



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월04일  
(11) 등록번호 10-1635779  
(24) 등록일자 2016년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04W 24/02 (2009.01) H04B 7/04 (2006.01)  
H04W 52/36 (2009.01)  
(21) 출원번호 10-2010-7029814  
(22) 출원일자(국제) 2009년10월08일  
심사청구일자 2014년10월08일  
(85) 번역문제출일자 2010년12월30일  
(65) 공개번호 10-2011-0081773  
(43) 공개일자 2011년07월14일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/063085  
(87) 국제공개번호 WO 2010/040799  
국제공개일자 2010년04월15일  
(30) 우선권주장  
12/249,077 2008년10월10일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20060099984 A1\*  
US20040077354 A1  
US20060203746 A1  
WO2002007467 A1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
아바야 인코포레이티드  
미국 캘리포니아주 95054-1233 산타클라라 그레이  
트 아메리카 파크웨이 4655  
(72) 발명자  
배반 데이비드  
영국 씨엠23 3엔큐 비숍스 스토포드 허트포드셔  
소레이 파크 로드 32  
제프리어스 앤드류  
영국 씨비11 3에스엔 샤프론 왈덴 액세스 핀체스  
우드 앤드  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
제일특허법인, 김창세, 김원준

전체 청구항 수 : 총 16 항

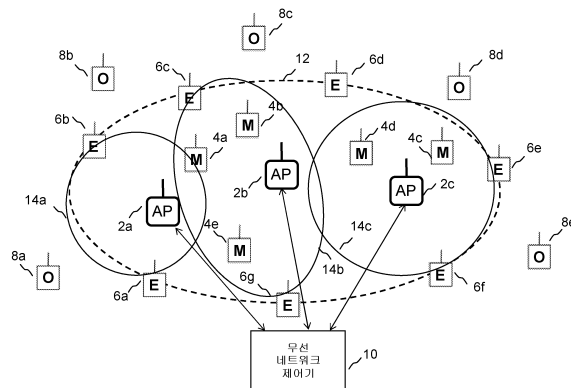
심사관 : 황유진

(54) 발명의 명칭 무선 주파수 필드 세기 최적화 방법 및 무선 통신 네트워크

(57) 요약

커버리지의 지정된 구역 내에 위치한 액세스 포인트를 포함하는 무선 네트워크에서, 액세스 포인트로부터의 방사에 의해 야기되는 무선 주파수 필드 세기는 수신된 신호 전력을 측정하는 정의된 위치에서의 센서로부터의 측정에 응답하여 송신 전력 및/또는 방사 패턴을 제어함으로써 위치의 함수로서 최적화되는데, 수신된 전력은 무선 주파수 필드 세기와 관련된다. 센서는 커버리지의 지정된 구역 내에, 이 구역의 에지 및/또는 구역의 바깥에 위치할 수 있고 송신 전력 및/또는 방사 패턴과 관련하여 액세스 포인트의 송신 파라미터의 최적화는 센서에서의 수신된 전력 이외에 센서의 위치를 고려하여 수행된다.

대표도



(72) 발명자

**개일 사이몬**

영국 씨엠23 3엔큐 비숍스 스토틀포드 허트포드셔  
소레이 파크 로드 39

**할 스티븐**

영국 씨엠18 7디에이치 해로우 액세스 퍼트리 미드  
레전시 코트 9

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 통신 네트워크에서 무선 주파수 필드 세기를 최적화하는 방법에 있어서,

상기 네트워크는 구성가능 전력 레벨에서 신호를 송신하도록 구성된 무선 액세스 포인트를 포함하고, 상기 무선 주파수 필드 세기는 송신되는 신호 전력 레벨에 의존하며, 상기 네트워크는 복수의 센서를 더 포함하고, 각 센서는 무선 커버리지의 지정된 구역에 대해 정의된 위치를 가지며, 상기 방법은,

상기 무선 액세스 포인트로부터 송신된 신호를 각 센서에서 수신하는 단계와,

각 센서에서 수신된 신호의 전력을 측정하는 단계- 상기 수신된 신호의 전력은 상기 센서의 위치에서의 무선 주파수 필드 세기에 의존함 -와,

각 센서에서 측정된 전력과 각 센서에서의 예상되는 전력의 레벨 간의 차이에 의존하여 상기 무선 액세스 포인트로부터 송출되는 전력을 제어하는 단계- 각 센서에서의 상기 예상되는 전력의 레벨은 무선 커버리지의 지정된 구역에 대한 각 센서의 위치의 함수임 -와,

목적 함수의 최소화에 의존하여 상기 무선 액세스 포인트로부터 송출되는 전력을 제어하는 단계를 포함하되,

상기 목적 함수는 센서 그룹으로부터 선택된 둘 이상의 센서로부터의 기여도를 포함하고, 상기 센서 그룹은,

상기 커버리지의 지정된 구역의 가장자리에 위치한 제 1 센서- 상기 제 1 센서의 기여도는 타겟 수신 신호 전력으로부터의 편차의 증가에 따라 증가하는 특성을 가짐 -와,

상기 커버리지의 지정된 구역 내에 위치한 제 2 센서- 상기 제 2 센서의 기여도는 수신된 신호 전력이 상기 타겟 수신 신호 전력까지 증가함에 따라 감소하고 상기 신호 전력이 상기 타겟 수신 신호보다 높은 있는 경우 실질적으로 일정하다는 특성을 가짐 -와,

상기 커버리지의 지정된 구역 바깥에 위치한 제 3 센서- 상기 제 3 센서의 기여도는 수신된 신호 전력이 수신된 신호 전력의 임계값보다 높게 증가함에 따라 증가하고 상기 신호 전력이 상기 임계값 아래에 있는 경우 실질적으로 일정하다는 특성을 가지고, 상기 임계값은 상기 타겟 수신 신호 전력보다 낮음 -를 포함하며,

상기 센서 중 적어도 하나는 상기 무선 커버리지의 지정된 구역의 가장자리 또는 바깥에 위치하는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

각 센서에서의 상기 측정 및 커버리지의 지정된 구역에 대한 각 센서의 위치에 의존하여 상기 무선 액세스 포인트로부터 송신된 상기 신호의 방사 패턴을 제어하는 단계를 더 포함하되, 상기 제어는 상기 측정된 전력과 각 센서에서의 예상되는 전력의 레벨 간의 차이에 기초하는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 방사 패턴을 제어하기 위해 안테나 어레이의 구성요소에 구성요소 가중치를 적용하는 단계를 포함하는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 액세스 포인트는 복수의 빔을 형성하는 안테나 장치를 포함하고, 상기 방법은 복수의 안테나 빔에 복수의 이득 특성을 적용하는 단계를 포함하는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 안테나 장치는 복수의 안테나 구성요소를 포함하고, 각 안테나 구성요소는 다른 안테나 구성요소에 의해 생성되는 빔에 공간적으로 인접한 빔을 생성하도록 구성되고, 상기 방법은 공간적으로 인접한 빔을 생성하는 안테나 구성요소에 대해 상호 직교하는 분극화 상태(a mutually orthogonal state of polarisation)로 방사하도록 상기 안테나 구성요소 각각을 정렬하는 단계를 포함하는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

안테나 빔 사이에서 송출 전력을 불균등하게 분할함으로써 상기 안테나 장치의 방사 패턴을 제어하는 단계를 포함하는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

각 센서에서의 수신된 신호의 신호 대 간섭 비율을 측정하는 단계를 포함하되,

상기 송출되는 전력은 각 센서에서의 수신된 신호의 신호 대 간섭 비율의 상기 측정에 의존하여 제어되는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 네트워크는 복수의 무선 액세스 포인트를 포함하고, 상기 방법은,

