(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월23일
(11) 등록번호 10-1579705
(24) 등록일자 2015년12월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2006.01) *H04B 17/10* (2014.01)
H04B 7/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/0617 (2013.01)
H04B 17/103 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2015-0014994
(22) 출원일자 2015년01월30일
심사청구일자 2015년01월30일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060049645 A*
하창빈, "Wi-Fi 인프라를 활용한 Backscatter 통신에서의 전송률 향상을 위한 방법," 한국통신학회 2015년도 동계종합학술발표회 논문집, p. 978, (2015.01.23)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
이성주
서울 광진구 뚝섬로35길 32, 308동 1110호 (자양동, 우성3차아파트)
신범근
서울 마포구 월드컵북로12안길 73, 가동 502호 (성산동, 한맥아이홈)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 신상길

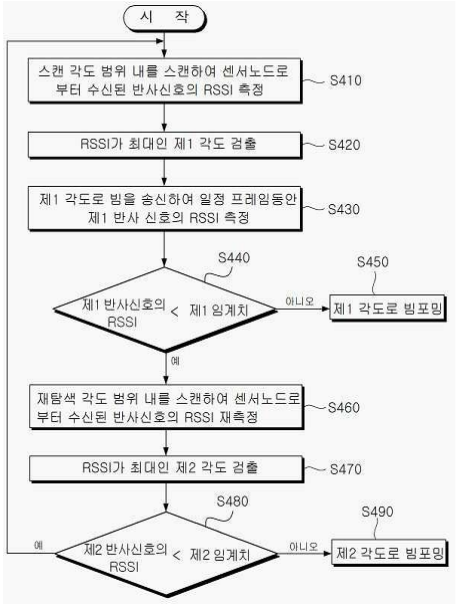
(54) 발명의 명칭 **Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 빔포밍 방법**

(57) 요 약

본 발명은 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 빔포밍 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 액세스 포인트, 리더기 및 센서 노드를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 빔포밍 방법에 있어서, 상기 액세스 포인트는, 스캔 각도 범위 내에서 빔을 송신하여 일정 간격으로 스캔하고, 상기 센서 노드로부터 수신된 반사 신호의 수신

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



신호강도(RSSI)를 측정하는 단계, 상기 스캔 각도 범위 내에서 상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제1 각도를 검출하는 단계, 상기 검출된 제1 각도로 상기 빔을 송신하여 일정 프레임동안 수신한 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하고, 측정된 상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제1 임계치와 비교하는 단계, 그리고 상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 임계치 이상인 경우 상기 검출된 제1 각도로 빔포밍을 수행하는 단계를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 의하면, 액세스 포인트는 센서 노드의 위치를 추적하여 센서 노드의 위치에 해당하는 각도로 빔포밍을 수행할 수 있다. 또한, 액세스 포인트는 더 먼 거리에 위치한 센서 노드로 무선 전력을 전송할 수 있고, 센서 노드는 더 많은 양의 무선 전력을 송신하여 에너지 하베스팅을 수행할 수 있다.

(52) CPC특허분류
H04B 7/22 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345208112
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 일반연구자지원사업
연구과제명 SYAN(Ship and Yard Area network)에서의 최적 무선통신기법에 관한 연구
기 여 율 1/1
주관기관 세종대학교 산학협력단
연구기간 2014.11.01 ~ 2015.10.31
공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

액세스 포인트, 리더기 및 센서 노드를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 빔포밍 방법에 있어서,

상기 액세스 포인트는,

스캔 각도 범위 내에서 빔을 송신하여 일정 간격으로 스캔하고, 상기 센서 노드로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하는 단계,

상기 스캔 각도 범위 내에서 상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제1 각도를 검출하는 단계,

상기 검출된 제1 각도로 상기 빔을 송신하여 일정 프레임동안 수신한 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하고, 측정된 상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제1 임계치와 비교하는 단계, 그리고

상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 임계치 이상인 경우 상기 검출된 제1 각도로 빔포밍을 수행하는 단계를 포함하며,

상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 상기 일정 프레임 이내에 상기 제1 임계치 미만으로 감소하는 경우, 상기 센서 노드가 이동한 것으로 판단하고, 상기 제1 각도를 중심으로 좌우측에 각각 대응되는 재탐색 각도 범위 내에서 상기 센서 노드로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 재측정하는 단계,

상기 재측정된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제2 각도를 재검출하는 단계,

상기 제2 각도로 상기 빔을 송신했을 때의 수신신호강도(RSSI)인 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제2 임계치와 비교하는 단계, 그리고

상기 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 상기 제2 임계치 이상인 경우 상기 제2 각도로 빔포밍을 수행하고, 상기 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 상기 제2 임계치 미만인 경우 상기 스캔 각도 범위 내에서 재스캔하여 상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 각도를 재검출하는 단계를 더 포함하는 빔포밍 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 액세스 포인트는,

지향성 안테나를 사용하여 상기 센서 노드로 상기 빔을 송신하는 빔포밍 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 센서 노드는,

수동형으로서 무전력 센서 노드이고, 상기 액세스 포인트로부터 수신한 상기 빔을 이용하여 에너지를 충전하며 상기 충전된 에너지를 이용하여 상기 리더기와 통신을 수행하는 빔포밍 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 임계치는 상기 제2 임계치보다 작은 값을 가지는 빔포밍 방법.

