(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월01일
(11) 등록번호 10-1590293
(24) 등록일자 2016년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 17/14 (2014.01) *H04B 17/30* (2014.01)
H04B 7/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 17/14 (2015.01)
H04B 17/30 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2015-0013939
(22) 출원일자 2015년01월29일
심사청구일자 2015년01월29일
(56) 선행기술조사문헌
US20110044273 A1*
US20130265140 A1*
Bryce Kellogg et. al., "Wi-Fi backscatter: internet connectivity for RF-powered devices," Proceedings of SIGCOMM'14, pp. 607-618.(2014)*
*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 뚝섬로35길 32, 308동 1110호 (자양동, 우성3차아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 신상길

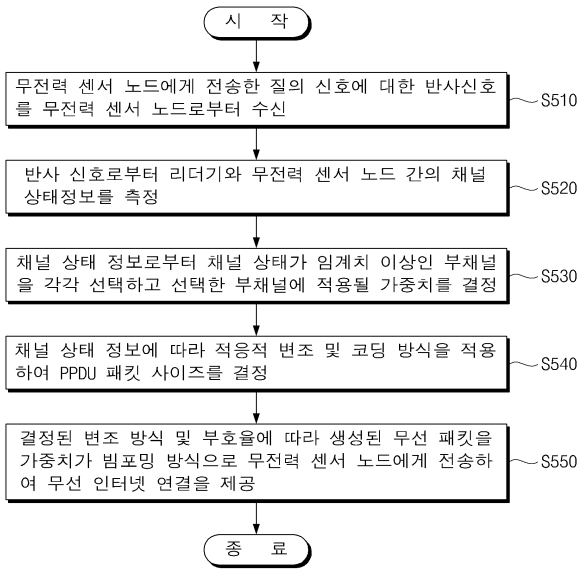
(54) 발명의 명칭 **무전력 센서 노드를 포함한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 무선 인터넷 연결 방법**

(57) 요 약

본 발명은 무전력 센서 노드를 포함한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 무선 인터넷 연결 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 백스캐터 시스템을 이용한 무선 인터넷 연결 방법에 있어서, 리더기가 무전력 센서 노드에게 질의 신호를 무선 전송하고 상기 질의 신호에 대한 반사 신호를 상기 무전력 센서 노드로부터 수신하는 단계와,

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도5



상기 반사 신호로부터 상기 리더기와 상기 무전력 센서 노드 간의 채널 상태 정보(CSI;Channel State Information)를 측정하는 단계와, 상기 채널 상태 정보로부터 채널 상태가 임계치 이상인 부채널을 각각 선택하고, 상기 선택한 부채널에 적용될 가중치를 결정하는 단계, 및 액세스포인트로부터 기 전송받은 무선 인터넷 신호에 대응하여 생성한 무선 패킷을 상기 가중치가 적용된 부채널을 통하여 빔포밍 방식으로 상기 무전력 센서 노드로 전송하는 단계를 포함하는 무선 인터넷 연결 방법을 제공한다.

상기 무전력 센서 노드를 포함한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 무선 인터넷 연결 방법에 따르면, 리더기와 무전력 센서 노드 간의 채널 정보를 고려하여 리더기가 무전력 센서 노드에게 무선 인터넷 신호를 빔포밍 방식으로 전송함에 따라 전송 거리를 극대화할 수 있는 이점이 있다.

(52) CPC특허분류
H04B 7/0408 (2013.01)
H04B 7/22 (2013.01)

(72) 발명자
정수현
서울 노원구 덕릉로 595, 102동 1406호 (중계동, 신안아파트)

유승준
서울 광진구 동일로42길 10

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

명 세 서

청구범위

청구항 1

백스캐터 시스템을 이용한 무선 인터넷 연결 방법에 있어서,

리더기가 무전력 센서 노드에게 질의 신호를 무선 전송하고 상기 질의 신호에 대한 반사 신호를 상기 무전력 센서 노드로부터 수신하는 단계;

상기 반사 신호로부터 상기 리더기와 상기 무전력 센서 노드 간의 채널 상태 정보(CSI;Channel State Information)를 측정하는 단계;

상기 채널 상태 정보로부터 채널 상태가 임계치 이상인 부채널을 각각 선택하고, 상기 선택한 부채널에 적용될 가중치를 결정하는 단계;

상기 채널 상태 정보에 따라 적응적 변조 및 코딩 방식(AMC;Adaptive Modulation and Coding)을 적용하여 각각의 부채널 별로 무선 패킷에 대한 PPDU(Physical Protocol Data Unit) 패킷 사이즈를 결정하는 단계; 및

상기 각각의 부채널 별로 상기 적응적 변조 및 코딩 방식에 따라 생성한 상기 무선 패킷을 상기 각각의 부채널을 통해 상기 무전력 센서 노드로 전송하되, 상기 각각의 부채널 중 상기 채널 상태가 임계치 이상인 부채널에는 상기 가중치를 적용하여 빔포밍 방식으로 전송하는 단계를 포함하며,

상기 리더기는,

액세스 포인트로부터 기 전송받은 무선 인터넷 신호에 기초하여 상기 무선 패킷을 전송하는 무선 인터넷 연결 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 선택한 부채널에 적용될 가중치를 결정하는 단계는,

아래의 수학식을 이용하여 가중치를 결정하는 무선 인터넷 연결 방법:

$$CSI_{weighted} = \sum_{i=1}^{G} \frac{CSI_i}{\sigma_i^2}$$

여기서, $CSI_{weighted}$는 상기 가중치, G는 상기 채널상태가 임계치 이상인 부채널의 개수, CSI_i는 G개의 부채널 중에서 i번째 부채널 상에서 계산된 정규화된 채널상태 정보, σ_i^2 는 상기 i번째 부채널의 잡음 분산을 나타낸다.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 리더기가 상기 무전력 센서 노드에게 질의 신호를 무선 전송하기 이전에,

상기 리더기 및 상기 무전력 센서 노드가 액세스 포인트로부터 상기 무선 인터넷 신호를 수신하는 단계를 더 포함하고,

상기 리더기는 상기 수신한 무선 인터넷 신호를 저장하고, 상기 무전력 센서 노드는 상기 수신한 무선 인터넷

신호를 에너지 하베스팅하여 충전하는 무선 인터넷 연결 방법.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 리더기는,

상기 무선 인터넷 신호에 포함된 1의 비트에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하고 0의 비트에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 무선 패킷을 상기 무전력 센서 노드로 전송하는 무선 인터넷 연결 방법.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,

상기 무선 패킷을 전송하기 이전에,

상기 리더기가 상기 무전력 센서 노드를 포함하는 주변의 기기에 씨티에스 투 셀프(CTS-to-Self) 패킷을 브로드캐스팅 방식으로 전송하는 단계를 더 포함하는 무선 인터넷 연결 방법.