각 센서에서 복수의 신호- 각 신호는 상기 복수의 무선 액세스 포인트 중 하나로부터 송신됨 -를 수신하는 단계와,

각 센서마다 최상의 서버로서 무선 액세스 포인트를 선택하는 단계와,

각 센서에서 상기 최상의 서버로부터 수신된 신호의 전력을 측정하는 단계를 포함하되,

상기 송출되는 전력은 각 센서에서 상기 최상의 서버로부터 수신된 신호의 상기 측정에 의존하여 제어되는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 액세스 포인트의 트래픽 부하에 의존하여 상기 최상의 서버로부터의 방사 전력을 제어하는 단계를 포함하  
되,

상기 송출되는 전력은 상기 부하가 증가하는 경우 액세스 포인트로부터 송출되는 전력을 증가시키는 알고리즘에  
따라 제어되는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 10

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 네트워크는 복수의 무선 액세스 포인트를 포함하고, 상기 방법은,

각 센서에서 복수의 신호- 각 신호는 상기 복수의 무선 액세스 포인트 중 하나로부터 송신됨 -를 수신하는 단계  
와,

각 센서에서 상기 수신된 신호의 전체 전력을 측정하는 단계를 포함하되,

상기 송출되는 전력은 각 센서에서 수신된 신호의 전체 전력의 측정에 의존하여 제어되는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 송출되는 전력은 상기 액세스 포인트의 방사 전력에 대한 상기 목적 함수의 결정된 의존성에 따른 상기 목  
적 함수의 최소화에 의존하여 제어되는

무선 주파수 필드 세기 최적화 방법.

#### 청구항 14

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항의 방법에 따라 무선 통신 네트워크의 커버리지를 최적화하도록 프로세서로  
하여금 무선 네트워크 제어를 구성하게 하는 컴퓨터 실행가능 인스트럭션이 인코딩되어 있는 컴퓨터 판독가능  
매체.

#### 청구항 15

신호를 송신하는 무선 액세스 포인트와 복수의 센서를 포함하는 무선 통신 네트워크에 있어서,

각 센서는 무선 커버리지의 지정된 구역에 대해 정의된 위치를 가지고, 상기 네트워크는,  
 상기 무선 액세스 포인트로부터 송신된 신호를 수신하는 각 센서에서의 수신기와,  
 상기 수신된 신호의 전력을 측정하는 각 센서에서의 검출기- 상기 수신된 신호의 전력은 상기 센서의 위치에서  
 의 무선 주파수 필드 세기에 의존함 -와,  
 각 센서에서 측정된 전력과 각 센서에서 예상되는 전력의 레벨 간의 차이에 의존하여 상기 무선 액세스 포인트  
 로부터 송출되는 전력을 제어하는 무선 네트워크 제어기를 포함하되,  
 각 센서에서의 예상되는 전력의 레벨은 커버리지의 지정된 구역에 대한 각 센서의 위치의 함수이고,  
 상기 무선 네트워크 제어기는 목적 함수의 최소화에 의존하여 상기 무선 액세스 포인트로부터 송출되는 전력을  
 제어하고,  
 상기 목적 함수는 센서 그룹으로부터 선택된 둘 이상의 센서로부터의 기여도를 포함하고, 상기 센서 그룹은,  
 상기 커버리지의 지정된 구역의 가장자리에 위치한 제 1 센서- 상기 제 1 센서의 기여도는 타겟 수신 신호 전력  
 으로부터의 편차의 증가에 따라 증가하는 특성을 가짐 -와,  
 상기 커버리지의 지정된 구역 내에 위치한 제 2 센서- 상기 제 2 센서의 기여도는 수신된 신호 전력이 상기 타  
 겟 수신 신호 전력까지 증가함에 따라 감소하고 상기 신호 전력이 상기 타겟 수신 신호 전력보다 높은 경우 실  
 질적으로 일정하다는 특성을 가짐 -와,  
 상기 커버리지의 지정된 구역 바깥에 위치한 제 3 센서- 상기 제 3 센서의 기여도는 수신된 신호 전력이 수신된  
 신호 전력의 임계값보다 높게 증가함에 따라 증가하고 상기 신호 전력이 상기 임계값 아래에 있는 경우 실질적  
 으로 일정하다는 특성을 가지고, 상기 임계값은 상기 타겟 수신 신호 전력보다 낮음 -를 포함하며,  
 상기 센서 중 적어도 하나는 무선 커버리지의 지정된 구역의 가장자리 또는 바깥에 위치하여, 무선 주파수 필드  
 세기를 최적화하는  
 무선 통신 네트워크.

#### 청구항 16

제 15 항에 있어서,  
 상기 무선 액세스 포인트는 안테나 장치를 포함하며, 상기 안테나 장치는,  
 복수의 빔을 형성할 수 있는 복수의 안테나 구성요소와,  
 각 안테나 빔의 이득을 설정할 수 있는 제어가능 피드(feed) 네트워크를 포함하되,  
 상호 직교하는 분극으로 방사하도록 공간적으로 인접한 빔이 마련되는  
 무선 통신 네트워크.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,  
 상기 제어가능 피드 네트워크는 애지무스(azimuth) 방사 패턴의 맞은편 사분면 내에 지향되는 안테나 빔 사이에  
 서 송출 전력을 불균등하게 분할할 수 있는 전력 분할기를 포함하는  
 무선 통신 네트워크.

#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 전력 분할기는 제 1의 3dB 하이브리드 네트워크, 제어가능 위상 시프터 및 제 2의 3dB 하이브리드 네트워크를 포함하고,

상기 제 1의 3dB 하이브리드 네트워크의 입력 포트 중 하나는 송신 전력의 소스에 연결되고,

상기 제 1의 3dB 하이브리드 네트워크의 하나의 출력 포트는 상기 제어가능 위상 시프터를 경유하여 상기 제 2의 3dB 하이브리드 네트워크의 입력 포트에 연결되고,

상기 제 1의 3dB 하이브리드 네트워크의 다른 출력 포트는 상기 제 2의 3dB 하이브리드 네트워크의 다른 입력 포트에 연결되며,

상기 제 2의 3dB 하이브리드 네트워크의 두 개의 출력 포트는 각각의 안테나 구성요소에 각각 연결되고, 각 안테나 구성요소는 빔을 형성하며, 상기 빔은 애지무스 방사 패턴의 상이한 사분면 내에 지향되는

무선 통신 네트워크.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 전반적으로 데이터 통신 네트워크에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 무선 액세스 포인트를 포함하는 네트워크의 커버리지를 최적화하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 데이터 통신 네트워크는 흔히 무선 링크에 의해 접속되는 구성요소를 포함한다. 무선 접속에 대해서는, 특히 무선으로 접속된 디바이스의 이동성과 유선 인프라구조의 감소와 연관되는 편의성 및 잠재적 비용 절감을 제공하는 이점이 많이 있다. 일반적으로, 다수의 정적 무선 액세스 포인트는 이동성 디바이스가 무선 접속을 형성할 수 있는 로컬 구역 내에 배치될 수 있으며, 이 때의 접속은 일반적으로 IEEE 802.11 표준, 예를 들면 IEEE 802.11n과 같은 업계 표준에 부합한다. 바람직하게는, 무선 접속 포인트는 관련된 구역에 유용한 커버리지를 제공하는 방법으로 배치되고, 유선 또는 무선 링크에 의해 데이터 네트워크에 접속된다. 그러나, 이용할 수 있는 무선 대역폭은 일반적으로 규제 기관(regulatory authorities)에 의해 부과되는 스펙트럼 할당으로 인해 제한되며, 그에 따라 무선 리소스가 효율적인 방법으로 이용되는 것을 보증하는 것이 바람직하다. 이것은 일반적으로 무선 접속 포인트의 대지 구획(siting)의 주의 깊은 계획, 송출 전력(transmission power) 및 동작 주파수에 의해 달성된다.