청구항 7

액세스 포인트, 리더기 및 센서 노드를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템에 있어서,

상기 액세스 포인트는,

스캔 각도 범위 내에서 빔을 송신하여 일정 간격으로 스캔하고, 상기 센서 노드로부터 반사 신호를 수신하는 통신부,

상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하는 수신신호강도 측정부, 그리고

상기 스캔 각도 범위 내에서 상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제1 각도를 검출하고, 상기 검출된 제1 각도로 상기 빔을 송신하여 일정 프레임동안 수신한 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제1 임계치와 비교하며, 상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 임계치 이상인 경우 상기 검출된 제1 각도로 빔포밍을 수행하도록 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는,

상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 상기 일정 프레임 이내에 상기 제1 임계치 미만으로 감소하는 경우, 상기 센서 노드가 이동한 것으로 판단하고, 상기 제1 각도를 중심으로 좌우측에 각각 대응되는 재탐색 각도 범위 내에서 상기 센서 노드로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 재측정하여 상기 재측정된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제2 각도를 재검출하고, 상기 제2 각도로 상기 빔을 송신했을 때의 수신신호강도(RSSI)인 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제2 임계치와 비교하며,

상기 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 상기 제2 임계치 이상인 경우 상기 제2 각도로 빔포밍을 수행하고, 상기 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 상기 제2 임계치 미만인 경우 상기 스캔 각도 범위 내에서 재스캔하여 상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 각도를 재검출하도록 하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 액세스 포인트는,

지향성 안테나를 사용하여 상기 센서 노드로 상기 빔을 송신하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 센서 노드는,

수동형으로서 무전력 센서 노드이고, 상기 액세스 포인트로부터 수신한 상기 빔을 이용하여 에너지를 충전하며 상기 충전된 에너지를 이용하여 상기 리더기와 통신을 수행하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 제1 임계치는 상기 제2 임계치보다 작은 값을 가지는 Wi-Fi 백스캐터 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 빔포밍 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 액세스 포인트가 센서 노드로 빔포밍을 수행하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 빔포밍 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 센서 장치들을 무선으로 연결하여 형성하는 무선 센서 네트워크(WSN, Wireless Sensor Network)는 장소에 구애받지 않고, 언제 어디서나 컴퓨팅 환경에 접속할 수 있는 유비쿼터스 패러다임이 확대되면서 전 세계적으로 활발하게 연구되고 있다.

[0003] 특히 무선 기술과 미세전자제어기술(MEMS, Micro Electro Mechanical System)의 발전으로 저렴한 소형 스마트 센서들이 환경 모니터링, 헬스 케어, 보안 및 감시, 스마트 홈, 스마트 그리드 등 다양한 분야에서 응용되고 있다. 또한 센서 장치들과 다양한 디바이스들이 모두 연결되는 사물인터넷(IoT, Internet of Things) 기술로의 진화가 시작되었다.

[0004] 차세대 정보 통신 기술로 주목 받는 사물인터넷(IoT)은 인터넷을 기반으로 모든 사물을 연결하여 사용자의 조작 없이도 사람과 사물, 사물과 사물 간의 정보를 상호 송수신하여 대화를 나누는 지능형 기술 및 서비스를 의미한다. 현재, 자동차 산업, 헬스케어, 에너지, 유통, 패션 등 대부분의 산업군에 사물인터넷 기술이 접목되고 있다. 그리고 사물 인터넷 시장의 성장과 더불어 스마트 센서, 통신 네트워크 인프라, IoT 인터페이스 기술, 배터리 기술 등의 관련 기술도 빠르게 성장하고 있다.

[0005] 특히, 전자전기 기기가 아닌 다양한 사물이 사물인터넷으로 연결되면서 저전력 무선 네트워킹 기술에 관련된 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그리고 새로운 전력 공급 및 저장 기술의 개발도 추진되고 있다. 필름형 배터리, 고밀도 배터리 등과 같은 전력 저장 기술과 더불어 신재생 에너지를 이용한 하베스팅(Harvesting) 기술, 무선 충전 기술 등이 개발되고 있다.

[0006] 에너지 하베스팅 기술을 이용하면 일반적으로 1㎼W~100mW의 전력을 수확할 수 있다. 에너지 하베스팅 기술 중에서 전자 유도를 이용한 방법은 송신단이 안테나를 통하여 방출한 전자파와 같은 에너지원을 수신단이 수신하여 전기로 변환하여 에너지를 수확한다. 이때, 수신단이 수확한 전력의 손실은 송신단과 수신단의 거리에 비례하여 증가한다.

[0007] 도 1a 및 도 1b는 종래기술에 따른 에너지 하베스팅 기술을 설명하기 위한 도면이다.

[0008] 먼저, 도 1a에 나타낸 것처럼, Wi-Fi헬퍼(300)(AP, Access Point)가 무지향성 안테나를 이용하여 센서 노드(100)(RF Powered Device)로 무선 전력을 전송하는 경우, 센서 노드가 수신하는 전력량은 Wi-Fi 헬퍼(300)와 센서 노드(100)간 거리의 제곱에 비례하여 줄어든다.

[0009] 반면, 도 1b와 같이 Wi-Fi 헬퍼(300)가 지향성 안테나를 이용하여 빔포밍(Beamforming) 방식으로 센서 노드(100)로 무선 전력을 전송하면, 세기가 강한 전력을 더 먼 거리에 위치한 센서 노드(100)로도 전송할 수 있다.

[0010] 여기서 빔포밍이란, 일정한 배열을 갖는 안테나들이 딜레이(Delay)를 이용하여 주파수의 위상을 조절함으로써 방향성을 갖는 빔 패턴을 생성하는 기술이다.

[0011] 그러나, 센서 노드는 수동적 기기(Passive Device)이기 때문에 센서 노드 스스로 자신의 위치를 Wi-Fi 헬퍼로 알리지 못한다. 따라서 현재의 빔포밍 기술은 아직까지 이동하는 센서 노드의 위치를 추적하여 센서 노드의 이동에 따라 적응적으로 빔포밍을 지원하지 못하고 있다.

[0012] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제10-1472796호(2014.12.15 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 액세스 포인트가 센서 노드로 빔포밍을 수행하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 빔포밍 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따른 액세스 포인트, 리더기 및 센서 노드를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 빔포밍 방법에 있어서, 상기 액세스 포인트는, 스캔 각도 범위 내에서 빔을 송신하여 일정 간격으로 스캔하고, 상기 센서 노드로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하는 단계, 상기 스캔 각도 범위 내에서 상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제1 각도를 검출하는 단계, 상기 검출된 제1 각도로 상기 빔을 송신하여 일정 프레임동안 수신한 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하고, 측정된 상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제1 임계치와 비교하는 단계, 그리고 상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 임계치 이상인 경우 상기 검출된 제1 각도로 빔포밍을 수행하는 단계를 포함한다.

