍼(Helper)로 사용되는 Wi-Fi 무선 공유기를 의미할 수 있다. 물론 무선 인터넷은 반드시 Wi-Fi 개념으로 한정되지 않는다.
- [0039] 액세스 포인트(300)는 무선 신호(ex, Wi-Fi 패킷)를 주변에 브로드캐스트(broadcast)한다. 이에 따라 무선 신호는 리더기(200) 및 무전력 센서노드(100)에 모두 전송된다.
- [0040] 무전력 센서 노드(100)는 미세 전력으로 동작하며 배터리가 없기 때문에 Wi-Fi와 같이 전력 소모가 많은 무선 통신이 어렵지만, 리더기(200)를 매개로 하여 인터넷에 연결될 수 있으며 이를 통해 사물 인터넷의 구현이 가능하게 된다.
- [0041] 무전력 센서 노드(200)는 태그 형태로 구현될 수 있다. 본 발명의 실시예에서 무전력 센서 노드(200)는 RFID 태그 등과 같이 별도의 전원 공급 장치(배터리)가 존재하지 않는 무 전지(battery-free)의 수동형 태그를 의미할 수 있다.
- [0042] 일반적인 백스캐터 시스템에서 리더기(200)는 무전력 센서 노드(100)에게 하향 링크(Down Link)를 통해 정보를



전송 또는 요청할 수 있고, 무전력 센서노드(100)는 그에 대한 응답을 상향 링크(Up Link)를 통해 리더기(200)로 전송할 수 있다.

- [0043] 상향 링크에서 무전력 센서 노드(100)는 액세스 포인트(300)로부터 수신받은 무선 신호를 반사시켜 정보(비트열)를 전송한다. 즉, 무전력 센서 노드(100)는 리더기(200)로 보낼 정보를 액세스 포인트(300)로부터 받은 무선 신호에 실어 전송한다. 이때, 무전력 센서 노드(200)는 무선 신호를 전송하기 위해 안테나에 연결된 부하들을 전환한다. 각 부하들은 안테나와 연결되었을 때 안테나의 반사 계수의 차이가 최대가 되도록 결정되고, 반사계수의 차이가 클수록 각 부하에 연결되었을 때의 반사 신호의 차이도 커진다. 무전력 센서 노드(200)는 안테나의 임피던스를 변화시켜 반사되는 주변 무선 신호(Wi-Fi) 신호의 차이로 '1' 또는 '0' 을 전송한다.
- [0044] 리더기(200)는 액세스 포인트(300)로부터 수신한 무선 신호를 무전력 센서노드(100)가 읽을 수 있는 신호로 변조하여 전송할 수 있으며, 이를 통해 무전력 센서 노드(100)에 인터넷 연결성을 제공함으로써 사물 인터넷이 구현될 수 있다. 이러한 리더기(200)는 통상의 휴대폰, 스마트폰, 스마트 패드, 노트북 등과 같이 무선 인터넷 기능(Wi-Fi 기능)이 내장된 사용자 단말에 해당될 수 있다.
- [0045] 본 발명의 실시예의 경우, 상향 링크(Uplink)에서 전송 거리를 향상시키기 위하여, 복수의 안테나를 이용하여 신호를 수신하는 리더기(200)를 포함한다. 리더기(200)는 복수의 안테나를 가지므로, 신호의 송수신 경로 상에 다중의 채널 환경이 존재하게 되고, 복수의 안테나를 통해 수신된 신호들 중에서 가장 수신 상태가 좋은 신호를 선택한다.
- [0046] 리더기(200)는 액세스 포인트(300)가 전송한 무선 신호와 무전력 센서 노드(100)가 반사시킨 무선 신호를 함께 수신한다. 이때, 무전력 센서 노드(200)로부터 반사되어 전달되는 무선 신호는 큰 감쇠를 겪어 리더기(200)에서 발생하는 다양한 잡음과 간섭으로부터 취약할 수 있다. 따라서, 리더기(200)는 신호 검출 성능을 높이기 위해 복수의 안테나를 이용하여 신호를 수신하고, 복수의 안테나를 통해 수신된 신호들 중에서 가장 수신 상태가 좋은 신호를 선택해야 한다.
- [0047] 리더기(200)는 수신 상태가 좋은 신호를 선택하기 위해 데이터 전송 전에 전송된 프리앰블을 이용할 수 있다. 즉, 무전력 센서 노드(100)는 데이터 전송 전에 미리 약속된 비트 열을 프리앰블로 전송하므로, 리더기(200)는 복수의 안테나를 통해 수신된 신호의 프리앰블을 이용하여 잡음과 간섭에 덜 왜곡된 신호를 검출할 수 있다.
- [0048] 구체적으로, 리더기(200)는 복수의 안테나로 신호를 수신하고, 수신 신호의 프리앰블에 기초하여 CSI를 추정하며, 추정된 CSI로 수신 신호의 상태를 결정하여, 수신 상태가 가장 좋은 신호를 선택할 수 있다. 무전력 센서 노드(100)는 주변의 신호를 반사시켜 채널 상태를 변화시키는데, 이러한 변화는 CSI에 나타난다. 따라서, 리더기(200)는 수신된 무선 신호들의 CSI(channel state information)를 산출하고, CSI의 변화를 측정하여 무전력 센서 노드(100)가 전송한 정보 비트들을 검출할 수 있다.
- [0049] 이하, 리더기(200)가 신호를 검출하는 방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0050] 리더기(200)는 복수의 안테나를 통해 수신받은 신호들에 대해 각각 평균화 연산을 수행한다. 이때, 리더기(200)는 여러 패킷에 대해 평균화 연산을 수행한다. 평균화 연산이 수행되는 패킷 구간 동안은 같은 비트가 전송되므로, 평균화 구간을 확장할수록 상향 링크의 데이터 전송률은 감소하나, 수신 패킷들의 평균화로 CSI의 신호 전력 대 잡음 전력의 비율이 개선될 수 있다.
- [0051] 리더기(200)는 평균화 연산이 수행된 각 신호의 프리앰블 신호를 기초로 각 부반송파의 채널 상태값을 각각 산출한다. 그런 후, 리더기(200)는 프리앰블 비트가 '1'일 때와 '0'일 때 각각에 대해, 프리앰블 신호에서 '1'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제1 채널상태 임계값을 산출하고, 프리앰블 신호에서 '0'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제2 채널상태 임계값을 산출한다.
- [0052] 그런 후, 리더기(200)는 각 부반송파별로 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리를 산출하고, 제1 채널 상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리가 가장 큰 신호를 수신 상태가 가장 좋은 신호로 판단하여 선택한다. 그런 후, 리더기(200)는 선택된 신호에 대한 채널 상태값을 제1 및 제2 채널상태 임계값과 비교하여 정보 비트를 판별한다.
- [0053] 상술한 바와 같이 백스캐터 시스템의 상향 링크 통신에서 리더기(200)는 복수의 안테나로 신호를 수신하고, 수신 신호의 프리앰블에 기초하여 산출된 채널상태값(CSI)로 수신 신호의 상태를 결정하며, 수신 신호들 중 수신 상태가 가장 좋은 신호를 선택함으로써, 상향 링크 전송 거리를 향상시킬 수 있다.
- [0054] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 리더기의 구성을 설명하기 위한 블록도, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따