[0003] 무선 네트워크의 이용 증가에 따라, 무선 네트워크는 다른 네트워크에 인접하게 놓일 가능성이 점점 증가하고 있다. 예를 들어, 네트워크는 인접한 건축물을 점유하는 상이한 기업에 의해 이용되는 네트워크의 옆에 있어, 네트워크들 간에 간섭을 경험하게 되는 것이 가능할 수 있다. 또한, 흔히, 네트워크 보안성의 고려사항으로 인해 희망 커버리지 구역 외부에서 무선 접속이 가능하게 되는 것은 바람직하지 않다. 이에 따라, 정의된 구역, 일반적으로 건축물 또는 기업 내에서 커버리지를 제약하는 것이 바람직하다. 위치는 신호가 그 위치에서 용인 가능한 품질로 수신될 수 있다면 무선 커버리지를 갖는 것으로 간주될 수 있으며, 커버리지를 정의하는 데 이용될 수 있는 잘 알려진 신호 품질 측정치는 다수 개가 존재하는데, 그 중에서도, 신호 전력 레벨, 신호 대 잡음비 및 비트 에러율이 있다. 일반적으로, 무선 네트워크는 비허가 대역(unlicensed band), 예를 들면 산업용, 과학용 및 의료용의 비허가 대역에서 비디오 송신기와 같은 많은 다른 디바이스가 동작할 수 있는 약 2.4 GHz 또는 5 GHz에서 동작할 수 있다. 게다가, 전자레인지(microwave ovens)와 같은 디바이스는 이들 대역 내에서 의사 신호(spurious signals)를 방사하여, 동일한 주파수 대역 내에서 동작하는 무선 네트워크의 동작과 잠재적으로 간섭할 수 있다.

[0004] 무선 액세스 포인트의 대지 구획, 송출 전력 및 동작 주파수와 관련하여 무선 네트워크를 계획하는 조력자로서 센서를 사용하는 것은 알려져 있으며, 이러한 센서는 네트워크 내에서 액세스 포인트로부터 수신된 신호 송출 전력을 측정하고, 다른 네트워크 및 다른 디바이스로부터의 간섭 신호를 검출할 수 있다. 수신된 신호 전력은 안테나의 이득에 따라 센서의 안테나 위치에서 무선 주파수 필드 세기와 관련된다. 따라서, 수신된 신호 전력의 측정치는 무선 주파수 필드 세기의 표시로서 사용될 수 있다. 이러한 센서는 일반적으로 휴대용 디바이스이며, 예를 들어 주어진 구역에서 활성 상태의 액세스 포인트를 찾는 데 이용될 수 있다. 센서는 신호 및 간섭에

의해 점유되는 주파수를 식별하는 스펙트럼 분석 기능 및 간섭으로부터 신호를 식별하는 신호 분석을 수행할 수 있다. 센서는 이용 가능한 액세스 포인트에 대한 검색을 수행할 수 있는데, 검색은 수동적 또는 능동적 스캐닝을 수반하되, 수동적 스캐닝은 단순히 수신된 신호의 측정을 수반하고 능동적 스캐닝은 이용 가능한 액세스 포인트가 응답하도록 프로그래밍될 수 있는 비컨 프로브(beacon probe)를 보내는 것을 수반한다.

[0005] 센서가 서버 및 네트워크 관리국(network management station)에 접속될 수 있다는 것은, 예를 들어 미국 특허 출원 US7184777에 개시되어 있는 바와 같이, 알려져 있다. 이러한 시스템은 현재 무선 주파수 상태의 영향을 완화시키는 작용을 개시하는 성능 관리자를 포함할 수 있다. 성능 관리자는 액세스 포인트를 다른 채널 상에서 동작하도록 구성할 수도 있고 또는 센서에 의해 검출된 높은 레벨의 간섭에 대한 응답으로 액세스 포인트의 송출 전력을 조절할 수도 있다.

[0006] 일반적으로, 무선 네트워크 계획은, 노텔 WLAN 관리 소프트웨어 2300 계열(Nortel WLAN Management Software 2300 Series)과 같은 계획 툴의 도움으로 실행될 수 있다. 이러한 툴은 일반적으로 무선 커버리지가 요구되는 구역의 맵에 진입하는 모델에 방법을 제공하며, 운용자는 알려진 무선 주파수 차단 및 세부사항을 그 맵에 추가할 수 있다. 툴은 그 구역 내의 무선 주파수 커버리지를 예측할 수 있고, 동작 전력 및 주파수는 요구되는 커버리지 구역을 제공하도록 모델 내에서 조절될 수 있다. 그러나, 모델의 정확도는 운용자에 의해 입력되는 데이터에 의해 제한되는데, 전달 조건은 복잡할 수 있고 모든 무선 주파수 차단 및 반사가 인식될 수 있는 것은 아니다. 또한, 액세스 포인트의 대지를 정하는 데 있어서의 유연성은 실질적인 제약에 의해 제한될 수 있고, 액세스 포인트의 송출 전력 및 동작 주파수의 조절은 커버리지를 최적화하는 데 있어서 제한적인 범주를 제공한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 이들 불리한 조건을 해결하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 제 1 양상에 따르면, 청구항 1에 따른 방법이 제공된다. 커버리지의 지정된 구역의 가장자리에 적어도 하나의 센서를 배치하는 이점은 커버리지가 지정된 구역 이내로 커버리지를 제한함으로써 최적화될 수 있다는 것이다. 커버리지의 지정된 구역 외부에 적어도 하나의 센서를 배치하는 이점은 커버리지가 지정된 구역 외부의 커버리지를 최소화시킴으로써 최적화될 수 있다는 것이다. 다수의 센서 각각에서 측정된 전력과 다수의 센서 각각에서 예측된 레벨의 전력 사이의 차이 및 각 센서의 위치에 의존하여 액세스 포인트로부터의 송출 전력을 제어하는 것은, 생성된 무선 커버리지와 커버리지의 지정된 구역 사이의 통신이 최적화되도록 각각의 센서에서 잠재적으로 충돌하는 요건들 간의 타협점을 결정하는 사전 정의된 알고리즘에 따라 제어가 실시될 수 있다는 이점을 갖는다.

[0009] 바람직하게는, 무선 액세스 포인트로부터의 방사 패턴은 각 센서의 전력 측정치 및 커버리지의 지정된 구역과 관련된 각 센서의 위치에 의존하여 제어된다. 방사 패턴을 제어하는 이점은 액세스 포인트의 송출 전력이 방향 함수로서 제어되어 커버리지가 고정된 방사 패턴으로 액세스 포인트에 의해 달성될 수 있는 것보다 더욱 효과적으로 희망 커버리지 구역 내에서는 최대화되고 희망 커버리지 구역 외부에서는 최소화될 수 있도록 한다는 것이다.

[0010] 유리하게는, 각 센서에서 수신된 신호의 신호 대 간섭 비가 측정되고, 액세스 포인트의 방사 전력의 제어가 그 측정치에 의존한다. 이것의 이점은 커버리지가 신호 대 잡음 비와 관련하여 최적화되어 간섭을 경험하는 경우에, 신호 전력 단독의 측정에 의해 획득될 수 있는 것보다, 더 정확한 커버리지 예측자를 제공할 수 있다는 것이다.

[0011] 편리하게는, 네트워크가 다수의 액세스 포인트를 포함하고, 액세스 포인트의 송출 전력의 제어가 각 센서에서 수신된 최상의 서버의 전력에 의존한다. 최상의 서버는 센서에서 신호 세기와 관련하여 최상의 신호를 제공하는 액세스 포인트가다. 최상의 서버의 신호 세기를 측정하는 이점은 목적 함수(objective function)가 다수의



네트워크 포인트들로 이루어진 네트워크에서 획득되는 커버리지를 나타낼 것이라는 것이다.