[0015] 또한, 상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 상기 일정 프레임 이내에 상기 제1 임계치 미만으로 감소하는 경우, 상기 제1 각도를 중심으로 좌우측에 각각 대응되는 재탐색 각도 범위 내에서 상기 센서 노드로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 재측정하는 단계, 상기 재측정된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제2 각도를 재검출하는 단계, 상기 제2 각도로 상기 빔을 송신했을 때의 수신신호강도(RSSI)인 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제2 임계치와 비교하는 단계, 그리고 상기 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 상기 제2 임계치 이상인 경우 상기 제2 각도로 빔포밍을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 상기 제2 임계치 미만인 경우, 상기 스캔 각도 범위 내에서 재스캔하여 상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 각도를 재검출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 액세스 포인트는, 지향성 안테나를 사용하여 상기 센서 노드로 상기 빔을 송신할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 센서 노드는, 수동형으로서 무전력 센서 노드이고, 상기 액세스 포인트로부터 수신한 상기 빔을 이용하여 에너지를 충전하며 상기 충전된 에너지를 이용하여 상기 리더기와 통신을 수행할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제1 임계치는 상기 제2 임계치보다 작은 값을 가질 수 있다.

[0020] 또한 본 발명의 다른 실시예에 따른 액세스 포인트, 리더기 및 센서 노드를 포함하는 Wi-Fi 백스캐터 시스템에 있어서, 상기 액세스 포인트는, 스캔 각도 범위 내에서 빔을 송신하여 일정 간격으로 스캔하고, 상기 센서 노드로부터 반사 신호를 수신하는 통신부, 상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하는 수신신호강도 측정부, 그리고 상기 스캔 각도 범위 내에서 상기 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제1 각도를 검출하고, 상기 검출된 제1 각도로 상기 빔을 송신하여 일정 프레임동안 수신한 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제1 임계치와 비교하며, 상기 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 임계치 이상인 경우 상기 검출된 제1 각도로 빔포밍을 수행하도록 제어하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0021] 따라서 본 발명에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 빔포밍 방법에 따르면, 액세스 포인트는 센서 노드의 위치를 추적하여 센서 노드의 위치에 해당하는 각도로 빔포밍을 수행할 수 있다.

[0022] 또한, 액세스 포인트는 더 먼 거리에 위치한 센서 노드로 무선 전력을 전송할 수 있고, 센서 노드는 더 많은 양의 무선 전력을 송신하여 에너지 하베스팅을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1a 및 도 1b는 종래기술에 따른 에너지 하베스팅 기술을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 액세스 포인트의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 빔포밍 방법을 나타낸 순서도이다.

도 5는 빔포밍 기술에 따른 안테나 이득을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서

설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0026] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0027] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

[0028] 도 2에 나타낸 것처럼, 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템은 센서 노드(100), 리더기(200), 액세스 포인트(300)를 포함한다.

[0029] 먼저, 센서 노드(100)는 액세스 포인트(300)로부터 빔을 수신하여 이를 에너지 하베스팅(Energy Harvesting)에 이용한다. 여기서 에너지 하베스팅이란 배터리를 포함하지 않는 센서 노드(100)가 수신된 전파를 이용하여 소량의 에너지를 충전하는 기술을 의미한다. 액세스 포인트(300)로부터 브로드캐스팅된 빔은 센서 노드(100)에서는 인식할 수 없는 신호로서, 센서 노드(100)는 액세스 포인트(300)로부터 수신한 빔을 단지 충전용으로만 사용한다.

[0030] 그리고 센서 노드(100)는 수동형(Passive)으로서 무전력 센서 노드이고, 태그 형태로 구현될 수 있으며 RFID 태그 등과 같이 별도의 전원 공급 장치(배터리)가 존재하지 않는 무(無) 전지의 수동형 태그(Passive Tag)일 수 있다. 수동형 태그는 최대 10m 이내의 근거리 통신용으로 사용되며, 리더기(200) 또는 액세스 포인트(300)에 의해 생성된 전기장으로부터 유도를 통해 전력을 생산한다.

[0031] 또한 센서 노드(100)는 안테나, 임피던스 정합회로, 정류회로를 포함하며, 안테나에 수신된 질의 신호에 대한 응답 신호(response)를 임피던스 정합회로를 통하여 후방 산란 변조하여 안테나로 반사시킨다. 이때, 센서 노드(100)는 안테나를 사용하여 반사하는 양(RCS, Radar Cross Section)을 조절할 수 있다. 센서 노드(100)는 RCS 값을 조절하여 생성한 반사 신호를 이용하여 리더기(200) 및 액세스 포인트(300)와 통신을 수행할 수 있다.

[0032] 그리고 센서 노드(100)는 리더기(200)로부터 가독 가능한 형태로 변조된 무선 패킷을 수신하여 인터넷에 연결될 수 있다. 또한 센서 노드(100)는 에너지 하베스팅을 통하여 수확한 에너지를 이용하여 리더기(200)와 통신을 수행할 수 있으며, 감지한 각종 정보를 리더기(200)로 전송할 수 있다. 그리고 이를 통하여 Wi-Fi 백스캐터 시스템은 사물 인터넷을 구현할 수 있다.

[0033] 다음으로 리더기(200)는 액세스 포인트(300)를 통하여 무선 통신을 수행할 수 있는 기기로서, 통상의 휴대폰, 스마트폰, 스마트 패드, 노트북 등과 같이 무선 인터넷 기능(Wi-Fi 기능)이 내장된 사용자 단말에 해당될 수 있다.

[0034] 리더기(200)는 액세스 포인트(300)로부터 빔(무선 패킷)을 수신하고 이를 저장하며, 액세스 포인트(300)에 연결된 다른 기기 또는 통신망과 정보를 교환할 수도 있다. 또한 리더기(200)는 저장된 무선 패킷을 센서 노드(100)가 인식할 수 있도록 변조하고, 센서 노드(100)로 변조된 무선 패킷을 전송하여 센서 노드(100)에 인터넷 연결성을 제공할 수 있다.