른 무선 패킷의 프레임 구조를 나타낸 도면, 도 4는 도 2에 도시된 신호 선택부의 구성을 구체적으로 나타낸 블록도, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 차이를 복소 평면에 나타낸 도면이다.

[0055] 도 2를 참조하면, 리더기(200)는 복수의 안테나(210), 평균화 연산부(220), 채널상태 측정부(230), 신호 선택부(240), 판별부(250)를 포함한다.

[0056] 복수의 안테나(210)는 무전력 센서 노드에서 반사된 신호를 각각 수신한다.

[0057] 평균화 연산부(220)는 복수의 안테나(210)를 통해 수신된 복수의 신호에 대해 평균화 연산을 각각 수행한다. 즉, 평균화 연산부(220)는 복수의 신호 중에서 가장 수신 상태가 좋은 신호를 선택하기 전에 복수의 안테나(210)를 통해 수신된 신호들에 대해 평균화를 수행하여 신호의 신호 대 잡음 전력비를 증가시킬 수 있다.

[0058] 무전력 센서 노드에서 반사된 신호는 도 3에 도시된 바와 같이 프리앰블(PLCP preamble), 헤더(Header), 데이터 영역으로 이루어진 프레임 구조를 가진다. 프리앰블은 STS(Short Training Symbol), LTS(Long Training Symbol)로 구성되고, STS와 LTS는 각각 8μs의 길이를 가질 수 있다. 헤더는 4μs의 길이, 데이터 영역의 데이터 심볼은 각각 4μs의 길이를 가질 수 있다.

[0059] 리더기(200)는 프리앰블을 이용하여 채널을 추정하는데, 프리앰블 중 LTS를 이용할 수 있다.

[0060] 따라서, 복수의 안테나를 통해 수신된 LTS는 아래 기재된 수학적 식 1과 같다.

**수학적 식 1**

[0061] 
$$y_{T_n,l}(t) = h_{sr,l}(t) * x_{T_n}(t) + \alpha_l B_l h_{tr,l}(t) * h_{st,l}(t) * x_{T_n}(t) + w_l(t)$$

[0062] 여기서,  $h_{sr,l}(t)$ 는 액세스 포인트로부터 리더기로의 전송 채널 계수,  $x_{T_n}(t)$ 은 액세스 포인트가 브로드캐스트한 무선신호,  $h_{tr,l}(t)$ 는 무전력 센서 노드로부터 리더기의 전송 채널 계수,  $h_{st,l}(t)$ 는 액세스 포인트로부터 무전력 센서 노드로의 전송 채널 계수,  $T_n$ 은 프리앰블 내의 반복되는 LTS 중 하나를 나타내는 인덱스,  $l$ 은 수신 패킷의

인덱스,  $w_l(t)$ 는 additive white Gaussian noise(AWGN)를 나타낸다. 수학적 식 1에서  $h_{sr,l}(t) * x_{T_n}(t)$  은 액세스

포인트로부터 수신된 신호,  $\alpha_l B_l h_{tr,l}(t) * h_{st,l}(t) * x_{T_n}(t)$  은 무전력 센서 노드로부터 반사되어 수신된 신호를 나타낸다.  $\alpha_l$ 은 무전력 센서 노드 안테나에서의 감쇠 계수,  $B_l$ 은 1번째 패킷에 실린 정보로 0 또는 1이 할당된다.