청구항 7

무전력 센서 노드, 리더기, 액세스 포인트를 포함하는 백스캐터 시스템에 있어서,

상기 리더기는,

무전력 센서 노드에게 질의 신호를 무선 전송하고 상기 질의 신호에 대한 반사 신호를 상기 무전력 센서 노드로부터 수신하는 통신부;

상기 반사 신호로부터 상기 리더기와 상기 무전력 센서 노드 간의 채널 상태 정보(CSI;Channel State Information)를 측정하는 채널 측정부;

상기 채널 상태 정보로부터 채널 상태가 임계치 이상인 부채널을 각각 선택하는 부채널 선택부; 및

상기 선택한 부채널에 적용될 가중치를 결정하는 가중치 연산부를 포함하며,

상기 통신부는,

상기 채널 상태 정보에 따라 적응적 변조 및 코딩 방식(AMC;Adaptive Modulation and Coding)을 적용하여 각각의 부채널 별로 무선 패킷에 대한 PPDU(Physical Protocol Data Unit) 패킷 사이즈를 결정하며,

상기 각각의 부채널 별로 상기 적응적 변조 및 코딩 방식에 따라 생성한 상기 무선 패킷을 상기 각각의 부채널을 통해 상기 무전력 센서 노드로 전송하되, 상기 각각의 부채널 중 상기 채널 상태가 임계치 이상인 부채널에는 상기 가중치를 적용하여 빔포밍 방식으로 전송하며,

상기 리더기는,

상기 액세스 포인트로부터 기 전송받은 무선 인터넷 신호에 기초하여 상기 무선 패킷을 전송하는 백스캐터 시스템.

청구항 8

삭제

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 가중치 연산부는,

아래의 수학식을 이용하여 가중치를 결정하는 백스캐터 시스템:

$$CSI_{weighted} = \sum_{i=1}^{G} \frac{CSI_i}{\sigma_i^2}$$

여기서, $CSI_{weighted}$는 상기 가중치, G는 상기 채널상태가 임계치 이상인 부채널의 개수, CSI_i는 G개의 부채널 중에서 i번째 부채널 상에서 계산된 정규화된 채널상태 정보, σ_i^2 는 상기 i번째 부채널의 잡음 분산을 나타낸다.

청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 리더기가 상기 무전력 센서 노드에게 질의 신호를 무선 전송하기 이전에,

상기 리더기 및 상기 무전력 센서 노드가 액세스 포인트로부터 상기 무선 인터넷 신호를 수신하고,

상기 리더기는 상기 수신한 무선 인터넷 신호를 저장하고, 상기 무전력 센서 노드는 상기 수신한 무선 인터넷 신호를 에너지 하베스팅하여 충전하는 백스캐터 시스템.

청구항 11

청구항 7 또는 청구항 10에 있어서,

상기 리더기는,

상기 무선 인터넷 신호에 포함된 1의 비트에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하고 0의 비트에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 무선 패킷을 상기 무전력 센서 노드로 전송하는 백스캐터 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무전력 센서 노드를 포함한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 무선 인터넷 연결 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 배터리가 없는 수동형 무전력 센서 노드에 무선 인터넷을 연결할 수 있는 무전력 센서 노드를 포함한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 무선 인터넷 연결 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 사물 인터넷(IoT;Internet of Things) 통신에 대한 관심이 급증함에 따라 전력 공급 장치를 필요로 하지 않는 기기에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 기존에 사용하고 있는 Wi-Fi 에너지 하베스팅(Wi-Fi Energy Harvesting) 기술은 Wi-Fi RF 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.

[0003] 그리고 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. 제품에 붙이는 태그에 정보를 담고, 리더로 하여금 안테나를 통해 이 정보를 읽도록 한다. 현대 IoT 산업에서 RFID 기기가 사용되기 위해서는 다양한 정보의 장기간 저장 및 관리가 가능하도록 태그의 메모리 크기가 확장되고 있으며 해당 정보를 태그에 읽고 쓸 수 있게 하는 향상된 무선 RFID 통신 기술이 연구되고 있다.

[0004] 최근에는 에너지 하베스팅 기술과 RFID 기술을 접목시킨 Wi-Fi 백스캐터 기술이 제안되고 있다. Wi-Fi 백스캐터(Wi-Fi Backscatter) 기술에서 무전력 센서 노드는 Wi-Fi 헬퍼(Helper)로 사용되는 Wi-Fi 무선 공유기(AP;Access Point)로부터 전송되는 Wi-Fi RF 신호를 스스로 읽을 수 없기 때문에 이 Wi-Fi RF 신호를 Wi-Fi 에너지 하베스팅 기술을 통해 통신에 필요한 전력으로 공급받도록 설계된다. 이에 따라 무전력 센서 노드는 기존에 통신을 위해 사용하던 Wi-Fi RF 신호를 전력을 공급받기 위해 사용할 수 있다. 또한 무전력 센서 노드는 전력 공급 장치가 없음에도 불구하고 Wi-Fi 연결을 제공받을 수 있게 된다.

[0005] 일반적으로 Wi-Fi 에너지 하베스팅 기술을 통해 전력을 공급받는 무전력 센서 노드는 굉장히 낮은 전력으로 동작하기 때문에 리더가 무전력 센서 노드로부터 정보를 읽어 들이는 것은 가능하지만, 기존의 Wi-Fi 통신을 사용하여 무전력 센서 노드에게 무선 인터넷 연결을 제공하는 것은 불가능하였다. 이와 달리 Wi-Fi 백스캐터 기술의 경우는 주변에 있는 기존의 Wi-Fi 장치를 리더로 이용하여 저전력으로 동작하는 태그에게 무선 인터넷 연결을 제공할 수 있다. 하지만 현재의 Wi-Fi 백스캐터 기술은 아직까지는 전송 범위가 넓지 않으며 그로 인해 응용이 제한적인 단점이 있다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제2008-0042578호(2008.05.15 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 백스캐터 시스템에서 리더와 무전력 센서 노드 간의 전송 범위를 확장할 수 있는 무전력 센서 노드를 포함한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 무선 인터넷 연결 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 백스캐터 시스템을 이용한 무선 인터넷 연결 방법에 있어서, 리더기가 무전력 센서 노드에게 질의 신호를 무선 전송하고 상기 질의 신호에 대한 반사 신호를 상기 무전력 센서 노드로부터 수신하는 단계와, 상기 반사 신호로부터 상기 리더기와 상기 무전력 센서 노드 간의 채널 상태 정보(CSI;Channel State Information)를 측정하는 단계와, 상기 채널 상태 정보로부터 채널 상태가 임계치 이상인 부채널을 각각 선택하고, 상기 선택한 부채널에 적용될 가중치를 결정하는 단계, 및 액세스포인트로부터 기 전송받은 무선 인터넷 신호에 대응하여 생성한 무선 패킷을 상기 가중치가 적용된 부채널을 통하여 빔포밍 방식으로 상기 무전력 센서 노드로 전송하는 단계를 포함하는 무선 인터넷 연결 방법을 제공한다.

[0009] 여기서, 상기 무선 인터넷 연결 방법은 상기 채널 상태 정보에 따라 적응적 변조 및 코딩 방식(AMC;Adaptive Modulation and Coding)을 적용하여 각각의 부채널 별로 상기 무선 패킷에 대한 PPDU(Physical Protocol Data Unit) 패킷 사이즈를 결정하는 단계를 더 포함하며, 상기 무선 패킷을 전송하는 단계는, 상기 각각의 부채널 별로 상기 적응적 변조 및 코딩 방식에 따라 생성한 상기 무선 패킷을 상기 각각의 부채널을 통해 전송하되, 상기 채널 상태가 임계치 이상인 부채널에는 상기 가중치를 적용하여 전송할 수 있다.