[0035] 마지막으로 액세스 포인트(300)(AP, Access Point)는 일반적인 무선 공유기에 해당될 수 있으며, 주변 기기에 무선 인터넷 연결을 지원한다.

[0036] 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(AP, Access Point)를 의미할 수 있다. 물론, 무선 인터넷은 반드시 Wi-Fi 개념으로 한정되지 않는다.

[0037] 액세스 포인트(300)는 센서 노드(100) 및 리더기(200)로 빔(무선 패킷)을 송신한다. 이때, 액세스 포인트(300)는 브로드캐스팅 방식으로 빔을 송신할 수 있다. 브로드캐스팅된 빔에 의하여 리더기(200)는 액세스 포인트(300)에 인터넷 연결될 수 있으며, 센서 노드(100)는 에너지 하베스팅을 수행할 수 있다.

[0038] 또한 액세스 포인트(300)는 시간적으로 두 개의 모드로 나누어 첫 번째 모드에서는 Wi-Fi 공유기의 역할을 수행하고, 두 번째 모드에서는 센서 노드(100)로 빔포밍을 수행할 수 있다.

[0039] 빔을 송신한 액세스 포인트(300)는 센서 노드(100)로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도를 측정하여 센서 노드(100)의 위치를 추적할 수 있으며, 수신신호강도를 이용하여 빔포밍을 수행할 각도를 결정할 수 있다. 이때, 액세스 포인트(300)는 지향성 안테나를 사용하여 센서 노드(100)로 빔을 송신할 수 있다.

[0040] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 액세스 포인트의 구성을 나타낸 블록도이다.

[0041] 도 3과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 액세스 포인트(300)는 통신부(310), 수신신호강도 측정부(320), 제어부(330)를 포함한다.

[0042] 먼저, 통신부(310)는 스캔 각도 범위 내로 빔을 송신하여 일정 간격으로 스캔한다. 그리고 통신부(310)는 센서 노드(100)로부터 반사 신호를 수신한다. 여기서 스캔 각도 범위는 센서 노드(100)를 탐색하기 위하여 전체적으로 빔을 송신하는 범위를 의미한다.

[0043] 그리고 수신신호강도 측정부(320)는 센서 노드(100)로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI, Received signal strength indicator)를 측정한다. 여기서 수신신호강도(RSSI)는 수신된 무선 신호의 크기를 나타내는 수치이며, 거리가 멀어질수록 수신 신호의 세기가 약해지는 것을 수학적으로 이용한 것이다.

[0044] 다음으로 제어부(330)는 스캔 각도 범위 내에서 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제1 각도를 검출한다. 그리고 검출된 제1 각도로 일정 프레임동안 빔을 송신하여 수신한 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제1 임계치와 비교한다. 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제1 임계치 이상인 경우, 해당 제1 각도로 빔포밍을 수행하도록 제어한다.

[0045] 반면, 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 일정 프레임 이내에 제1 임계치 미만으로 감소하는 경우, 제어부(330)는 수신신호강도 측정부(320)가 제1 각도를 중심으로 좌우측에 각각 대응되는 재탐색 각도 범위 내에서 센서 노드(100)로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 재측정하도록 제어하며, 재측정된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 제2 각도를 재검출한다. 그리고 제2 각도로 빔을 송신하여 측정된 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제2 임계치와 비교한다. 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제2 임계치 이상인 경우, 제어부(330)는 제2 각도로 빔포밍을 수행하도록 제어한다.

[0046] 그러나, 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제2 임계치 미만인 경우, 제어부(330)는 다시 스캔 각도 범위 내에서 빔을 송신하여 재스캔하도록 통신부(310)를 제어한다. 그리고 스캔 각도 범위 내에서 센서 노드(100)로부터 수신한 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 각도를 재검출한다.

[0047] 이하에서는 도 4 및 도 5를 통하여 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 빔포밍 방법에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.

[0048] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템을 이용한 빔포밍 방법을 나타낸 순서도이다.

[0049] 도 4와 같이, 액세스 포인트(300)는 스캔 각도 범위 내를 스캔하여 센서 노드(100)로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정한다(S410).

[0050] 액세스 포인트(300)는 스캔 각도 범위로 빔을 송신하고, 센서 노드(100)로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 일정 간격(ex. 1° 간격)으로 측정한다. 여기서 스캔 각도 범위는 액세스 포인트(300)가 빔을 송신하고, 해당 빔에 대한 반사 신호를 수신할 수 있는 비교적 넓은 범위(ex. 180° 를 의미하며, 액세스 포인트(300)는 스캔 각도 범위 내에 위치한 각종 기기들을 스캔하기 위하여 스캔 각도 범위로 빔을 송신한다.

[0051] 일반적으로 백스캐터(Backscatter) 시스템에서 수신 노드인 센서 노드(100)가 에너지를 수확하는 경우, 액세스 포인트(300) 또는 리더기(200)로부터 수신한 신호에 대하여 전반사 한다. 따라서 본 발명의 실시예에 따른 액세스 포인트(300)가 센서 노드(100)로 빔을 송신하면, 센서 노드(100)는 해당 빔을 전반사하므로 액세스 포인트(300)는 센서 노드(100)로부터 반사 신호를 수신할 수 있다. 그리고 액세스 포인트(300)는 이 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하여 센서 노드(100)를 감지하고, 센서 노드(100)의 위치를 추적할 수 있다.

[0052] 설명의 편의상, 스캔 각도 범위에 하나의 센서 노드(100)가 존재한다고 가정한다. 이 경우 액세스 포인트(300)는 센서 노드(100)로부터 액세스 포인트(300)가 송신한 빔에 대한 반사 신호를 수신할 수 있다.

[0053] 액세스 포인트(300)가 일정 간격으로 빔을 송신하고, 센서 노드(100)의 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 해당 일정 간격으로 측정하면, 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)는 각도 별로 상이하게 나타난다. 액세스 포인트(300)가 송신한 빔의 방향과 센서 노드(100)의 위치가 일직선상에 있을 경우, 액세스 포인트(300)가 수신한 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)는 큰 값을 갖는다. 그러나 액세스 포인트(300)가 송신한 빔의 방향과 센서 노드

(100)의 위치가 크게 다를 경우, 액세스 포인트(300)가 수신한 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)는 매우 작거나 0일 수 있다.