[0063] 위해서는 시간변화에도 변화량이 적으면서, 다중경로에 의한 값의 변화가 크게 발생하지 않는 데이터 추정 지수가 필요하였는데, 채널 상태 정보를 이용하면 이러한 문제를 해결할 수 있다. 채널 상태 정보는 64개의 부반송파(subcarrier) 단위로 전파특성을 표시하는 주파수 다이버시티(diversity) 성질이 있고, 서로 다른 부반송파에서 측정된 채널 상태 정보는 단일 지수로 표현된 수신 신호 세기보다 명료하게 서로를 구분할 수 있어, 전력 크기를 이용한 데이터 복조 방법에 유효하게 적용될 수 있다. 따라서, 채널 상태 정보를 추정하기 위해, 수학적 식 1과 같은 시간 영역의 신호를 주파수 영역의 신호로 변환할 필요가 있다.

[0064] 평균화 연산부(220)는 수신 신호에 포함된 LTS에 대해 FFT를 수행하여 주파수 영역의 LTS로 변환한다. 주파수 영역의 LTS는 아래 기재된 수학적 식 2와 같다.

**수학적 식 2**

[0065] 
$$Y_{T_n,l}[k] = H_{sr,l}[k] X_{T_n}[k] + \alpha_l B_l H_{tr,l}[k] H_{st,l}[k] X_{T_n}[k] + W_l[k]$$

[0066] 여기서,  $k$ 는 부 반송파의 인덱스,  $H_{sr,l}(k)$ 는 액세스 포인트로부터 리더기로의 전송 채널 계수,  $X_{Tn}(k)$ 은 액세스 포인트가 브로드캐스트한 무선신호,  $H_{tr,l}(t)$ 는 무전력 센서 노드로부터 리더기의 전송 채널 계수,  $H_{st,l}(t)$ 는 액세스 포인트로부터 무전력 센서 노드로의 전송 채널 계수,  $T_n$ 은 프리앰블 내의 반복되는 LTS 중 하나를 나타내는 인덱스,  $l$ 은 수신 패킷의 인덱스,  $W_l(t)$ 는 additive white Gaussian noise(AWGN)를 나타낸다.  $\alpha_l$ 은 무전력 센서 노드 안테나에서의 감쇠 계수,  $B_l$ 은  $l$ 번째 패킷에 실린 정보로 0 또는 1이 할당된다.

[0067] 수학적 식 2와 같은 주파수 영역의 신호로 변환되면, 평균화 연산부(220)는 주파수 영역의 LTS에 포함된 부 반송파 별로 평균화 연산을 수행한다. 이때, 평균화 연산부(220)은 기 설정된 개수에 해당하는 패킷에 대해 평균화 연산을 수행할 수 있다. 즉, 평균화 연산부(220)는 아래 기재된 수학적 식 3과 같이 수신 신호에 대해 평균화를 수행한다.

**수학적 식 3**

$$Y_L[k] = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} \frac{1}{2} \sum_{n=0}^2 Y_{T_n,l}[k]$$

[0068]

[0069] 여기서,  $l$ 는 부 반송파의 인덱스,  $Y_{Tn,l}[k]$ 는  $k$  부반송파의 주파수 영역의 LTS,  $L$ 은 패킷 개수를 의미한다.

[0070] 복수의 안테나로 수신된 신호들에 대해 평균화를 수행함으로써, 신호의 신호 대 잡음 전력비를 증가시킬 수 있다.

[0071] 채널상태 측정부(230)는 평균화 연산이 수행된 각 신호의 프리앰블 신호를 기초로 각 부반송파의 채널상태정보를 각각 산출한다.

[0072] 리더기(200)는 수신 신호들의 채널상태정보의 변화를 측정하여, 무전력 센서 노드가 전송한 정보비트를 검출할 수 있으므로, 수신신호들의 채널상태정보를 측정해야 한다.

[0073] 이에 채널상태 측정부(230)는 채널상태정보(CSI)를 산출하기 위해 기 설정된 LTS로 수신 LTS를 나눈다. 즉, 채널상태 측정부(230)는 각 부반송파의 주파수 영역의 LTS를 기 설정된 LTS로 나누어 각 부반송파의 채널상태정보(CSI)를 각각 산출할 수 있다. 그러면, 아래 기재된 수학적 식 4와 같은 채널상태정보(CSI)가 각각 산출될 수 있다.