[0010] 여기서, 상기 선택한 부채널에 적용될 가중치를 결정하는 단계는, 아래의 수학식을 이용하여 가중치를 결정할 수 있다.

$$CSI_{weighted} = \sum_{i=1}^{G} \frac{CSI_i}{\sigma_i^2}$$

[0011]

[0012] 여기서, $CSI_{weighted}$는 상기 가중치, G는 상기 채널상태가 임계치 이상인 부채널의 개수, CSI_i는 G개의 부채널 중에서 i번째 부채널 상에서 계산된 정규화된 채널상태 정보, σ_i^2 는 상기 i번째 부채널의 잡음 분산을 나타낸다.

[0013] 또한, 상기 무선 인터넷 연결 방법은, 상기 리더기가 상기 무전력 센서 노드에게 질의 신호를 무선 전송하기 이전에, 상기 리더기 및 상기 무전력 센서 노드가 액세스 포인트로부터 무선 인터넷 신호를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 리더기는 상기 무선 인터넷 신호를 저장하고, 상기 무전력 센서 노드는 상기 수신한 무선 인터넷 신호를 에너지 하베스팅하여 충전할 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 리더기는, 상기 무선 인터넷 신호에 포함된 1의 비트에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하고 0의 비트에 대응하여 상기 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 상기 무선 패킷을 상기 무전력 센서 노드로 전송할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 무선 패킷을 전송하기 이전에, 상기 무선 인터넷 연결 방법은, 상기 리더기가 상기 무전력 센서 노드를 포함하는 주변의 기기에 씨티에스 투 셀프(CTS-to-Self) 패킷을 브로드캐스팅 방식으로 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 그리고, 본 발명은 무전력 센서 노드, 리더기, 액세스 포인트를 포함하는 백스캐터 시스템에 있어서, 상기 리더

기는, 무전력 센서 노드에게 질의 신호를 무선 전송하고 상기 질의 신호에 대한 반사 신호를 상기 무전력 센서 노드로부터 수신하는 통신부와, 상기 반사 신호로부터 상기 리더기와 상기 무전력 센서 노드 간의 채널 상태 정보(CSI;Channel State Information)를 측정하는 채널 측정부와, 상기 채널 상태 정보로부터 채널 상태가 임계치 이상인 부채널을 각각 선택하는 부채널 선택부, 및 상기 선택한 부채널에 적용될 가중치를 결정하는 가중치 연산부를 포함하며, 상기 통신부는, 액세스포인트로부터 기 전송받은 무선 인터넷 신호에 대응하여 생성한 무선 패킷을 상기 가중치가 적용된 부채널을 통하여 빔포밍 방식으로 상기 무전력 센서 노드로 전송 백스캐터 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 무전력 센서 노드를 포함한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 무선 인터넷 연결 방법에 따르면, 리더기와 무전력 센서 노드 간의 채널 정보를 고려하여 리더기가 무전력 센서 노드에게 무선 인터넷 신호를 빔포밍 방식으로 전송함에 따라 전송 거리를 극대화할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 무전력 센서 노드의 구성을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템에서 리더기의 구체적인 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에에 따른 백스캐터 시스템에서의 패킷 구조를 나타낸 도면이다.

도 5는 도 3에 도시된 리더기가 무전력 센서 노드에게 무선 인터넷 연결을 제공하는 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에서 업링크 및 다운링크 통신 절차를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예의 향상된 에러 성능을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0020] 우선 본 발명의 실시예는 무선 접속 시스템인 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802 시스템에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에서 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 부분들은 상기 문서에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다. 도 1을 참조하면, 백스캐터 시스템은 액세스 포인트(300), 리더기(100), 무전력 센서 노드(200)를 포함한다.

[0022] 우선, 액세스 포인트(300)(Access Point;AP)는 일반적인 무선 공유기에 해당될 수 있으며, 주변 기기에 무선 인터넷 연결을 지원한다.

[0023] 본 발명의 실시예에서 무선 인터넷이란 통상의 Wi-Fi에 해당될 수 있으며, 이 경우 액세스 포인트(300)는 Wi-Fi 헬퍼(Helper)로 사용되는 Wi-Fi 무선 공유기(Access Point: 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.

[0024] 액세스 포인트(300)는 리더기(100) 및 무전력 센서 노드(200)에 각각 무선 인터넷 신호(ex, Wi-Fi 신호)를 전송한다. 전송되는 무선 인터넷 신호는 송신 빔포밍이 적용된 무선 인터넷 신호에 해당될 수 있다. 이 경우 특정 방향으로 큰 세기의 신호가 전송된다. 이 무선 인터넷 신호에 의해 리더기(100)는 액세스 포인트(300)에 인터넷 연결된다.

[0025] 리더기(100)는 액세스 포인트(300)를 통해 무선 인터넷 접속이 가능한 기기로서, 통상의 휴대폰, 스마트폰, 스마트 패드, 노트북 등과 같이 무선 인터넷 기능(Wi-Fi 기능)이 내장된 사용자 단말에 해당될 수 있다.

[0026] 이 리더기(100)는 액세스 포인트(300)로부터 무선 인터넷 신호를 수신하고 이를 저장하며, 액세스 포인트(300)에 연결된 다른 기기 또는 통신망과 정보를 교환할 수도 있다. 또한 리더기(100)는 추후 이 저장된 무선 인터넷

신호를 무전력 센서 노드(200)가 인식할 수 있는 패킷 신호로 가공(변조)하여 무전력 센서 노드(200)로 전송할 수 있다. 이에 관해서는 추후 상세히 설명한다.

[0027] 무전력 센서 노드(200)는 액세스 포인트(300)로부터 무선 인터넷 신호를 수신하면 이를 에너지 하베스팅(Energy Harvesting)하여 충전하게 된다. 무선 인터넷 신호는 무전력 센서 노드(200)에서는 인식할 수 없는 신호로서 무전력 센서 노드(200)는 액세스 포인트(300)에서 전송된 무선 신호를 단지 충전만 한다.

[0028] 무전력 센서 노드(200)는 태그 형태로 구현될 수 있다. 이러한 무전력 센서 노드(200)는 RFID 태그 등과 같이 별도의 전원 공급 장치(배터리)가 존재하지 않는 무(無) 전지의 수동형 태그를 의미할 수 있다. 국내에서는 900MHz Gen2 protocol 및 13.56MHz 유사 Gen2 protocol이 표준 기술으로 선정되어 이미 태그에 상용화되고 있다.

[0029] 기본적으로 무전력 센서 노드(200)는 미세 전력으로 동작하며 배터리가 없기 때문에 Wi-Fi와 같이 전력 소모가 많은 무선 통신이 어렵지만, 리더기(100)를 이용하면 무전력 센서 노드(200)에 인터넷 연결성을 제공할 수 있다. 즉, 리더기(100)는 무전력 센서 노드(200)에 아주 간단한 무선 신호를 전송하고 무전력 센서 노드(200)는 이 간단한 신호를 쉽게 해독(복호)하여 이 리더기(100)를 매개로 하여 인터넷에 무선 연결될 수 있다. 이를 통해 사물 인터넷의 구현 또한 가능하게 된다.

[0030] 이를 위해, 초기에 리더기(100)는 무전력 센서 노드(200)에게 이 노드의 고유 정보(ex, 태그의 고유 정보)를 요청하는 질의 신호(request)를 무선 주파수를 통해 전송한다. 리더기(100)는 무전력 센서 노드(200)의 방향을 미리 알고 있다면 방향 빔포밍을 사용하여 무전력 센서 노드(200)에 신호를 전송할 수도 있지만, 이 경우 리더기(100)는 무전력 센서 노드(200)와 원활한 통신을 위하여 무전력 센서 노드(200)에 대한 최소한의 방향 정보를 미리 저장해 두어야 한다.