[0054] 다음으로 액세스 포인트(300)는 센서 노드(100)로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대인 제1 각도를 검출한다(S420).

[0055] 액세스 포인트(300)가 S410 단계에서 일정 간격으로 측정한 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 가장 큰 값을 갖는 각도인 제1 각도를 검출한다. 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대라는 것은 액세스 포인트(300)가 해당 각도 방향으로 빔을 송신하였을 때, 센서 노드(100)가 가장 세기가 큰 신호를 반사하였다는 것을 의미한다. 즉 액세스 포인트(300)는 제1 각도 방향에 센서 노드(100)가 위치하였다고 판단할 수 있다.

[0056] 그리고 액세스 포인트(300)는 제1 각도로 빔을 송신하여 일정 프레임동안 수신한 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정한다(S430).

[0057] 액세스 포인트(300)는 센서 노드(100)가 제1 각도 방향에 위치하고 있는지 확인하기 위하여 일정 프레임(ex. 5 프레임)동안 제1 각도로 빔을 송신한다. 그리고 일정 프레임동안 센서 노드(100)로부터 반사 신호를 수신하여 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정한다. 액세스 포인트(300)가 일정 프레임동안 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하는 것은 해당 센서 노드(100)의 위치 변화를 감지하기 위한 것이다.

[0058] 또한 액세스 포인트(300)는 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)와 제1 임계치를 비교한다(S440). 여기서 제1 임계치는 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)의 급감 여부를 판단하기 위한 임계값을 의미하며, 제1 임계치는 제1 각도에서의 수신신호강도(RSSI)의 비율(ex. 20%)로 정해질 수 있다.

[0059] 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제1 임계치 미만이라는 것은 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 급감하였다는 것을 의미하며, 액세스 포인트(300)가 제1 각도로 빔을 송신할 경우 센서 노드(100)가 효율적으로 에너지를 수확할 수 없다는 것을 뜻한다.

[0060] 예를 들어 제1 각도에서의 수신신호강도(RSSI)가 120인 경우, 제1 임계치는 120의 20%인 24이다. 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 24 이상인 경우, 액세스 포인트(300)는 제1 각도로의 빔포밍을 통하여 센서 노드(100)가 효과적으로 에너지 하베스팅을 수행한다고 판단하며 후술할 S450 단계를 수행한다. 그러나 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 24 미만으로 감소하는 경우, 액세스 포인트(300)는 제1 각도로의 빔을 송신하면 센서 노드(100)가 효과적으로 에너지 하베스팅을 수행할 수 없다고 판단하며 후술할 S460 단계를 수행한다.

[0061] S410 단계에서 이동중인 센서 노드(100)로부터 수신한 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정한 결과 우연히 제1 각도에서 최대가 된 경우, 액세스 포인트(300)가 S430 및 S440 단계를 통하여 센서 노드(100)의 이동을 고려하지 않고 제1 각도로 빔포밍을 수행하면 센서 노드(100)는 효율적으로 에너지 하베스팅을 수행할 수 없다.

[0062] 따라서 본 발명의 실시예에 따른 액세스 포인트(300)는 S430 단계 및 S440 단계를 통하여 일정 프레임동안 센서 노드(100)로부터 수신한 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 측정하여 센서 노드(100)의 이동을 파악하고, 센서 노드(100)의 이동 여부에 따라 제1 각도로 빔포밍을 수행하거나, 빔포밍을 수행할 각도를 재탐색 한다.

[0063] 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제1 임계치 이상인 경우, 액세스 포인트(300)는 제1 각도로 빔포밍을 수행한다(S450).

[0064] 도 5는 빔포밍 기술에 따른 안테나 이득을 설명하기 위한 도면이다.

[0065] 도 5에 나타낸 것처럼, 액세스 포인트(300)의 안테나에는 유효 전자기파 영역인 빔 패턴(Beam Pattern)이 존재하며, 액세스 포인트(300)가 등방성(Isotropic) 안테나의 빔 패턴으로 빔을 송신하는 경우와 쌍극(Dipile) 안테나의 빔 패턴으로 빔을 송신하는 경우 그리고 방향성(Directional) 안테나의 빔 패턴으로 빔을 송신하는 경우의 에너지량(체적)은 동일하다. 그러나 방향성(Directivity)로 인하여 파생되는 상대적인 이득인 안테나 이득(Antenna Gain)은 안테나의 빔 패턴별로 상이하다.

[0066] 먼저, 등방성(Isotropic) 안테나는 점전원(Point Source)를 중심으로 상하좌우 360도 전 방향의 구 형태로 전자기파를 사방으로 고루 송신한다. 그리고 등방성(Isotropic) 안테나를 기준으로하는 일반적인 경우에는 안테나 이득의 단위로 절대이득인 dBi를 사용한다. 등방성 안테나는 모든 방향에서 동일한 방사 특성을 갖는 이상적인 안테나의 패턴이며, 주로 비교를 위한 기준 패턴으로 사용된다.

[0067] 반면, 쌍극(Dipile) 안테나는 단일 수평면 상에서 동일한 전력을 송신하며, 안테나의 이득이나 지향성 안테나의 지향성을 규정하는 표준 안테나로 이용된다. 쌍극(Dipile) 안테나를 기준으로 특정 안테나 방사 패턴의 상대적

인 크기를 계산할 때는 안테나 이득의 단위로 상대이득인 dBd를 사용한다.

[0068] 그리고 상대이득(dBd)는 절대이득(dBi)에 2.15dB가 더해진 값으로 계산되며, 쌍극 안테나를 기준으로한 0dBd는 등방성 안테나를 기준으로하는 2.15dBi와 같다. 이 경우는 무지향성을 의미하며, 단위이득(Unity Gain)이라고 부른다.