**수학적 식 4**

$$CSI_{T_n,l}[k] = \alpha_l B_l H_{tr,l}[k] H_{st,l}[k] + H_{sr,l}[k] + W_l[k] / X_{T_n}$$

[0074]

[0075] 여기서,  $CSI_{T_n,l}[k]$  는  $k$  부반송파의 채널상태정보로, 값으로 산출될 수 있다.  $\alpha_l B_l H_{tr,l}[k] H_{st,l}[k]$  는 검출

하려는 백스캐터 신호의 상향 링크 채널,  $H_{sr,l}[k]$  는 액세스 포인트와 리더기 사이의 채널,  $W_l[k] / X_{T_n}$  는 액세스 포인트로부터의 잡음을 나타낸다.  $B_l$ 은  $l$ 번째 패킷에 실린 정보로 0 또는 1일 수 있으며, 이 값은 데이터 전송 전에 무전력 센서 노드가 반사하여 전송한 프리앰블들을 이용한다.

[0076] 각 부반송파들의 채널상태정보가 산출되면, 그 채널 상태 정보를 이용하여 무전력 센서 노드가 전송한 정보 비트를 판별할 수 있다. 그러나, 리더기(200)는 복수의 안테나를 통해 동일한 신호를 안테나 개수에 해당하는 수 만큼 수신하므로, 복수의 수신 신호 중에서 가장 수신 상태가 좋은 신호를 선택하고, 그 선택된 신호에서 정보 비트를 판별하면 된다.

[0077] 신호 선택부(240)는 각 부반송파의 채널상태정보를 이용하여 각 부반송파의 채널상태 임계값을 각각 산출하고, 각 부반송파에 대해 해당 채널상태 임계값에 근거하여 상기 복수의 신호 중 하나의 신호를 선택한다. 즉, 신호 선택부(240)는 각 부반송파의 채널상태정보를 이용하여 제1비트에 대한 제1 채널상태 임계값 및 제2 비트에 대한 제2 채널상태 임계값을 각각 산출하고, 각 부반송파별로 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값의 차가 가장 큰 안테나의 신호를 각각 선택한다. 여기서, 제1 비트는 '1'이고, 제2 비트는 '0'일 수 있다.

[0078] 이러한 신호 선택부(240)는 도 4에 도시된 바와 같이 임계값 산출모듈(242), 거리 산출모듈(244), 신호 선택모듈(246)을 포함한다.

[0079] 임계값 산출모듈(242)은 프리앰블 비트가 '1'일 때와 '0'일 때 각각에 대해, 프리앰블 신호에서 '1'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제1 채널상태 임계값을 산출하고, 프리앰블 신호에서 '0'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제2 채널상태 임계값을 산출한다. 제1 채널상태 임계값은 아래 기재된 수학적 식 5를 이용하여 산출할 수 있고, 제2 채널상태 임계치는 아래 기재된 수학적 식 6을 이용하여 산출할 수 있다.

**수학적 식 5**

[0080] 
$$CSI_{T_n,thr1}[k] = \frac{1}{2N} \sum_{l=0, B_l=1}^{N-1} CSI_{T_n,l}[k]$$

[0081] 여기서,  $CSI_{T_n,thr1}[k]$  는 k 부반송파의 제1 채널상태 임계값을 의미한다. N은 프리앰블에 전송된 패킷의 수를 의미하고, '1' 과 '0' 을 보낸 패킷의 수는 동일하도록 할 수 있다.

**수학적 식 6**

[0082] 
$$CSI_{T_n,thr0}[k] = \frac{1}{2N} \sum_{l=0, B_l=0}^{N-1} CSI_{T_n,l}[k]$$

[0083] 여기서,  $CSI_{T_n,thr0}[k]$  : 는 k 부 반송파의 제2 채널상태 임계값을 의미한다.

[0084] 상술한 바와 같이 임계값 산출모듈(242)은 프리앰블에서 '1' 과 '0 '을 전송한 패킷들을 평균화하여 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값을 각각 산출할 수 있다.

[0085] 거리 산출모듈(244)은 각 부반송파별로 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리를 산출한다. 즉, 거리 산출모듈(244)은 아래 기재된 수학적 식 7을 이용하여 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리(d)를 산출할 수 있다.

**수학적 식 7**

[0086] 
$$d[k] = |CSI_{T_n,thr1}[k] - CSI_{T_n,thr0}[k]|$$

[0087] 부 반송파 k에서 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리를 복소 평면에 나타내면, 도 5와 같다.

[0088] 신호 선택모듈(246)은 각 부송파마다 두 임계값 사이의 거리가 가장 큰 안테나의 신호를 각각 선택한다. 즉, 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리가 멀수록 무전력 센서 노드로부터 전송된 정보 비트 판별을 위한 임계값으로 더 적합할 수 있다. 따라서, 신호 선택모듈(246)은 복수의 안테나(210)를 통해 수신된 복수의 신호의 부반송파마다 두 채널상태 임계값 사이의 거리가 가장 큰 안테나의 신호를 수신 상태가 가장 좋은 신호로 선택할 수 있다.