[0031] 질의 신호에 반응한 무전력 센서 노드(200)는 그 응답 신호인 반사 신호를 리더기(100)로 전송한다. 이는 무전력 센서 노드(200)에서 리더기(100)로 업링크(Up Link;UL) 신호를 전송하는 과정에 해당된다.

[0032] 도 2는 도 1에 도시된 무전력 센서 노드의 구성을 나타낸 도면이다. 무전력 센서 노드(200)는 안테나(210), 임피던스 정합회로(220), 정류회로(230)를 포함한다. 무전력 센서 노드(200)는 질의 신호에 대한 응답 신호를 후방 산란(백스캐터;Backscatter) 변조하여 전송한다. 즉, 무전력 센서 노드(200)는 안테나(210)에 수신된 질의 신호에 대한 응답 신호를 임피던스 정합회로(220)를 통해 후방 산란 변조하여 다시 안테나(210)로 반사시킨다. 이때 안테나(210)를 사용하여 반사하는 양(RCS;radar cross section)을 조절할 수 있다. 정류회로(230)는 앞서 설명한 에너지 하베스팅과 관련된 요소이며, 액세스 포인트(300)에서 수신한 무선 인터넷 신호를 정류하여 무전력 센서 노드(200)의 전원으로 충전하여 사용한다.

[0033] 무전력 센서 노드(200)가 제공하는 응답 신호(response)는 이 노드의 고유 정보를 의미하는 것으로서, 쉽게 말해 노드(ex, 태그)의 ID를 임피던스 변조한 신호를 나타낸다. 이 응답 신호는 어떤 부채널에서는 제대로 수신되고 어떤 부채널에서는 제대로 수신되지 않는다. 리더기(100)는 이러한 점을 이용하여 리더기(100)와 무전력 센서 노드(200) 사이의 채널 상태를 추정할 수 있다. 결과적으로, 무전력 센서 노드(200)가 전송하는 응답 신호는 무전력 센서 노드(200)의 고유 정보인 동시에 채널 정보를 의미하는 것을 알 수 있다.

[0034] 리더기(100)는 무전력 센서 노드(200)와의 채널 상태 정보(CSI;Channel State Information)를 바탕으로 채널 상태가 좋은 부채널들을 선별하고 선별한 부채널들에 적용할 가중치를 계산한다. 리더기(100)는 추후 무전력 센서 노드(200)에 다운링크(Down Link;DL) 신호를 전송할 때, 가중치가 적용된 부채널을 통하여 무선 패킷을 빔포밍 방식으로 전송하여 전송 거리를 넓힌다. 전송된 무선 패킷은 매우 간단한 구조를 가지기 때문에 무전력 센서 노드(200)가 쉽게 해독할 수 있는데, 이를 통해 무전력 센서 노드(200)에 인터넷 연결성을 제공한다.

[0035] 리더기(100)의 다운 링크 신호인 무선 패킷은 앞서 액세스 포인트(300)로부터 수신한 무선 인터넷 신호를 무전력 센서 노드(200)에서 인식할 수 있게 생성한 것이며 일종의 Wi-Fi 신호로 볼 수 있다. 무전력 센서 노드(200)는 리더기(100)로부터 무선 패킷을 수신하고 이를 복호함에 따라 리더기(100)에 무선 인터넷 연결된다.

[0036] 기본적으로 무전력 센서 노드(200)는 Wi-Fi 신호를 복조하는 능력이 없지만 리더기(100)에서 전송된 다운 링크 신호의 복조는 가능하다. 그 이유는 리더기(100)에서 무선 패킷의 송신 시에 무선 패킷을 보내는 구간과 보내지 않는 구간으로 구분하여 전송하기 때문이다.

[0037] 무전력 센서 노드(200)는 무선 패킷이 보내진 구간은 1에 대응하는 신호이고 무선 패킷이 보내지지 않은 구간은 0에 대응하는 신호로 복조하면 된다. 예를 들어, 무전력 센서 노드(200)가 Wi-Fi 패킷 하나를 수신한 경우에는

1을 복호하고 동일한 시간 동안 AWGN 및 간섭 신호만 수신한 경우에는 0을 복호할 수 있다. 물론, 이 두 신호를 판단하기 위한 방법으로 포락선 검파기를 사용하여 피크 전력을 구한 후 피크 전력의 절반보다 큰 수신 신호는 1로, 그렇지 않은 신호는 0으로 판단할 수 있다.

[0038] 이상과 같은 본 발명의 실시예는 기존에 사용되고 있는 무전력 센서 노드와 리더기를 이용하여 별도의 전원 공급 장치 없이 무전력 센서 노드에 인터넷 연결을 제공할 수 있으며 인터넷 연결 시에 빔포밍 기술을 사용함에 따라 전송 신호의 세기를 증대시키고 보다 향상된 전송 범위의 통신을 제공할 수 있다.

[0039] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 백스캐터 시스템에서 리더기의 구체적인 구성을 나타낸 도면이다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 리더기(100)는 통신부(110), 채널 측정부(120), 부채널 선택부(130), 가중치 연산부(140)를 포함한다.

[0040] 통신부(110)는 무전력 센서 노드(200)에게 질의 신호를 무선 전송하고 이 질의 신호에 대한 반사 신호(응답 신호)를 무전력 센서 노드(200)로부터 수신한다.

[0041] 통신부(110)는 부채널의 개수에 대응하는 Nt개의 안테나(1,2,…,Nt)를 포함한다. 예를 들어 통신부(110)는 64개의 부반송파로 구성된 질의 신호를 32개의 부채널에 실어서 한번에 전송하게 되며 이 질의 신호에 반응한 무전력 센서 노드(200)로부터 임피던스 변조된 반사 신호를 응답 신호로 수신한다.

[0042] 채널 측정부(120)는 무전력 센서 노드(200)로부터 수신한 반사 신호로부터 리더기(100)와 무전력 센서 노드(200) 간의 채널 상태 정보(CSI)를 측정한다.채널 상태 정보는 채널 상태가 좋은 부채널과 채널 상태가 나쁜 부채널을 구분하는 척도가 된다. 각각의 부채널에 대한 채널 상태 정보는 무전력 센서 노드(200)로부터 수신한 반사 신호(태그의 ID 신호)의 수신 신호 세기(RSS;Received Signal Strength)를 각각의 부채널 별로 분석하여 알 수 있다.

[0043] 본 발명의 실시예에서 리더기(100)는 반사 신호를 단순히 노드의 고유 정보만으로 활용하지 않으며 반사 신호의 수신 세기를 분석하여 각 부채널의 채널 상태 또한 추측한다. 이는 추후 무전력 센서 노드(200)에 다운링크 신호를 전송할 때 채널 상태가 좋은 부채널을 특정 개수만큼 선택하여 선택된 부채널 만으로 다운링크 신호를 전송함으로써 대역 효율을 극대화시키기 위함이다.

[0044] 즉, 부채널 선택부(130)는 분석된 채널 상태 정보로부터 채널 상태가 임계치 이상인 G개의 부채널을 각각 선택한다. 그리고 가중치 연산부(140)는 선택한 G개의 부채널에 적용될 가중치를 수학식 1을 통해 결정한다.