[0069] 또한, 도 5와 같이, 방향성(Directional) 안테나를 이용하여 특정한 방향으로 빔을 강하게 방사하도록 빔포밍하는 경우, 등방성 안테나 및 쌍극 안테나에 비하여 더 먼 거리까지 빔이 도달할 수 있다. 즉, 액세스 포인트(300)가 제1 각도로 빔포밍을 수행하므로, 센서 노드(100)는 더 강한 세기의 빔을 수신할 수 있다. 따라서 센서 노드(100)의 더 많은 양의 에너지를 수확하여 통신에 사용할 수 있다.

[0070] 반면 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제1 임계치 미만으로 감소하는 경우, 액세스 포인트(300)는 재탐색 각도 범위 내에서 센서 노드(100)로부터 수신된 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 재측정한다(S460).

[0071] 액세스 포인트(300)는 S440 단계에서 일정 프레임동안 측정한 제1 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제1 임계치 미만으로 감소한 경우, 해당 센서 노드(100)가 이동한 것으로 판단한다. 따라서 이동한 센서 노드(100)의 위치를 탐색하기 위하여 액세스 포인트(300)는 기존에 센서 노드(100)가 위치했던 방향인 제1 각도를 중심으로 재탐색 각도 범위를 설정하고, 재탐색 각도 범위 내를 스캔하여 이동한 센서 노드(100)를 탐색한다.

[0072] 여기서 재탐색 각도 범위는 스캔 각도 범위에 비해 좁은 범위(ex. 20° 를 의미하며, 제1 각도를 중심으로 좌우측에 각각 대응되는 범위이다. 예를 들어, S420 단계에서 검출된 제1 각도가 45° 인 경우, 액세스 포인트(300)는 45° 를 중심으로 좌우측에 각각 대응되는 범위인 35° ~ 55° 를 탐색 각도 범위로 설정할 수 있다.

[0073] 이때, 센서 노드(100)가 이동을 하더라도 센서 노드(100)가 S410 단계에서 반사신호를 반사한 위치 부근으로 이동하였을 확률이 높다. 따라서, 액세스 포인트(300)는 센서 노드(100)가 S410 단계에서 반사 신호를 반사한 위치인 제1 각도를 중심으로 좌우측에 각각 대응되는 범위를 재탐색 각도 범위로 설정한다.

[0074] 그리고 액세스 포인트(300)는 재탐색 각도 범위 내에서 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대인 제2 각도를 검출한다(S470). 액세스 포인트(300)가 제2 각도를 검출하는 과정은 S420 단계에서 제1 각도를 검출하는 과정과 실질적으로 동일한 바, 중복되는 설명은 생략한다.

[0075] 다음으로 액세스 포인트(300)는 제2 각도로 빔을 송신했을 때의 수신신호강도(RSSI)인 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)와 제2 임계치를 비교한다(S480). 여기서, 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)는 액세스 포인트(300)가 S460 단계에서 측정한 반사신호의 수신신호강도(RSSI)중에서 제2 각도에 대응하는 수신신호강도(RSSI)일 수 있으며, 액세스 포인트(300)가 제2 각도로 빔을 송신하여 센서노드(100)로부터 수신한 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 이용할 수도 있다.

[0076] 이때, 제2 임계치는 액세스 포인트(300)가 제2 각도로 빔포밍을 수행할지 여부를 결정하기 위한 임계값을 의미하며, 제2 임계치는 제1 임계치보다 큰 값을 갖는다. 즉, 액세스 포인트(300)는 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 제2 임계치와 비교하여, 제2 각도로 빔포밍을 수행할지 여부를 결정한다.

[0077] 제2 임계치는 제1 각도에서의 수신신호강도(RSSI)의 비율(ex. 50%)로 정해질 수 있다. 예를 들어 제1 각도에서의 수신신호강도(RSSI)가 120인 경우, 제2 임계치는 120의 50%인 60이다. 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 60 이상인 경우 액세스 포인트(300)는 제2 각도로 빔을 송신하면 효과적인 빔포밍을 수행할 수 있는 것으로 판단하여 후술할 S490 단계를 수행한다. 반면, 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 60 미만으로 감소하는 경우 액세스 포인트(300)는 S410 단계를 통하여 스캔 각도 범위 내에서 재스캔하여 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 각도를 재검출한다.

[0078] 다음으로, 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제2 임계치 이상인 경우, 액세스 포인트(300)는 제2 각도로 빔포밍을 수행한다(S490). 액세스 포인트(300)가 제2 각도로 빔포밍을 수행하는 과정은 S450 단계에서 제1 각도로 빔포밍을 수행하는 과정과 실질적으로 동일한 바, 중복되는 설명은 생략한다.

[0079] 반면 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제2 임계치 미만인 경우, 액세스 포인트(300)는 스캔 각도 범위 내를 재스캔하고, 센서 노드(100)로부터 수신한 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 최대가 되는 각도를 재검출한다. 이 과정은 S410 단계와 실질적으로 동일하다.

[0080] 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제2 임계치 미만이라는 것은 재스캔 각도 범위 내에서 새롭게 빔을 송신할 각도를 검출하는 것보다 전체적으로 스캔 각도 범위를 다시 스캔하여 새로이 제1 각도를 검출하는 것이 빔포

밍에 더 효과적이라는 것을 의미한다.

[0081] 따라서 액세스 포인트(300)는 제2 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)가 제2 임계치 미만인 경우, S410 단계를 수행하여 이동한 센서 노드(100)에 최적의 빔포밍을 수행할 수 있는 각도를 다시 검출한다.

[0082] 이와 같이 본 발명에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 빔포밍 방법을 이용함으로써, 액세스 포인트는 센서 노드의 위치를 추적하여 센서 노드의 위치에 해당하는 각도로 빔포밍을 수행할 수 있다.