[0012] 유리하게는, 총 전력이 각 센서에서 수신된 신호로부터 측정된다. 이것은 최상의 서버의 신호 전력에 대한 근사치이며, 경제적인 센서 구현을 가능하게 하는 이점을 갖는다.

[0013] 바람직하게는, 각 액세스 포인트의 송출 전력이 액세스 포인트의 트래픽 부하에 의존한다. 이것은, 다수의 액세스 포인트들로 이루어진 네트워크에서 과도하게 부하가 걸린 액세스 포인트의 커버리지 구역이 감소할 수 있다는 이점과, 약하게 부하가 걸린 액세스 포인트가 증가하여 네트워크에 걸리는 부하의 균형을 맞추고 잠재적으로 네트워크의 혼잡함을 완화시킬 수 있다는 이점을 갖는다. 이 균형 맞춤은, 목적 함수에 대한 기여도가 트래픽 부하에 기초를 두는 경우, 목적 함수의 최소화에 의해 달성될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선 통신 네트워크를 도시한 개략도,  
 도 2는 수신된 전력의 함수로서 커버리지의 지정된 구역 외부에 배치된 센서에 대한 목적 함수에 대한 일반적인 기여도를 도시한 도면,  
 도 3은 수신된 전력의 함수로서 커버리지의 지정된 구역의 가장자리에 배치된 센서에 대한 목적 함수에 대한 일반적인 기여도를 도시한 도면,  
 도 4는 수신된 전력의 함수로서 커버리지의 지정된 구역 내에 배치된 센서에 대한 목적 함수에 대한 기여도를 도시한 도면,  
 도 5는 제어된 안테나 패턴을 채용하는 액세스 포인트의 커버리지의 구역을 도시한 도면,  
 도 6은 본 발명의 양상에 따른 액세스 포인트를 도시한 도면,  
 도 7은 본 발명의 양상에 따른 공급 네트워크(feed network) 및 빔 안테나를 도시한 도면,  
 도 8은 본 발명의 양상에 따른 네트워크 내의 안테나 빔의 커버리지의 구역을 도시한 도면,  
 도 9는 본 발명의 양상에 따른 네트워크에서 센서들로 이루어진 멀티-홉 네트워크를 도시한 도면,  
 도 10은 본 발명의 실시예로서 구현된 하나의 액세스 포인트를 갖는 시스템에서 메시지의 일반적인 논리적 흐름을 도시한 도면,  
 도 11은 본 발명의 실시예로서 구현된, 각각 4개의 빔을 갖는 2개의 액세스 포인트를 갖는 시스템에서 메시지의 일반적인 논리적 흐름을 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 전반적으로, 본 발명은 무선 액세스 포인트를 포함하는 네트워크의 커버리지를 최적화하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

[0016] 실례로서, 이제, 본 발명의 실시예는, 무선 액세스 포인트들로 이루어진 네트워크에 제공되고, 접속 포인트 또는 기지국이라고도 지칭될 수 있으며, 하나 이상의 사용자 장비가 무선 접속을 형성할 수 있는 업무용 건물과 같은 구역의 정황에서 설명될 것이다. 액세스 포인트는 일반적으로 다른 위치에 데이터 센터를 포함하는 기업 네트워크일 수 있는 데이터 네트워크의 다른 부분으로의 유선 접속 및 무선 접속 또는 인터넷으로의 접속에 적합한 송수신기를 포함할 수 있다. 무선 송수신기를 장착한 다양한 타입의 디바이스는 개인용 컴퓨터(PC)와 같은 접속 포인트, 및 액세스 포인트의 무선 커버리지 구역 내에서 또한 업무용 건물 내의 액세스 포인트들 사이에서 이동될 수 있는 PDA(개인 휴대 정보 단말기)와 같은 이동성 데이터 유닛을 통해 네트워크에 접속될 수 있다.

[0017] 본 발명은, 디지털 방식으로 인코딩된 음성 신호, 오디오 신호, 일반적으로는 이미지 및 비디오 스트림을 포함하되 이들로 제한되는 것은 아닌 임의의 타입의 데이터를 통신하는 데 이용되는 데이터 네트워크에 적용될 수 있다. 무선 신호는 IEEE 802.11 WiFi와 같은 업계 표준에 부합할 수 있지만, 초광대역 무선과 같은 다른 업계 표준 또는 사설 표준에도 부합할 수 있고, 또는 어떠한 특정하게 용인된 표준에도 부합하지 않을 수 있다.

[0018] 도 1은 커버리지(12)의 지정된 구역 내에 배치되는 3개의 액세스 포인트(2a, 2b, 2c) 및 세 가지 타입의 위치에

배치되는 센서, 즉 중간 또는 "M"으로 지정되는 희망 커버리지 구역 내에 배치되는 센서(4a, ..., 4e), 가장자리 또는 "E"로 지정되는 희망 커버리지 구역의 가장자리에 배치되는 센서(6a, ..., 6g), 및 외부 또는 "O"로 지정되는 희망 커버리지 구역의 외부에 배치되는 센서(8a, ..., 8e)를 포함하는 본 발명의 실시예에 따른 네트워크를 도시하고 있다. 희망 커버리지 구역은, 일반적으로 네트워크 계획자 또는 관리자에 의해 지정되는 구역으로서, 무선 주파수 링크가 사용자 장비와 액세스 포인트 또는 다수의 액세스 포인트 중 하나 사이에 설립될 수 있도록 의도된다. 건축물에서 그 구역은 사용자가 용인 가능한 품질의 무선 주파수(RF) 신호를 수신할 수 있게 하는 바닥 공간(floor space)의 면적과 관련하여 편리하게 정의될 수 있는데, 품질은 일반적으로 신호 레벨에 의해 정의된다. 따라서 커버리지의 면적은 사용자 장비가 배치될 것으로 합당하게 예측될 수 있으며 애플리케이션에 의존할 높이를 갖는 바닥 공간 위로 연장되는 체적 또는 구역을 나타내도록 가정되는데, 예를 들면, 창고(warehouse)에서는 사무 공간에서보다 더 높은 높이로 연장되는 희망 커버리지 구역이 존재할 수 있다. 따라서, 지정된 커버리지가 편리하게는 면적으로 설명되고 있지만, 본 발명은 2차원 영역의 커버리지의 최적화로 제한되는 것이 아니라 커버리지가 수직적 차원에서도 3차원 공간 내에서 최적화될 수 있다는 것이 인지될 수 있다. 센서는, 예를 들어 건축물의 벽 뿐 아니라 바닥 및 천장에도 배치될 수도 있다.

[0019] 각각의 센서는 액세스 포인트에 대해 국부적으로 배치될 수도 있고 또는 그로부터 멀리 떨어진 거리에 배치될 수도 있는 무선 네트워크 제어기와 통신하며, 통신은 액세스 포인트와 사용자 장비 사이의 통신에 사용되는 것과 상이한 표준으로 동작할 수 있는 액세스 포인트에 의해 사용되는 무선 리소스 또는 상이한 무선 리소스에 의한 것일 수 있다. 예를 들어, 액세스 포인트는 5 GHz WiFi 대역에서 동작하고 센서와 무선 네트워크 제어기 사이의 통신은 2.4 GHz WiFi 대역의 사용을 수반할 수 있으며, 또는 그 반대일 수도 있다.