[0089] 판별부(246)는 신호 선택부(240)에서 선택된 신호에 대한 채널 상태 정보를 제1 및 제2 채널상태 임계값과 비교하여 비트 정보를 판별한다. 즉, 판별부(246)는 각 부반송파의 채널상태정보와 제1 또는 제2 채널상태 임계값 간의 유클리디안 거리를 산출하고, 산출된 유클리디안(Euclidean) 거리를 근거로 정보를 판별한다.

[0090] 구체적으로, 판별부(246)는 선택된 신호의 채널 상태 정보와 제1 및 제2 채널상태 임계값 간의 유클리디안 거리를 산출한다. 이때, 판별부(246)는 아래 기재된 수학적 식 8을 이용하여 유클리디안 거리(D<sub>i</sub>)를 산출할 수 있다.

**수학적 식 8**

[0091] 
$$D_i = \sum_{k=0}^{K-1} |CSI_{T_r, i}[k] - CSI_{T_r, thri}[k]|$$

[0092] 여기서, D<sub>i</sub>는 i를 보낸 패킷들의 채널 상태 임계값과 데이터 패킷의 채널상태 정보 사이의 유클리디안 거리를 의미하고, i는 '0' 또는 '1'일 수 있으며, K는 부 반송파의 수, k는 부 반송파의 인덱스를 의미한다.

[0093] 수학적 식 8과 같이 유클리디안 거리가 산출되면, 판별부(246)는 유클리디안 거리를 이용한 수학적 식 9를 이용하여 정보 비트(B<sub>i</sub>)를 판별할 수 있다.

**수학적 식 9**

[0094] 
$$\begin{cases} B_i = 0, & \text{if } D_1 > D_0 \\ B_i = 1, & \text{if } D_1 < D_0 \end{cases}$$

[0095] 즉, '1'을 보낸 패킷들의 제2 채널상태 임계값과 데이터 패킷의 채널상태정보 사이의 유클리디안 거리(D<sub>1</sub>)가 '0'을 보낸 패킷들의 제1 채널상태 임계값과 데이터 패킷의 채널상태정보 사이의 유클리디안 거리(D<sub>2</sub>)보다 큰 경우, 정보비트를 '0'으로 판별할 수 있다. 또한, '1'을 보낸 패킷들의 제2 채널상태 임계값과 데이터 패킷의 채널상태정보 사이의 유클리디안 거리(D<sub>1</sub>)가 '0'을 보낸 패킷들의 제1 채널상태 임계값과 데이터 패킷의 채널상태 정보 사이의 유클리디안 거리(D<sub>2</sub>)보다 작은 경우, 정보비트를 '1'로 판별할 수 있다.

[0096] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 백스캐터 시스템을 이용한 상향 링크 통신 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0097] 도 6을 참조하면, 액세스 포인트(300)는 무선 신호를 브로드캐스팅한다(S610). 즉, 액세스 포인트(300)는 무선 신호를 주변의 리더기(200)와 무전력 센서 노드(100)로 전송한다.

[0098] 단계 S610이 수행되면, 무전력 센서 노드(100)는 액세스 포인트(300)로부터 수신한 무선 신호에 리더기(200)에 보낼 정보를 실어 전송한다(S620).

[0099] 단계 S620이 수행되면, 리더기(200)는 복수의 안테나를 통해 무전력 센서 노드(100)에서 반사된 신호를 수신한다(S630). 이때, 리더기(200)는 구비된 안테나의 개수에 대응되는 개수의 동일한 신호를 수신하게 된다.

[0100] 단계 S630이 수행되면, 리더기(200)는 수신된 각 신호에 대해 평균화 연산을 수행하고(S640), 평균화 연산이 수행된 각 신호의 프리앰블 신호를 기초로 각 부반송파의 채널상태정보를 각각 산출한다(S650). 이때, 각 신호에 대해 평균화 연산을 수행하면, 신호의 신호 대 잡음 전력비가 개선되고, 결과적으로 채널 상태 정보의 신호 전력 대 잡음 전력의 비율이 개선될 수 있다.

[0101] 단계 S650이 수행되면, 리더기(200)는 각 부반송파의 채널 상태 정보에 근거하여 수신 신호들 중에서 가장 수신 상태가 좋은 신호를 선택한다(S660). 리더기(200)가 복수의 수신 신호 중에서 가장 수신 상태가 좋은 신호를 선택하는 방법에 대한 상세한 설명은 도 7을 참조하기로 한다.

[0102] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링크 통신에서 리더기의 신호 검출 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0103] 도 7을 참조하면, 리더기는 복수의 안테나를 통해 무전력 센서 노드에서 반사된 신호를 각각 수신하고(S710),

수신된 각 신호에 대해 평균화 연산을 각각 수행한다(S720). 이때, 리더기는 각 신호의 프리앰블에 포함된 LTS를 주파수 영역의 LTS로 변환하고, 주파수 영역의 LTS에 대해 평균화 연산을 수행할 수 있다. 복수의 안테나로 수신된 신호들에 대해 평균화를 수행함으로써, 신호의 신호 대 잡음 전력비를 증가시킬 수 있다.