[0083] 센서 노드가 수동형 태그(Passive Tag) 형태로 구현되는 경우 센서 노드 스스로 액세스 포인트로 자신의 위치를 알릴 수 없었다. 그러나 본 발명에 따른 Wi-Fi 백스캐터 시스템 및 그것을 이용한 빔포밍 방법에 있어서 액세스 포인트는 센서 노드로부터 수신한 반사 신호의 수신신호강도(RSSI)를 이용하여 센서 노드가 위치한 방향 정보를 획득할 수 있으며, 해당 각도로 빔포밍을 수행하여 센서 노드가 수신하는 빔의 세기를 최대가 되도록 할 수 있다. 이를 통하여 센서 노드는 기존의 Wi-Fi 백스캐터 시스템에 비하여 더 많은 양의 전력을 수확할 수 있다.

[0084] 또한, 액세스 포인트는 더 먼 거리에 위치한 센서 노드로 무선 전력을 전송할 수 있고, 센서 노드는 더 많은 양의 무선 전력을 송신하여 에너지 하베스팅을 수행할 수 있다.

[0085] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

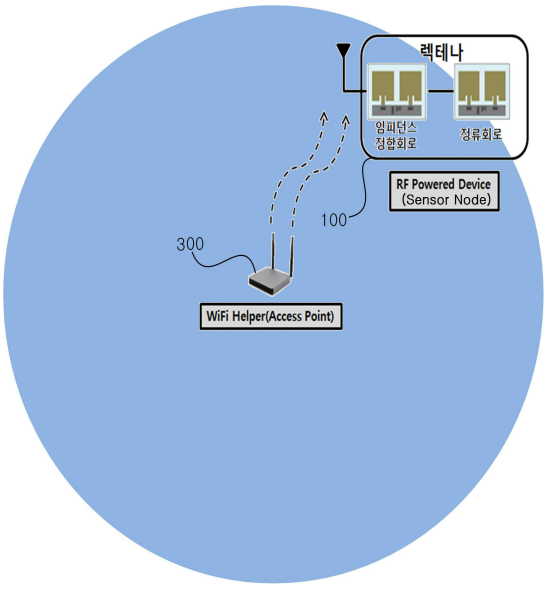
부호의 설명

[0086]

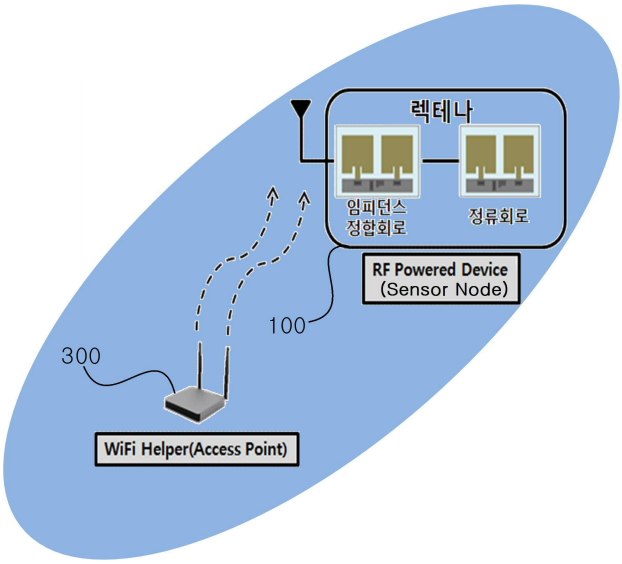
100 : 센서 노드	200 : 리더기
300 : 액세스 포인트	310 : 통신부
320 : 수신신호강도 측정부	330 : 제어부

도면

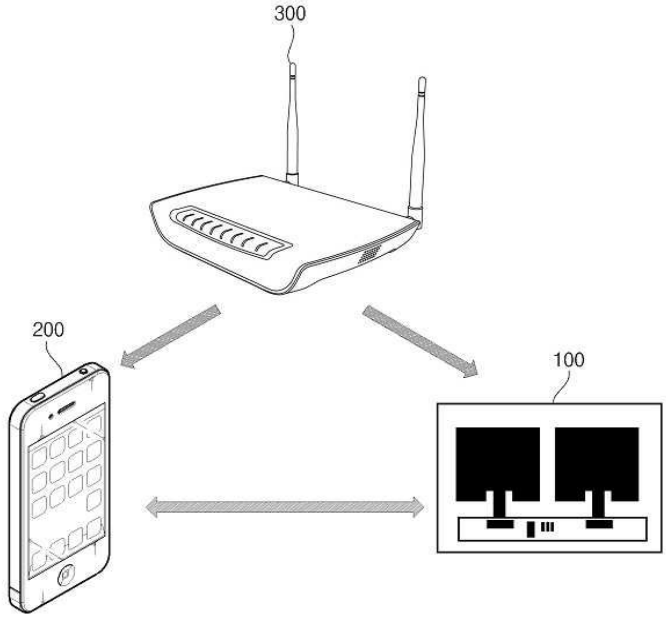
도면1a



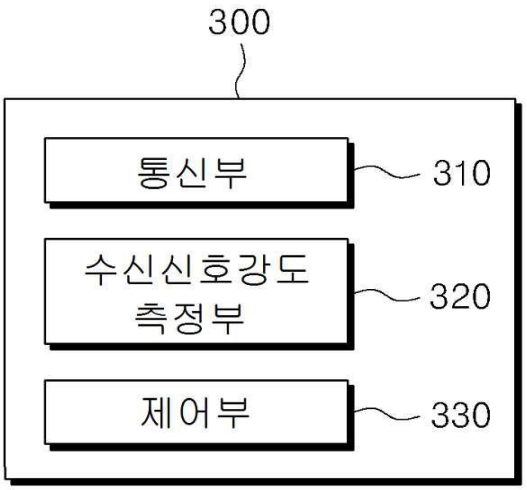
도면1b


렉테나
임피던스
정합회로
정류회로
RF Powered Device
(Sensor Node)
100
300
WiFi Helper(Access Point)