[0020] 대안으로 또는 부가적으로, 센서는 지그비(Zigbee) 또는 센서 네트워크에 적용 가능한 다른 프로토콜과 같은 저속 데이터 통신을 위해 최적화된 무선 프로토콜을 이용하여 무선 네트워크 제어기와 통신할 수 있다. 센서는 작고 저렴한 저전력 디바이스일 수 있고, 센서에 제공될 배터리 또는 주요 전기 전력 공급원에 대한 어떠한 필요성도 없도록 환경으로부터 전력을 수집할 수 있다. 센서는 무선 주파수 ID 태그의 분야에서 잘 알려져 있는 반사된 무선 주파수 신호의 변조에 의해 통신하여 저전력 동작을 가능하게 할 수 있다.

[0021] 대안으로, 센서는 주요 전원에 의해 전력을 공급받을 수 있으며, 이러한 것은 주요 전력 소켓 내에 플러그될 수 있는 동봉체 내에 편리하게 배치될 수 있다. 센서와 무선 네트워크 제어기 사이의 통신은 부분적으로 신호가 센서로부터 무선 네트워크 제어기로의 데이터 링크에 대한 접속에 편리한 위치로 전송될 수 있게 하는 전력선 통신 기술에 의한 것일 수 있다.

[0022] 일반적으로 커버리지의 구역 외부에 배치되는 센서는 액세스 포인트에 의해 사용되는 무선 리소스와는 다른 통신 수단을 사용하도록 구성된다. 그러나, 몇몇 경우, 희망 커버리지 구역 외부에 배치되는 센서는, 통신이 링크를 액세스 포인트와 통신하는 사용자 장비로의 통신에 대해 용인 가능한 것보다 더 약한 신호 대 잡음 비로 설립되게 하는 낮은 데이터 속도라면 액세스 포인트에 의해 사용되는 무선 리소스를 사용할 수 있게 할 수 있다.

[0023] 도 1에 예시된 바와 같이, 무선 네트워크 제어기(10)는 데이터 링크, 일반적으로 무선 또는 다른 링크를 포함하는 성분을 가질 수 있는 통상의 유선 통신 접속부를 통해 무선 액세스 포인트(2a, 2b, 2c)와 통신한다. 무선 네트워크 제어기(10)는 방사되는 전력을 제어하며, 바람직하게는 각 센서에서의 측정치 및 희망 커버리지 구역과 관련된 각 센서의 위치에 의존하여 각각의 무선 액세스 포인트로부터의 방사 패턴도 제어한다. 각 액세스 포인트의 방사 패턴 및/또는 송출 전력은 무선 액세스 포인트의 커버리지 구역(14a, 14b, 14c)의 합성이 커버리지(12)의 희망 구역에 가급적 가깝게 대응하도록 제어된다. 도 1의 실례에서, 액세스 포인트(2c)은 전방향성 방사 패턴(omni directional radiation pattern)으로 도시되고, 커버리지 구역(14c)은 액세스 포인트(2c)의 송출 전력에 의해 제어된다. 액세스 포인트(2a, 2b)은 방사된 전력의 제어 및/또는 각 액세스 포인트의 방사 패턴의 제어에 의해 결정되는 커버리지 구역을 갖는 것으로 도시된다.

[0024] 액세스 포인트(2a, 2b, 2c)의 방사 전력 및/또는 방사 패턴의 제어는 목적 함수라고도 지칭되는 비용 함수의 최소화에 의한 것일 수 있다. 목적 함수는 센서로부터의 기여도의 조합에 기초하고, 최소화가 희망 솔루션에 보다 가까운 위치가 되도록 설계되는데, 이것은 희망하거나 지정된 커버리지 구역에 가급적 가깝도록 최적화되는 무선 커버리지 영역을 제공할 필드 세기 패턴일 수 있다. 이미 언급된 바와 같이, 위치는 신호가 그 위치에서 예를 들어 신호 전력 레벨, 신호 대 잡음 및 간섭 비 또는 비트 에러율에 의해 정의될 수 있는 용인 가능한 품질로 수신될 수 있다면 무선 커버리지를 갖는 것으로 간주될 수 있다. 이들 측정치 각각은 해당 위치에서 무선 주파수 필드 세기와 관련된다. 목적 함수의 최소화의 목적은 무선 주파수 필드 세기의 패턴의 최소화인 것으로

볼 수 있다. 따라서, 무선 네트워크 제어기(10)는 목적 함수를 최소화시키는 방법으로 각 액세스 포인트의 방사 패턴 및/또는 송출 전력을 제어한다.

[0025] 본 발명의 실시예는 간단히 단일 액세스 포인트를 포함할 수 있다는 점에 유의해야 한다. 이 경우, 목적 함수는, 일반적으로 무선 네트워크 제어기의 제어 하에 목적 함수의 최소화가 액세스 포인트로부터 송신되는 전력의 방사로 인한 필드 세기의 최적화를 가져 오는 것으로 사전 정의된다.

[0026] 도 2, 도 3 및 도 4는 센서에 의해 수신되는 신호의 전력 측정치를 그 센서로부터 목적 함수로의 기여도(16)에 관련짓는 일반적인 함수를 도시한다. 도면은 각각 네트워크의 희망 커버리지 구역 외부(도 2), 구역의 가장자리(도 3) 및 구역 내부(도 4)에 배치되는 센서에 대하여 센서에 의해 수신되는 전력과 센서로부터의 기여도 사이의 관계를 도시한다. 이 경우, 목적 함수는 네트워크의 커버리지와 희망 커버리지 패턴 사이의 대응성의 함수로서 변화하도록 설계된 함수이다. 예를 들어 목적 함수는 희망 구역 내의 커버리지가 증가할수록 감소할 수 있지만, 증가한 전력량이 희망 커버리지 구역 외부에서 검출된다면 증가할 수도 있다.

[0027] 도 2로부터 알 수 있는 바와 같이, 희망 커버리지 구역 외부에 배치되는 센서로부터 목적 함수에 대한 기여도(16)는 수신된 전력의 최대의 용인 가능한 값보다 작은 상태로 일정할 수도 있고, 이 값보다 큰 수신된 전력에 대해 증가할 수도 있다. 임계치라고도 지칭되는 수신된 전력의 용인 가능한 값은 본 명세서에서 무선 링크의 동작 채널(일반적으로 20 MHz) 내에서 -95 dBm으로 도시되는데, 임계치는 접속이 가능할 것 같지 않은 레벨로 설정된다. 임계 값은 특정 시스템의 요건에 따라 다른 레벨로 설정될 수 있는 것으로, 예를 들어 특정 시스템에서는 임계 값을 잡음 바닥(noise floor)에 대해 설정하는 것이 편리할 수 있다. 임계치보다 큰 수신된 전력에 대해 목적 함수에 대한 기여도(16)를 정의하는 곡선은 주어진 전력 레벨에서 신호의 수신과 연관된 인식된 패널티 또는 이점에 따라 편리한 형상으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 곡선의 편리한 형상은 수신된 전력 대 임계 전력의 비율의 대수의 제곱, 즉 데시벨 값의 제곱일 수 있다. 대안으로, 수신된 전력 레벨과 목적 함수에 대한 기여도 사이의 선형, 대수 또는 다항 관계나 이들 관계의 조합은 유익한 것으로 인지될 수 있다. 유사한 고려사항이 도 3 및 도 4에 예시된 바와 같은 목적 함수에 대한 기여도에 적용된다.

[0028] 도 3에 예시된 바와 같이, 지정된 커버리지 구역의 가장자리에 배치된 센서에 대해, 목적 함수에 대한 기여도(16)는 수신된 전력이 최소의 용인 가능한 신호 레벨에 대응하는 값 위로 또는 아래로 편차함에 따라 증가할 수 있다. 예시된 경우에서, 다시 20 MHz 대역폭에서 측정된다고 가정하면 -70 dBm의 전력 레벨이 최소의 용인 가능한 신호 레벨로 도시되며, 용인 가능한 레벨은 시스템 특정적이고 변조 포맷 및 의도된 데이터 속도에 의존할 것이다. 또한, 용인 가능한 레벨은 간섭 환경에 의존할 수 있기 때문에, 간섭이 예상되는 경우에 무간섭 환경인 경우보다 높은 용인 가능한 신호 레벨이 설정될 수 있다.