수학식 1

[0045]
$$CSI_{weighted} = \sum_{i=1}^{G} \frac{CSI_i}{\sigma_i^2}$$

[0046] 여기서, $CSI_{weighted}$는 상기 가중치, G는 상기 채널상태가 임계치 이상인 부채널의 개수, CSI_i는 G개의 부채널 중에서 i번째 부채널 상에서 계산된 정규화된 채널상태 정보, σ_i^2 는 상기 i번째 부채널의 잡음 분산을 나타낸다. 여기서 채널 상태 정보(수신 신호 세기)를 정규화한다는 것은 수신 신호 세기를 기 정해진 범위 내의 수치로 정규화한 것을 의미한다.

[0047] 수학식 1에 의하면 잡음의 분산이 낮을수록 가중치가 높게 부여되는 것을 알 수 있으며 이를 통해 신호의 신뢰성 및 전송 범위를 늘릴 수 있다. 또한 G개의 선택된 부채널 만으로 다운 링크 Wi-Fi 신호를 전송할 수 있다.

[0048] 통신부(110)는 무전력 센서 노드(200)에게 무선 패킷을 다운링크 전송할 때, 가중치가 적용된 G개의 부채널을 통하여 빔포밍 방식으로 전송하여 무전력 센서 노드(200)에 무선 인터넷 연결을 제공한다. 여기서 무전력 센서 노드(200)는 수신한 다운링크 신호에 자동으로 반응하여 그 반사 신호를 응답으로 보내게 된다. 이는 백스캐터 태그의 경우 기본적으로 받은 신호를 즉시 반사시키는 특성을 가지기 때문이다.

[0049] 이상과 같은 방법으로 본 발명의 실시예는 주변에 있는 기존의 무선 인터넷 장치(Wi-Fi 장치)를 리더기(100)로 이용하여 저전력으로 동작하는 무전력 센서 노드(200)에게 인터넷 연결성을 제공할 수 있다.

[0050] 빔포밍 기법은 배열 안테나를 사용하여 수신기에 맞는 최적의 가중치를 계산하여 원하는 방향으로는 빔 방사 패턴을 극대화하고 원하지 않는 방향에는 패턴을 극소화할 수 있다. 빔포밍 기법을 통해 수신신호의 잡음을 크게 감쇄시킬 수 있으며 전송 신호의 전력을 증대시킬 수 있으며 최종적으로는 전송 거리를 극대화시킬 수 있다.

[0051] 본 발명의 실시예는 무전력 센서 노드(200)가 위치한 방향으로만 신호 전력을 크게 조절하는 방향 빔포밍을 사용하며, 이 빔포밍 방식을 통해 원하는 부채널로만 전력을 증대시켜 전송함으로써 전송 범위를 증대시킨다. 다시 말해, 본 발명의 실시예는 무전력 센서 노드(200)의 반사 신호를 통해 채널 상태 정보에 대한 피드백을 받고 이를 사용하여 신호의 세기를 증폭시켜서 최종 전송 거리를 늘리게 된다.

[0052] 본 발명의 실시예는 별도의 전원 공급 장치가 없는 기존의 태그에 Wi-Fi 신호를 넓은 범위(거리)로 제공하기 위해, 채널 상태 정보가 우수한 부채널에 가중치를 적용한 빔포밍 방식의 전송을 지원하므로, 기존의 Wi-Fi 백스캐터 기술에서 전송 범위가 좁은 문제점을 보완할 수 있다.

[0053] 이외에도 본 발명의 실시예는 빔포밍 방식과 함께, 채널 상태 정보에 따른 적응적 변조 및 코딩 방식(AMC;Adaptive Modulation and Coding)을 적용한 전송 방법을 사용할 수 있다. AMC 기술을 사용할 경우 채널 상태 정보에 따라 무선 패킷을 적응적 변조 및 코딩하되 개별 부채널 별로 무선 패킷에 대한 PPDU(Physical Protocol Data Unit) 패킷 사이즈를 결정한다.

[0054] 이러한 AMC 기술은 채널 상태 정보를 분석한 다음 미리 정해놓은 코드북을 사용하여 변조방식 및 부호화율(MCS;Modulation and Coding Set)을 적응적으로 변화시킨다. 예를 들어, 미리 정해놓은 코드북 중에서 해당 부채널의 채널 상태 값이 가장 높다면 패킷의 PPDU 길이가 가장 짧아지도록 MCS를 선택하고, 그 반대의 경우는 패킷의 PPDU 길이가 가장 길어지도록 선택한다. 여기서 길이란 시간적 길이를 의미하는 것으로서, 예를 들어 1010으로 구성된 무선 패킷의 전송시, 채널 상태가 좋은 부채널의 경우 각 비트의 전송시간을 짧게 하여 높은 주파수 형태의 패킷 신호로 만들고 채널 상태가 좋지 않은 부채널의 경우 반대로 각 비트의 전송시간을 길게 하여 낮은 주파수 형태의 패킷 신호로 만든다.

[0055] 이와 같이 빔포밍 방식과 AMC 방식을 모두 사용할 경우는 단순히 빔포밍 방식만 사용하는 경우와 달리, 채널상태가 좋은 부채널과 나쁜 부채널을 모두 사용하여 무선 패킷(Wi-Fi 신호)를 전송한다. 이때, 채널의 상태가 좋은 부채널을 통해서는 가중치가 부여되는 동시에 짧은 길이의 패킷으로 전송하고, 채널의 상태가 나쁜 부채널을 통해서는 가중치는 부여되지 않지만 더욱 긴 길이의 패킷으로 전송한다.

[0056] 도 4는 본 발명의 실시예에에 따른 백스캐터 시스템에서의 패킷 구조를 나타낸 도면이다. 도 4를 참조하면 본 발명의 실시예는 우선 무선 패킷을 전송하기 이전에, 리더기(100)는 무전력 센서 노드(200) 뿐만 아니라 모든 주변의 기기에 씨티에스 투 셀프(CTS-to-Self) 패킷을 브로드캐스팅 방식으로 전송한다. 여기서 CTS(clear to send)는 송신 준비 완료를 의미한다.

[0057] 이 CTS-to-Self 패킷은 초기에 리더기(100)가 이 무전력 센서 노드(200)와의 통신을 독점적으로 수행하기 위해 브로드캐스팅하는 신호로서, 다른 주변 기기(주변 디바이스)들이 해당 무전력 센서 노드(200) 방향으로 신호를 전송하는 것을 차단하는 역할을 한다. 여기서, CTS-to-SElf 신호에는 추후 다운링크 신호 전송 이전에, 전송할 신호의 동기를 맞추기 위한 목적으로 얼마의 시간(ex, 몇 초) 동안 패킷을 볼 것인지에 대한 정보가 XOR 연산되어 전송될 수 있다.

[0058] 이후의 프리앰블 신호와 페이로드 신호는 1과 0을 포함한 신호들로 구성되는데 이들은 기존의 802.11a 또는 802.11n Wi-Fi 구조를 사용할 수 있다. 물론 본 발명의 신호 구조가 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0059] 본 발명의 실시예에서 프리앰블 신호는 16 bit, 페이로드 신호는 64 bit로 구성하여, 결론적으로 무전력 센서 노드(태그)가 읽을 수 있는 하나의 와이파이 패킷을 80개의 와이파이 패킷으로 구성할 수 있다. 리더기(100)는 프리앰블 신호를 CTS-to-Self 신호를 통해 점유한 시간 이내에서 무전력 센서 노드(200)로 보낼 수 있다.