[0104] 단계 S720이 수행되면, 리더기는 평균화 연산이 수행된 각 신호의 프리앰블 신호를 기초로 각 부반송파의 채널 상태정보를 각각 산출한다(S730). 이때, 리더기는 주파수 영역의 LTS를 기 설정된 LTS로 나누어 각 부반송파의 채널 상태정보를 산출할 수 있다.

[0105] 단계 S730이 수행되면, 리더기는 프리앰블 비트가 '1'일 때와 '0'일 때 각각에 대해, 프리앰블 신호에서 '1'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제1 채널상태 임계값을 산출하고, 프리앰블 신호에서 '0'을 전송한 패킷들을 평균화하여 제2 채널상태 임계값을 산출한다(S740).

[0106] 단계 S740이 수행되면, 리더기는 각 부반송파별로 제1 채널상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리를 산출하고(S750), 각 부송파마다 두 채널상태 임계값 사이의 거리가 가장 큰 안테나의 신호를 선택한다(S760). 즉, 리더기는 제1 채널 상태 임계값과 제2 채널상태 임계값 사이의 거리가 가장 큰 신호를 수신 상태가 가장 좋은 신호로 판단하여 선택할 수 있다.

[0107] 단계 S760이 수행되면, 리더기는 선택된 신호에 대한 채널상태정보를 제1 및 제2 채널상태 임계값과 비교하여 정보 비트를 판별한다(S770). 이때, 리더기는 각 부반송파의 채널상태정보와 제1 또는 제2 채널상태 임계값 간의 유클리디안 거리를 각각 산출하고, 산출된 유클리디안 거리를 근거로 정보 비트를 판별할 수 있다. 즉, '1'을 보낸 패킷들의 제2 채널상태 임계값과 데이터 패킷의 채널상태정보 사이의 유클리디안 거리( $D_1$ )가 '0'을 보낸 패킷들의 제1 채널상태 임계값과 데이터 패킷의 채널상태정보 사이의 유클리디안 거리( $D_2$ )보다 큰 경우, 정보비트를 '0'으로 판별할 수 있다. 또한, '1'을 보낸 패킷들의 제2 채널상태 임계값과 데이터 패킷의 채널상태정보 사이의 유클리디안 거리( $D_1$ )가 '0'을 보낸 패킷들의 제1 채널상태 임계값과 데이터 패킷의 채널상태정보 사이의 유클리디안 거리( $D_2$ )보다 작은 경우, 정보비트를 '1'로 판별할 수 있다.

[0108] 도 8은 LTS 평균화 연산만 수행한 후 정보를 검출한 경우의 비트 오류 성능을 나타낸 그래프이다.

[0109] 도 8을 참조하면, 가로 축은 무전력 센서 노드(100)와 리더기 사이의 거리를 의미하고, 세로축은 비트 오류율을 나타내며, 액세스 포인트와 무전력 센서 노드 사이의 거리는 2m, 평균화에 사용된 패킷의 수  $L$ 은 5, 10, 20인 경우의 결과 성능이다. 결과 성능을 보면,  $L$ 이 커질수록 최대 비트 레이트는 감소하지만, 기준 비트 오류율(예컨대,  $10^{-2}$ )을 달성할 수 있는 무전력 센서 노드와 리더기 사이의 거리는 증가함을 알 수 있다.

[0110] 도 9는 복수의 신호 중에서 하나의 신호를 선택하는 선택적 기법만을 적용한 경우의 비트 오류 성능을 나타낸 그래프이다. 수신에 사용된 다중 안테나의 수는 2개, 4개, 8개로 설정된다. 도 9를 참조하면, 안테나 수가 많을수록 전송 거리에 따른 비트 오류율이 개선됨을 알 수 있다. 또한, 수신 신호 중 좋은 상태의 신호가 많을수록 성능이 개선되어 가까운 거리일수록 큰 성능 개선이 이루어짐을 확인할 수 있다.

[0111] 도 10은 본 발명이 적용된 경우의 비트 오류 성능을 나타낸 그래프이다.

[0112] 도 10을 참조하면, 신호의 평균화 연산이 복수의 안테나로 수신한 신호들의 상태를 먼저 개선하기 때문에 선택적으로 신호를 선택하는 방법으로 더 많은 성능 향상이 가능함을 알 수 있다. 또한, 도 8 및 도 9와 비교하여, 2배 이상 전송 거리가 향상된 것을 확인할 수 있다.

[0113] 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0114] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)를 포함한다.