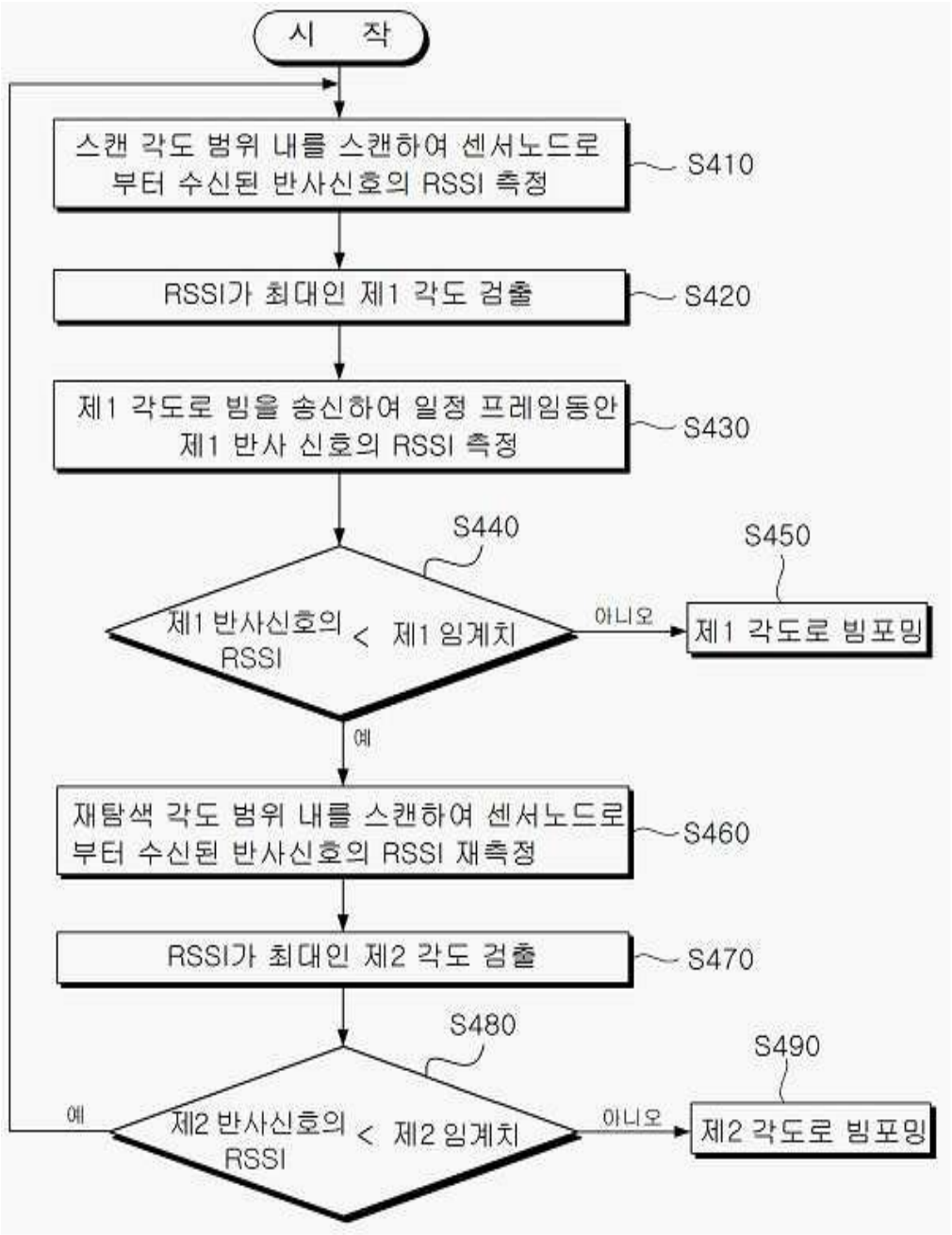
도면2


300
200
100

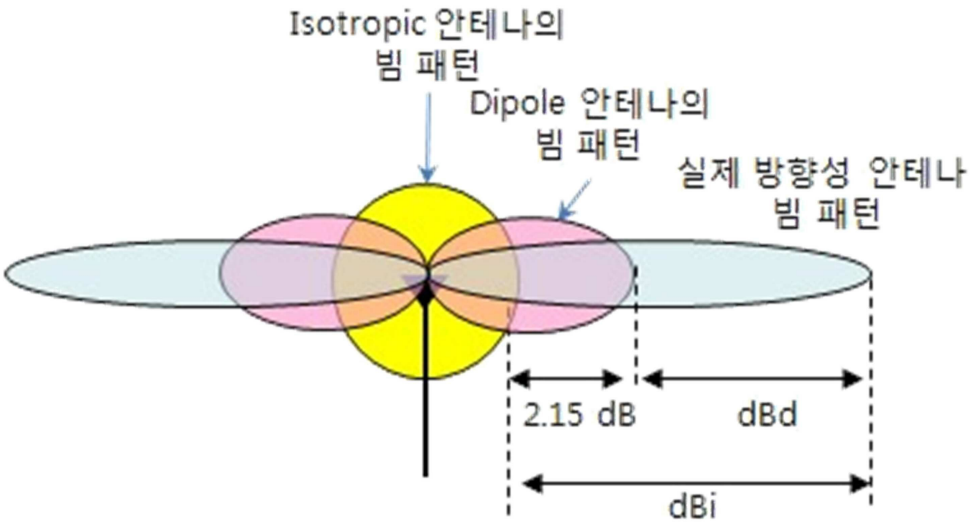
도면3



도면4


시 작
스캔 각도 범위 내를 스캔하여 센서노드로 부터 수신된 반사신호의 RSSI 측정
S410
RSSI가 최대인 제1 각도 검출
S420
제1 각도로 빔을 송신하여 일정 프레임동안 제1 반사 신호의 RSSI 측정
S430
S440
제1 반사신호의 RSSI < 제1 임계치
아니오
S450
제1 각도로 빔포밍
예
재탐색 각도 범위 내를 스캔하여 센서노드로 부터 수신된 반사신호의 RSSI 재측정
S460
RSSI가 최대인 제2 각도 검출
S470
S480
제2 반사신호의 RSSI < 제2 임계치
예
아니오
S490
제2 각도로 빔포밍

도면5


Isotropic 안테나의
빔 패턴
Dipole 안테나의
빔 패턴
실제 방향성 안테나
빔 패턴
2.15 dB
dBd
dBi