[0060] 우선 프리앰블 신호는 리더기(100)가 무전력 센서 노드(200)에 전송하는 다운링크 신호의 시작을 알리는 신호이며 이후의 페이로드(Payload) 신호는 무전력 센서 노드(200)에 인터넷 연결성을 제공하는 실질적인 무선 패킷을 포함한 데이터 영역에 해당한다. 이와 같이 다운링크 신호는 초기에 통상의 프리앰블 신호를 포함할 수 있는데, 실질적으로 프리앰블 신호 이후의 페이로드 신호가 무선 인터넷 연결을 위한 신호에 해당된다. 설명의 편의상 본 실시예에서 무선 패킷이란 프리앰블 이후의 실제 데이터를 의미할 수 있다.

[0061] 이 페이로드 신호는 리더기(100)가 액세스포인트(300)로부터 수신한 무선 인터넷 신호에 대응하는 신호이다. 페이로드 신호를 보면 1과 0의 조합으로 구성되는데 이는 무전력 센서 노드(200)가 읽을 수 있게 변조된 것이다.

페이로드 신호에서 1은 무선 패킷(Wi-Fi 패킷)이 보내지는 영역이고 0은 무선 패킷이 보내지지 않는 영역을 나타낸다. 이 두 구간의 길이는 동일하다.

[0062] 이에 따라, 리더기(100)는 1의 비트에 대응하여 무선 패킷을 전송하고 0의 비트에 대응하여 무선 패킷을 전송하지 않는 방법으로 무선 패킷을 무전력 센서 노드(200)로 전송하게 된다. 이는 무선 인터넷 신호에 포함된 시간에 따른 1과 0의 신호 조합과 그 신호 순서에 대응하여, 무선 패킷의 전송 구간과 비전송 구간을 시간에 따라 스케쥴링하여 쉽게 얻을 수 있다.

[0063] 무전력 센서 노드(200)는 기본적으로 무선 패킷(Wi-Fi 패킷)을 복조하는 능력이 없지만 리더기(100)는 단순히 0과 1의 비트에 대응하여 무선 패킷을 전송하는 구간과 전송하지 않는 구간을 스케쥴링하여 무선 패킷을 전송하며 두 구간이 동일한 시간 구간을 가지므로 무전력 센서 노드(200) 입장에서는 수신된 패킷을 쉽게 복호할 수 있다.

[0064] 예를 들어, 무전력 센서 노드(200)는 리더기(100)로부터 40μs 시간구간 동안 54Mbps의 Wi-Fi 패킷 1개를 수신하면 이 구간은 '1'의 값을 복호하고, 그 이후 도래하는 40μs 시간구간 동안 AWGN 및 간섭 신호만 수신하면 이 구간은 '0'의 값을 복호한다. 물론, 다음 도래하는 40μs 시간구간에 다시 AWGN 및 간섭 신호만 수신하면 이 구간은 '0'의 값으로 복호한다. 이러한 과정은 포락선 검파기를 사용하여 간단히 구현 가능하다. 즉 무전력 센서 노드(200)에서 수신 신호에 대한 피크 전력을 구한 다음 각 구간별로 피크 전력의 절반 크기보다 큰 수신 신호는 1으로, 그렇지 않은 신호는 0으로 판단하면 된다.

[0065] 이상과 같이 리더기(100)는 본 실시예에 따른 전송 방식을 사용하여 무전력 센서 노드(200)가 복호할 수 있는 형태로 무선 패킷을 구성하고, 무전력 센서 노드(200)는 Wi-Fi 패킷을 복조하는 능력이 없음에도 불구하고 다운링크 신호를 복조할 수 있게 된다. 따라서 이를 통해 무전력 센서 노드(200)에 인터넷 연결성을 제공한다.

[0066] 도 5는 도 3에 도시된 리더기가 무전력 센서 노드에게 무선 인터넷 연결을 제공하는 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0067] 도 5를 참조하면, 리더기(100)는 무전력 센서 노드(200)에게 질의 신호를 무선 전송하고 상기 질의 신호에 대한 반사 신호를 상기 무전력 센서 노드(200)로부터 수신한다(S510). 이후, 리더기(100)는 각 부채널을 통해 수신된 반사 신호의 수신 신호 세기를 이용하여 리더기(100)와 무전력 센서 노드(200) 간의 채널 상태 정보(CSI)를 측정한다(S520). 다음, 리더기(100)는 채널 상태가 임계치 이상으로 좋은 부채널을 선택하고, 이 선택한 부채널에 곱해질 가중치를 수학식 1을 통해 결정한다(S530).

[0068] 이후, 리더기(100)는 가중치가 적용된 부채널만을 통하여 무선 패킷을 방향 빔포밍하여 무전력 센서 노드(200)로 전송할 수도 있으며, 이 방향 빔포밍 방식과 앞서 설명한 적응적 변조 및 코딩 방식(AMC)을 모두 이용하여 무선 패킷을 전송할 수도 있다. 두 경우 모두 채널 상태가 좋은 부채널에 가중치를 적용하는 빔포밍 방식을 사용한다는 점에서는 동일하지만 세부적으로는 아래와 같이 차이점이 존재한다.

[0069] 전자의 경우는 채널 상태가 임계치 이상인 부채널만 이용하여 무선 패킷을 전송하는 방식이다. 반면, 후자의 경우는 모든 부채널을 통해 무선 패킷을 전송하되 채널 상태가 임계치 이상인 부채널에만 가중치가 적용되고 또한 각각의 부채널 별로 채널 상태를 고려하여 무선 패킷을 적응적 변조 및 코딩하여 전송한다.

[0070] 도 5는 후자의 경우를 예시한 것으로서, S530 이후, 리더기(100)는 각 부채널의 채널 상태 정보를 참조하여 적응적 변조 및 코딩을 수행하여, 다운 링크 전송될 무선 패킷에 대한 PPCU 패킷 사이즈를 부채널마다 결정해 둔다(S540). 이에 따라 채널 상태가 나쁜 부채널에서는 무선 패킷의 폭이 길어지는데, 이는 채널이 나쁠 때 복호가 더욱 쉽게 이루어지도록 하기 위함이다.

[0071] 그런 다음 각 부채널 별로 적응적으로 결정된 변조 방식 및 부호율(MCS)에 따라 무선 패킷을 생성하여 무전력 센서 노드(200)로 전송하되, 채널 상태가 좋은 G개의 부채널에 대해서는 가중치가 곱해지는 빔포밍 방식을 적용하여 무선 패킷을 전송한다(S550). 이러한 도 5의 실시예에 따르면 채널 상태가 임계치보다 낮은 부채널의 경우도 무선 패킷의 전송에 사용됨에 따라 자원의 낭비 없이 모든 자원을 활용할 수 있다.

[0072] 도 6은 본 발명의 실시예에서 업링크 및 다운링크 통신 절차를 나타낸 도면이다. 우선, 사전에 리더기(100) 및 무전력 센서 노드(200)는 액세스 포인트(300)로부터 무선 인터넷 신호(Wi-Fi 신호)를 수신한 것으로 가정한다. 즉, 리더기(100)는 이 무선 인터넷 신호를 저장하여 두고 추후 이를 무전력 센서 노드(200)의 인터넷 연결을 위한 신호로 사용하며, 무전력 센서 노드(200)는 이 무선 인터넷 신호를 이용하여 에너지 하베스팅한다.