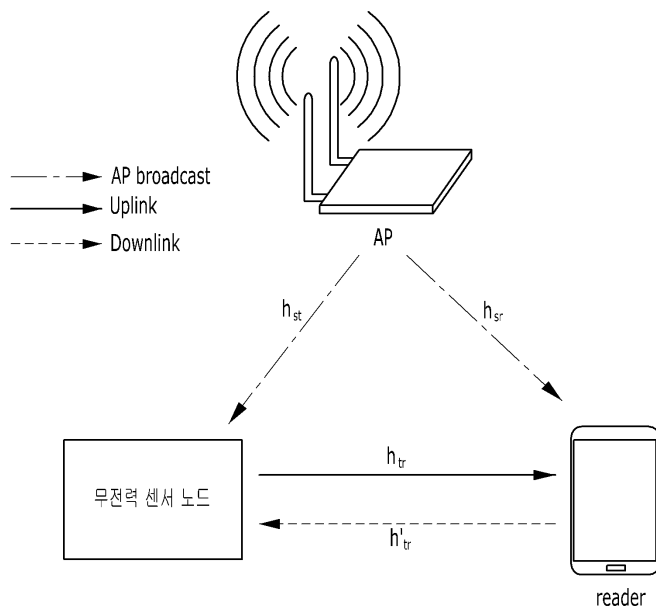
[0115] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

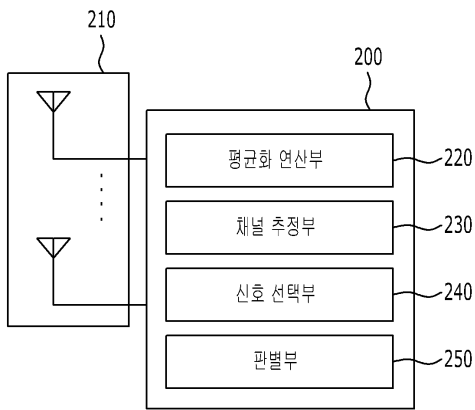
- [0116]
- 100 : 무전력 센서 노드
  - 200 : 리더기
  - 210 : 안테나
  - 220 : 평균화 연산부
  - 230 : 채널상태 측정부
  - 240 : 신호 선택부
  - 242 : 임계값 산출모듈
  - 244 : 거리 산출모듈
  - 246 : 신호 선택모듈
  - 250 : 판별부