[0029] 도 4에 예시된 바와 같이, 지정된 커버리지 구역 내에 배치되는 센서에 대해, 목적 함수에 대한 기여도(16)는 수신된 전력이 최소의 용인 가능한 신호 레벨에 대응하는 값 아래로 편차할수록 증가할 수 있다. 도 3의 경우와 같이, -70 dBm의 전력 레벨이 최소의 용인 가능한 신호 레벨로 도시된다. 수신된 신호 전력이 용인 가능한 레벨보다 크다면, 목적 함수에 대한 기여도는 일정하며, 이것은 용인 가능한 레벨에서 수신되는 신호에 비해 용인 가능한 레벨보다 큰 신호 전력에서 어떠한 인지되는 이점도 없다는 것을 예시한다. 일반적으로, 그 일정한 값은 0일 수 있지만, 목적 함수의 형태에 따라 다른 값이 바람직할 수도 있고, 몇몇 경우에는 일정하지 않은 값이 있을 수도 있으며, 예를 들어 목적 함수에 대한 기여도가 지정된 최대의 희망하는 수신된 전력 레벨보다 크게 상승하여 네트워크에서 전력 소비를 최소화시킬 수 있는데, 이것은 예를 들어 전력 소비가 액세스 포인트 또는 포인트들로부터의 송출 전력과 관련될 수 있기 때문이다.

[0030] 도 2, 도 3 및 도 4에 예시된 각각의 경우에 있어서, 신호 전력은 센서, 즉 신호 레벨 또는 신호 대 간섭 비와 관련하여 최상의 신호를 제공하는 액세스 포인트에 의해 보이는 최상의 서버의 전력인 것이 바람직하다. 최상의 서버로서의 액세스 포인트의 선택은 제어기가 커버리지 패턴을 최적화함에 따라 변할 수 있다. 따라서, 목적 함수가 최소화되는 적응 과정은, 예를 들어 센서의 출력을 생성하는 상이한 최상의 서버의 선택으로 인해 불연속을 경험할 수 있는 반복적 과정으로서 진행한다는 것이 이해될 수 있다.

[0031] 변형에서, 최상의 서버의 선택에 대한 근사화로서, 센서에서 수신되는 서버의 총 전력은 목적 함수에 대한 기여도를 계산하는 데 이용될 수 있다. 이 근사화는 센서의 설계를 단순화시킨다는 점 및 그에 따라 센서의 비용 및 전력 소비를 잠재적으로 최소화시킨다는 점에서 유익할 수 있다.

[0032] 목적 함수가 최소화될 수 있는 다양한 알고리즘을 이용하여 액세스 포인트의 송출 전력 및/또는 방사 패턴을 제어하는 것이 가능하다. 목적 함수 또는 비용 함수의 최소화는 커버리지에 대한 장점의 형상(figure)을 나타내

는 함수를 최소화시킨 것과 등가임에 유의해야 한다. 목적 함수를 최소화시키는 한 가지 잘 알려진 방법은 넬더-미드 다운힐 심플렉스 알고리즘(Nelder-Mead Downhill Simplex algorithm)이다. 이러한 알고리즘은 송출 전력, 안테나 빔의 감쇄 또는 안테나 구성요소에 적용되는 복합 가중치(complex weight)와 같은 제어 가능한 변수를 섭동시키고 목적 함수에 대한 섭동 효과를 측정함으로써 동작한다. 이후, 제어 가능한 변수는 목적 함수를 최소화시키도록 업데이트된다. 각각의 변수가 이어서 개별적으로 섭동되고 업데이트가 목적 함수를 최소화시킨 방향으로 이루어지는 간단한 순차적 섭동 알고리즘과 같이 목적 함수를 최소화시키는 다른 알고리즘이 잘 알려져 있다.

[0033] 도 5는 다수의 안테나 빔에 적용되는 이득의 제어에 의한 액세스 포인트(2)의 방사 패턴의 제어를 예시한다. 각 빔의 커버리지 구역(14a, 14b, 14c)은 각 빔의 이득의 제어에 의해 변화한다. 4개의 빔의 실례가 도시되지만, 방위(azimuth) 뿐 아니라 높이 면에서 변화하는 빔을 포함하는 임의의 수의 빔이 채용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0034] 빔의 커버리지 구역들 사이의 중첩 영역, 예를 들어 커버리지 구역(14a)과 커버리지 구역(14b) 사이의 중첩 구역에서, 각 빔들의 간섭은 방사 패턴에 커버리지를 최대화시키는 것과 관련하여 바람직하지 못한 영도(nulls)를 야기할 수 있다. 영도의 형성을 회피하기 위해, 출원인의 미국 특허 US 7181245에는 공간적으로 인접한 빔들이 직교 분극(ortogonal polarisations) 상에서 동작하여 인접 빔들 사이의 간섭을 회피하도록 구성하는 것이 개시되어 있다.

[0035] 도 6은 도 5의 빔 패턴을 구현할 수 있는 액세스 포인트(2)를 개략적인 형태로 도시한다. 무선 네트워크 제어기(10)는 무선 송수신기(22)로부터 빔 안테나(18a, 18b, 18c, 18d)로 신호를 공급하는 안테나 공급 네트워크(20)를 관리한다. 빔 안테나는 직교 분극화로 송수신하는 구성요소로 구성될 수 있다. 각각의 접속부(21a, 21b)를 통해 송수신기(22)로부터 공급 네트워크(20)로 접속되는 2개 이상의 무선 채널, 예컨대 다양한 브랜치가 있을 수 있으며, 채널은 여러 가지 안테나 패턴, 예를 들어 분극화 다양성 패턴(polarisation diverse patterns) 상에서 동작하는 데 이용될 수 있다.

[0036] 도 7은 도 6의 공급 네트워크(20) 및 빔 안테나(18a, 18b, 18d)를 보다 상세히 도시한다. 공급 네트워크는 한 쪽 암(arm)에 그들 사이에 배치되는 위상 시프터(phase shifter)를 갖는 연속적인 3 dB 하이브리드의 네트워크에 의해 부동 전력 분할(unequal power split)이 손실없이 달성될 수 있는 잘 알려진 원리로 동작하며, 위상 시프터의 조절은 전력 분할을 결정하여 감쇄기를 사용하는 비효율성을 회피시킨다.

[0037] 동작 원리는 3 dB 하이브리드(24a, 24b)를 고려함으로써 예시될 수 있다. 위상 시프터(26a)의 조절은 3 dB 하이브리드(24b)의 포트 B와 포트 C 사이에서 3 dB 하이브리드(24a)의 포트 A에 인가되는 전력의 분할을 결정한다. 일련의 유사한 가변 분할기 구조는 접속부(21a)에서 공급 네트워크(20)에 적용되는 입력이 빔 안테나(18a, 18b, 18c, 18d)의 안테나 구성요소 VA, HB, VC, HD 사이에 각각 분할되도록 구성되는데, V는 수직 분극을 의미하고 H는 수평 분극을 의미한다. 분극의 지정은 임의적이며, +/-45도 선형 분극 또는 좌편파(left hand circular polarisation) 및 우편파(right hand circular polarisation)와 같은 다른 직교 상태 쌍이 이용될 수 있다는 것이 있다는 것이 인지될 것이다. 전력 분할은 무선 네트워크 제어기(10)에 의해 제어되는 위상 시프터(26a, 26b, 26d)의 설정에 의해 결정될 수 있다.