[0073] 우선 리더기(100)는 무전력 센서 노드(200)의 정보를 요청하는 질의 신호(request)를 무전력 센서 노드(200)에 전송한다(①). 이 질의 신호는 프리앰블 신호와는 무관한 것이다. 그리고, 무전력 센서 노드(200)는 리더기

(100)로부터 수신한 질의 신호에 대한 응답 신호(response)를 후방 산란하여 업링크 전송한다(②). 응답 신호는 무전력 센서 노드(200)의 ID가 임피던스 변조되어 전송된 신호를 나타낸다.

[0074] 이 응답 신호에 대한 채널 상태 정보를 분석하면, 채널 상태가 좋은 부채널과 그렇지 않은 부채널을 구분할 수 있다. 즉, 리더기(100)는 이 응답 신호의 그 수신 신호 세기를 이용하여 각 부채널별로 채널 상태를 분석한다. 그리고 채널 상태가 우수한 부채널에 곱해질 가중치를 연산하여 둔다.

[0075] 이후, 리더기(100)는 무전력 센서 노드(200)에게 인터넷 연결성을 제공하기 위하여 다운링크 신호를 전송한다(③). 이때, 리더기(100)는 사전에 CTS-to-Self 신호를 브로드캐스트 전송함에 따라 주변 디바이스들이 해당 무전력 센서 노드(200) 방향으로 신호 전송을 하지 못하도록 차단하도록 한다.

[0076] 이후, 리더기(100)는 16 비트의 프리앰블 패킷과 64 비트의 데이터 패킷을 연속하여 전송한다. 여기서 데이터 패킷은 무전력 센서 노드(200)에 무선 인터넷 연결을 위한 실질적인 무선 패킷 신호에 해당된다. 이때, 무선 패킷 신호는 무전력 센서 노드(200)가 읽을 수 있는 신호 형태가 되도록 무선 패킷이 전송되는 구간과 그렇지 않은 구간이 반복되는 형태를 가진다.

[0077] 이후 무전력 센서 노드(200)는 다운링크 전송된 신호를 반사하여 후방 산란한다(④). 무전력 센서 노드(200)는 와이파이 패킷을 받는 즉시 자동적으로 반사 신호를 전송하며 리더기(100)는 이 반사 신호를 응답으로 판단한다.

[0078] 도 7은 본 발명의 실시예의 향상된 에러 성능을 나타낸 도면이다. 이러한 도 7은 기존의 기법(Conventional scheme), 그리고 본 발명의 실시예에 따른 빔포밍을 사용한 기법(BF), 그리고 빔포밍과 AMC를 병용한 기법(BF & AMC)을 각각 비교한 것이다.

[0079] 시뮬레이션을 위해, 100개의 Wi-Fi 패킷을 통해 100개의 데이터를 전송하였으며, 기존 기법의 경우 BPSK 및 CR(부호율)=1/2로 하여 Wi-Fi 패킷을 변조 및 코딩하였다. 도 7에서 SNR을 동일한 신호 세기로 맞추어 SNR=15로 고정시킨 경우의 성능을 보면, BF을 적용하지 않은 경우와 BF을 적용한 경우의 에러 확률이 확연히 좋아지는 것을 볼 수 있다. 또한 BF과 AMC를 동시에 적용시킨 경우는 성능이 더 좋아지는 것을 확인할 수 있다.

[0080] 이상과 같은 본 발명에 따른 무전력 센서 노드를 포함한 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 무선 인터넷 연결 방법에 따르면, 무전력 센서 노드에 인터넷 연결을 지원하는 백스캐터 시스템에 있어서 리더기와 무전력 센서 노드 간의 채널 정보를 고려하여 리더기가 무전력 센서 노드에게 무선 인터넷 신호를 빔포밍 방식으로 전송함에 따라 전송 거리를 극대화할 수 있는 이점이 있다.

[0081] 본 발명의 실시예는 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체를 포함한다. 이 매체는 지금까지 설명한 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한다. 이 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 이러한 매체의 예에는 하드디스크, 플로피디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 자기-광 매체, 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 구성된 하드웨어 장치 등이 있다. 또는 이러한 매체는 프로그램 명령, 데이터 구조 등을 지정하는 신호를 전송하는 광 또는 금속선, 도파관 등의 전송 매체일 수 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0082] 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