**도면**

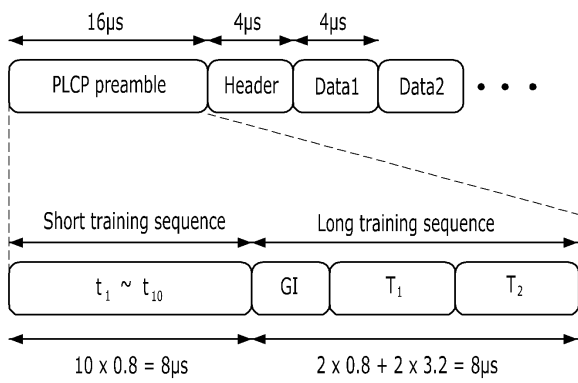
**도면1**



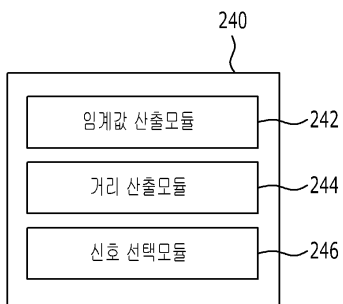
도면2



도면3

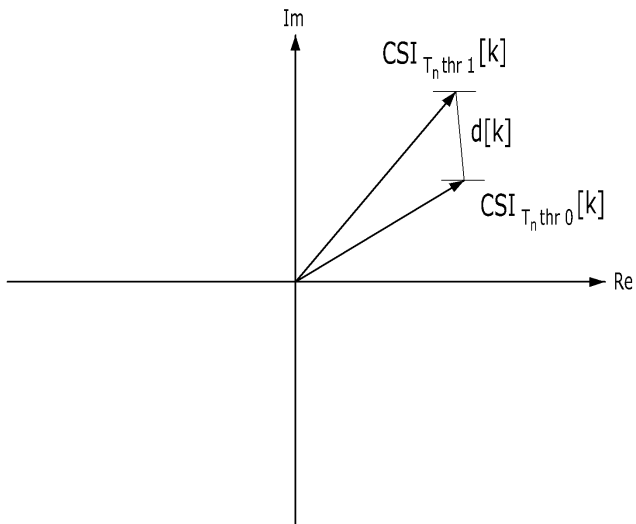


도면4

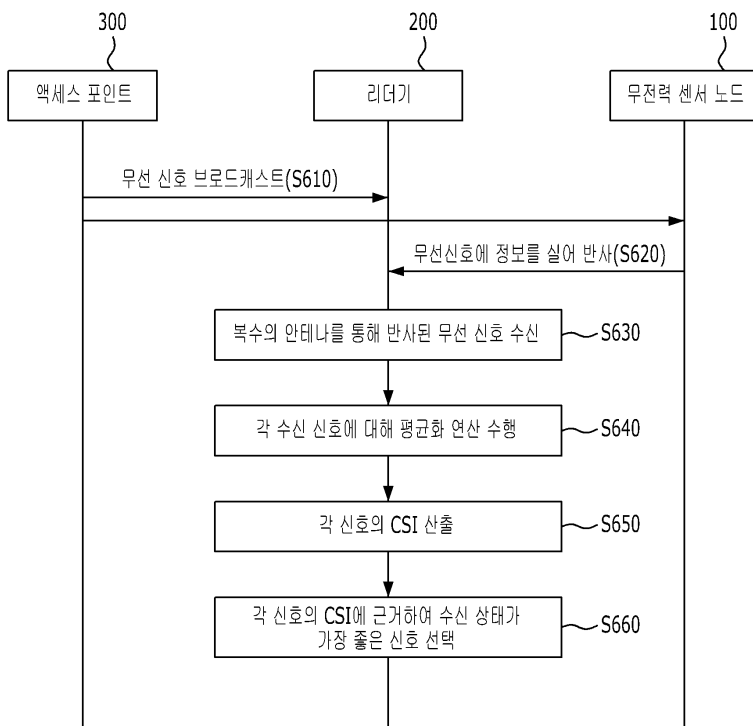




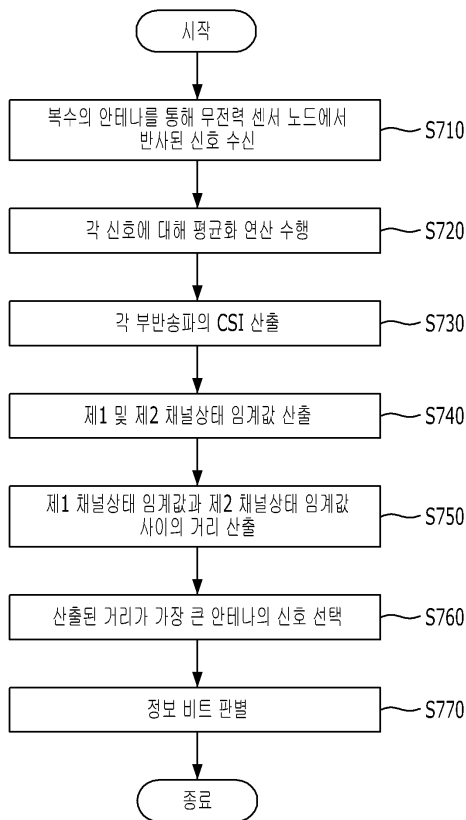
도면5



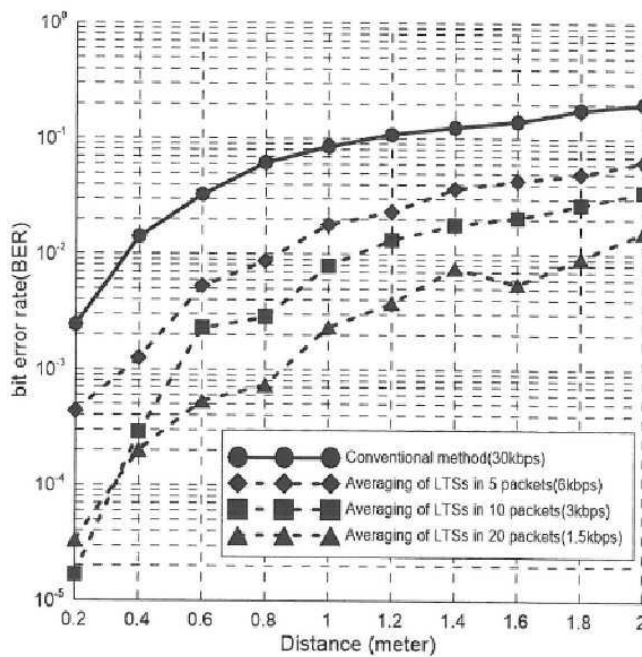
도면6



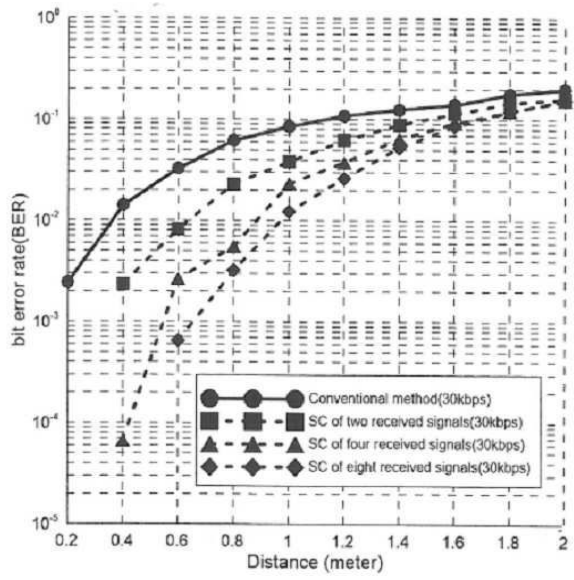
도면7



도면8



도면9



도면10