[0038] 유사하게, 접속부(21b)에서 공급 네트워크(20)에 적용되는 입력은 빔 안테나(18a, 18b, 18c, 18d)의 안테나 구성요소 HA, VB, HC, VD 사이에 각각 분할될 것이다. 전력 분할은 유사하게 무선 네트워크 제어기(10)에 의해 제어되는 위상 시프터(26d, 26e, 26f)의 설정에 의해 결정될 수 있다.

[0039] 다중 입력 다중 출력(multiple in multiple out: MIMO) 애플리케이션에 대해서, 이러한 것은 표준 IEEE 802.11n을 이용하는 2개의 MIMO 브랜치 MIMO1 및 MIMO2가 공급 네트워크(20)의 각각의 포트(21a, 21b)를 포함할 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예는 이러한 MIMO 애플리케이션과의 이용에 특히 적합하다.

[0040] 3 dB 하이브리드(24d, 24e, 24j, 24k)가 도 7에 도시된 것과는 상이한 빔 안테나(18a, 18b, 18c, 18d)의 각 안테나 구성요소에 접속되는 다른 구성이 구현될 수 있다. 원리상, 주어진 MIMO 입력(21a 또는 21b)이 4개의 안테나 구성요소에 접속되는 임의의 섭동이 구현될 수 있다. 일반적으로, 각각의 MIMO 입력(21a 또는 21b)은 최상의 커버리지 제어를 제공하도록 커버리지 영역이 일치하지 않는 안테나 구성요소들에 접속되어야 하는 것이 바람직하다. 또한, 주어진 MIMO 입력(21a 또는 21b)에 대한 인접 빔은 직교 방향으로 분극화되어 빔들 사이의 임의의 중첩 영역에서 간섭을 회피시키도록 하는 것이 바람직하다.

[0041] 도 7의 공급 네트워크는 적절한 수의 캐스케이드 전력 분할기의 사용에 의해 임의의 수의 안테나 구성요소를 공



급하도록 연장될 수 있으며 전력 분할기는 이미 언급된 바와 같이 예를 들어 구성요소(24a, 24b, 26a)에 의해 도 7에 예시된 3 dB 하이브리드 및 위상 시프터에 의해 연속해서 형성된다는 것은 당업자에게 명백할 것이다.

[0042] 도 8은 액세스 포인트가 도 6에 의해 예시된 바와 같이 구성된 액세스 포인트(2a, 2b, 2c)의 빔 이득의 제어의 효과를 예시한다. 각 빔 분할기의 커버리지 구역(14a, ..., 14l)은 무선 네트워크 제어기(10)의 제어 하에 조절되어 전송한 바와 같이 커버리지(12)의 지정된 희망 구역 내의 커버리지를 최적화한다.

[0043] 도 9는 도 1에 의해 예시된 것과 같은 네트워크의 센서와 무선 네트워크 제어기(10) 사이에서 통신하는 방법을 예시한다. 센서 액세스 포인트(28)은 센서(4a, ..., 4e, 6a, ..., 6g, 8a, ..., 8d)와 통신하기 위해 제공된다. 이미 언급된 바와 같이, 통신은 사용자 장비와의 통신을 위한 무선 액세스 포인트에 의해 이용되지 않는 대역 내에 있을 수 있다.

[0044] 도 9는 멀티-홉 네트워크(multi-hop network) 내에 접속되며 하나의 센서로부터 다른 센서로 메시지를 전달하도록 각각 구성된 센서를 예시한 것으로, 예를 들어 외부 센서(8a)는 "홉(hop)"이라고 지칭되는 무선 통신 링크를 통해 가장자리 센서(6b)에 접속되고, 이어서 외부 센서(8b, 8c)를 통해 센서 액세스 포인트(28)에 접속되는 것으로 보일 수 있다. 센서 액세스 포인트(28)은, 이미 언급된 바와 같이, 페이로드 액세스 포인트(2a, 2b, 2c)으로부터 상이한 주파수 대역에서 동작할 수 있다. 이 수단에 의해, 단일 센서 액세스 포인트의 배치에 의해 넓은 구역 전체에서 센서와의 통신이 유지될 수 있다. 이것은 배치된 하드웨어와 관련하여 경제적이며, 데이터 센서의 비교적 낮은 데이터 속도는, 비교적 낮은 데이터 용량을 갖게 되지만 무선 스펙트럼 사용이 경제적이 되는 시간 공유 방법으로 주파수를 재사용할 수 있는 이 멀티-홉 방식으로 송신에 매우 적합하다.

[0045] 따라서, 센서가 지정된 희망 커버리지 구역의 주변부 주위에 배치되고 또한 바람직하게는 그 구역의 내부 및 외부에 배치되는 센서들의 네트워크가 파악된다. 바람직하게는, 센서는 환경으로부터의 전력 수집에 의해 동작되거나 자가 전력 공급되는 작고 저렴하며 이상적으로는 저전력인 배터리이다. 센서들 사이의 짧은 거리로 인해 낮은 송출 전력에서 멀티-홉 방식으로 통신하는 다수의 센서가 배치되어 있을 수 있다. 센서는, 예를 들어 건축물 내의 소정 구역의 벽, 천장 및 바닥을 가로질러 분포되어 커버리지가 센서에서의 측정치에 대한 응답으로 구역 내의 액세스 포인트의 송출 전력 및/또는 안테나 패턴의 제어에 의해 그 구역 내에서 제약될 수 있도록 할 수 있다. 이것은 이웃하는 기업들의 네트워크 사이의 무간섭 공존(interference-free co-existence)을 가능하게 하고, 네트워크 보안성을 증대시킨다. 또한, 충분한 커버리지를 유지하면서 송출 전력을 최소화시키는 것은 감소한 동작 비용 및 보다 낮은 탄소 이력(carbon footprint)과 관련하여 결과로서 생기는 이익을 갖고 무선 네트워크의 전력 소비가 최소화되게 한다.

[0046] 도 10은 액세스 포인트(2)의 송출 전력이 센서(4, 6, 8)로부터의 출력에 의존하여 무선 네트워크 제어기(10)에 의해 제어되는 본 발명의 실시예에서 전형적인 시그널링을 도시한다. 일반적인 동작은 대체적으로 반복 실행될 다음의 단계를 수반하는데, 다시 말해 송출 파라미터는 다수의 반복 사이클에 의해 점진적으로 변경될 수 있다. 제 1 단계는 센서에서 수신된 전력을 측정하는 것을 포함하는데, 이미 논의된 바와 같이, 수신된 전력은 중간 센서(4), 가장자리 센서(6) 및 외부 센서(8)에서 측정될 수 있다(단계 S10.1). 메시지는 각 센서로부터 수신된 전력을 나타내고 센서를 식별하는 무선 네트워크 제어기에 전송된다. 각 메시지의 수신 시, 무선 네트워크 제어기는 센서의 위치에 의존하는 기여도 함수에 기초하여 목적 함수에 대한 기여도를 계산하되(단계 S10.2), 그 위치는 예를 들어 중간, 가장자리 또는 외부 카테고리 분류될 수 있다. 위치의 다른 카테고리가 사용될 수도 있으며, 실제로 센서의 좌표는 연속 함수로서 목적 함수에 대한 기여도에 가중치를 부과하는 데 이용될 수 있다. 예를 들어, 외부 센서의 기여도는 센서의 위치와 지정된 커버리지 영역의 가장자리 사이의 거리에 따라 가중치를 부과받을 수 있다. 대안으로서, 목적 함수에 대한 기여도는 각각의 센서에서 계산될 수 있고, 이어서 무선 네트워크 제어기로 전송된 메시지는 계산된 기여도를 전달한다는 점에 유의해야 하는데, 다시 말해 단계 S10.1은 센서에서 실행된다.