[0083] 100: 리더기 110: 통신부

120: 채널 측정부 130: 부채널 선택부

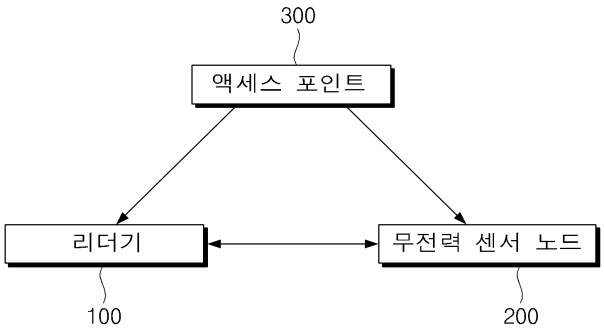
140: 가중치 연산부 200: 무전력 센서 노드

210: 안테나 220: 임피던스 정합회로

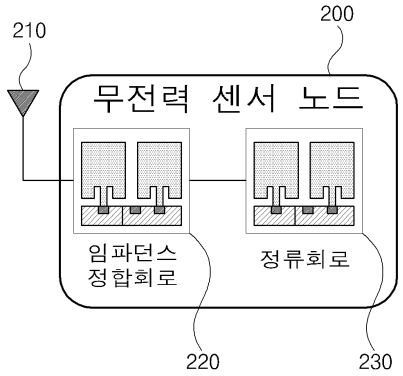
230: 정류회로 300: 액세스 포인트

도면

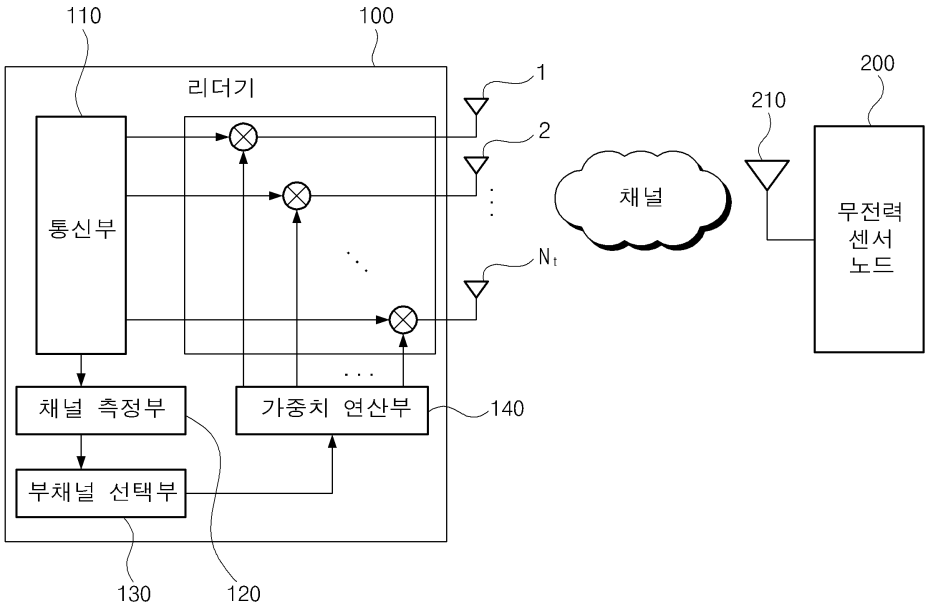
도면1



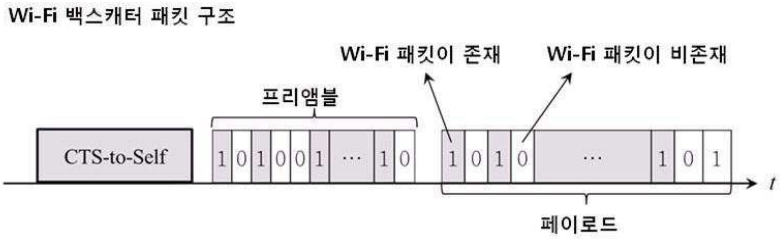
도면2



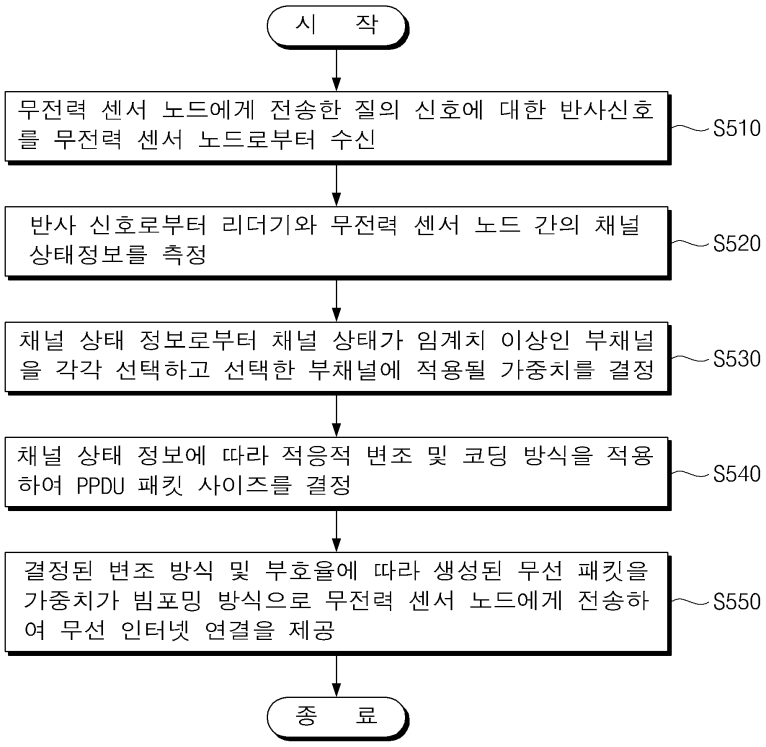
도면3



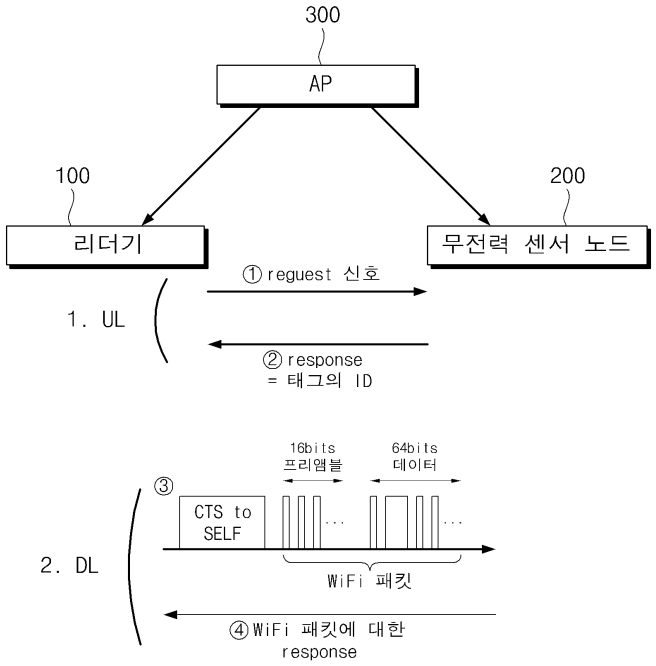
도면4


Wi-Fi 백스캐터 패킷 구조
Wi-Fi 패킷이 존재
Wi-Fi 패킷이 비존재
프리앰블
CTS-to-Self
1 0 1 0 0 1 ··· 1 0
1 0 1 0 ··· 1 0 1
t
페이로드

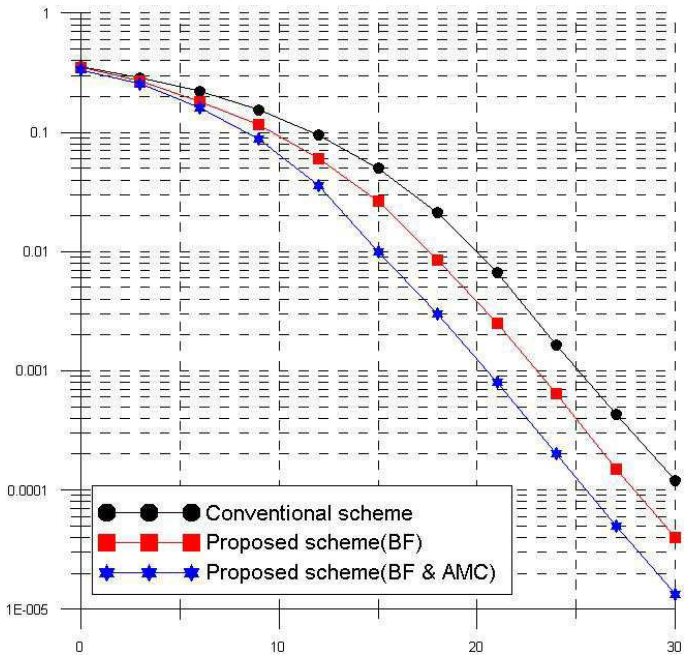
도면5


시 작
무전력 센서 노드에게 전송한 질의 신호에 대한 반사신호를 무전력 센서 노드로부터 수신
S510
반사 신호로부터 리더기와 무전력 센서 노드 간의 채널 상태정보를 측정
S520
채널 상태 정보로부터 채널 상태가 임계치 이상인 부채널을 각각 선택하고 선택한 부채널에 적용될 가중치를 결정
S530
채널 상태 정보에 따라 적응적 변조 및 코딩 방식을 적용하여 PPDU 패킷 사이즈를 결정
S540
결정된 변조 방식 및 부호율에 따라 생성된 무선 패킷을 가중치가 빔포밍 방식으로 무전력 센서 노드에게 전송하여 무선 인터넷 연결을 제공
S550
종 료

도면6


300
AP
100
200
리더기
무전력 센서 노드
① reguest 신호
1. UL
② response
= 태그의 ID
16bits
프리앰블
64bits
데이터
③
CTS to
SELF
2. DL
WiFi 패킷
④ WiFi 패킷에 대한
response

도면7


1
0.1
0.01
0.001
0.0001
1E-005
0
10
20
30
Conventional scheme
Proposed scheme(BF)
Proposed scheme(BF & AMC)