[0047] 계산된 기여도들은 목적 함수를 평가하도록 조합될 수 있다(단계 S10.3). 간단한 조합 방법은 각각의 계산된 기여도를 합산하는 것을 포함한다. 대안으로, 계산된 기여도는 사전 결정된 인자에 따라 가중치를 부과받고, 이어서 서로 합산될 수 있다. 이러한 사전 결정된 인자는, 예를 들어 M 센서에서 양호한 신호를 수신하는 상대적 중요성을 반영할 수 있다. 목적 함수 및 센서에 의해 목적 함수에 대한 기여도를 결정하는 기능은 일반적으로 네트워크 운용자 또는 네트워크 설계자에 의해 사전 결정된다. 일반적으로, 디폴트 목적 함수는 장비 판매자에 의해 제공될 수 있다.

[0048] 그 후, 송출 파라미터는 목적 함수의 계산된 값에 기초하여 최적화될 수 있다(단계 S10.4). 일반적인 섭동 알고리즘에 따르면, 송출 전력과 같은 송출 파라미터는 작은 양, 전형적으로는 3 dB보다 작은 양이 상향 섭동

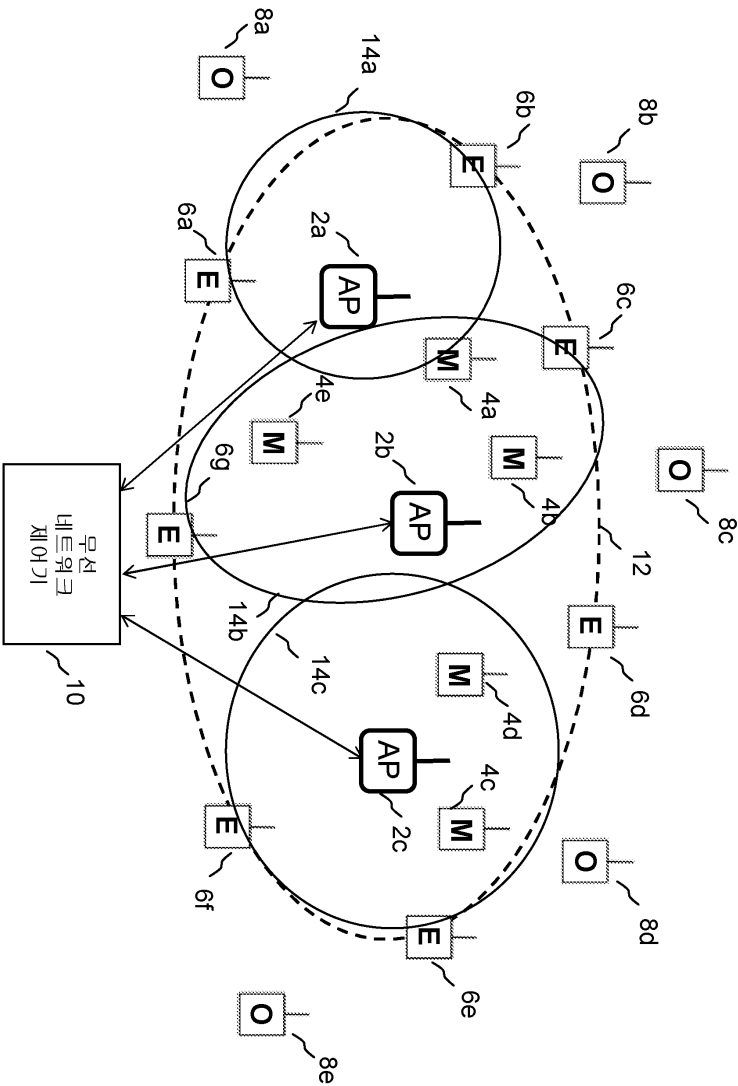
(perturb up), 즉 증가할 것이며, 목적 함수는 센서에서 수신된 전력 측정치에 기초하여 계산될 것이다. 이후, 송출 파라미터는, 예를 들어 송출 전력을 나타내는 메시지 TXP로서 액세스 포인트(2)으로 전송된다(단계 S10.5). 액세스 포인트의 송출 전력은 메시지에 응답하여 설정된다(단계 S10.6). 송출 파라미터는 작은 양이 하향 섭동(perturb down), 즉 감소할 것이며, 목적 함수는 센서에서 수신된 전력 측정치에 기초하여 다시 계산될 것이다. 송출 파라미터는 보다 낮은 목적 함수 값을 생성했던 방향으로 업데이트될 것이다. 따라서, 목적 함수는 도 10에 예시된 과정을 통해 다수의 반복에 의해 최소화될 것이다.

[0049] 도 11은 2개의 액세스 포인트(2a, 2b)이 센서(4, 6, 8)로부터의 출력에 의존하여 무선 네트워크 제어기(10)에 의해 제어되는 본 발명의 다른 실시예에서의 전형적인 시그널링을 도시한다. 이 실례에서, 각각의 액세스 포인트는 4개의 빔(14a, ..., 14d, 14e, ..., 14h)을 가지며, 송출 파라미터는 각 빔의 송출 전력을 나타낸다. 일반적인 동작은 도 10에 도시된 시스템의 것과 유사하며, 반복적으로 수행되지만, 이 경우에 각 빔의 전력이 섭동됨에 따라 추가 반복이 요구된다. 대안으로, 송출 파라미터는, 대체로 전술한 간단한 상향/하향 섭동 알고리즘보다 더 적은 단계를 이용하여 목적 함수의 최소화를 달성하는 잘 알려진 벨더-미드 다운힐 심플렉스 알고리즘에 의해 최적화될 수 있다.

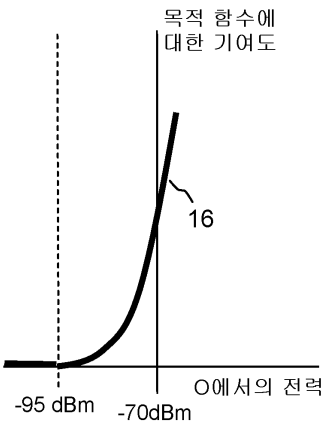
[0050] 위의 실시예는 본 발명의 예시적인 실례로서 이해될 것이다. 임의의 일 실시예와 관련하여 설명된 임의의 특징은 단독으로 이용될 수도 이용될 수도 있고 또는 설명된 다른 특징과 조합하여 이용될 수도 있으며, 또한 실시예들 중 임의의 다른 실시예 또는 실시예들 중 임의의 다른 실시예의 임의의 조합의 하나 이상의 특징과 조합하여 사용될 수도 있다. 또한, 위에서 설명되지 않은 등가 및 수정이 첨부한 특허청구범위에서 정의되는 본 발명의 범주로부터 벗어나는 일 없이 채용될 수도 있다.

도면

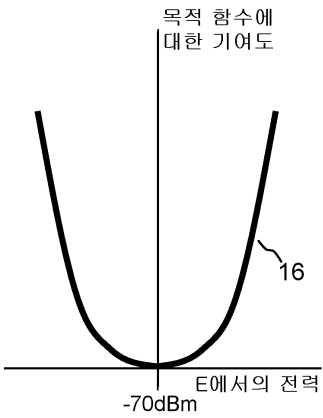
도면1



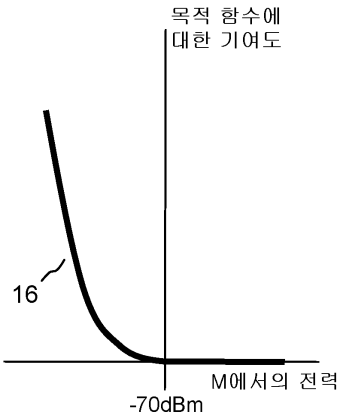
도면2



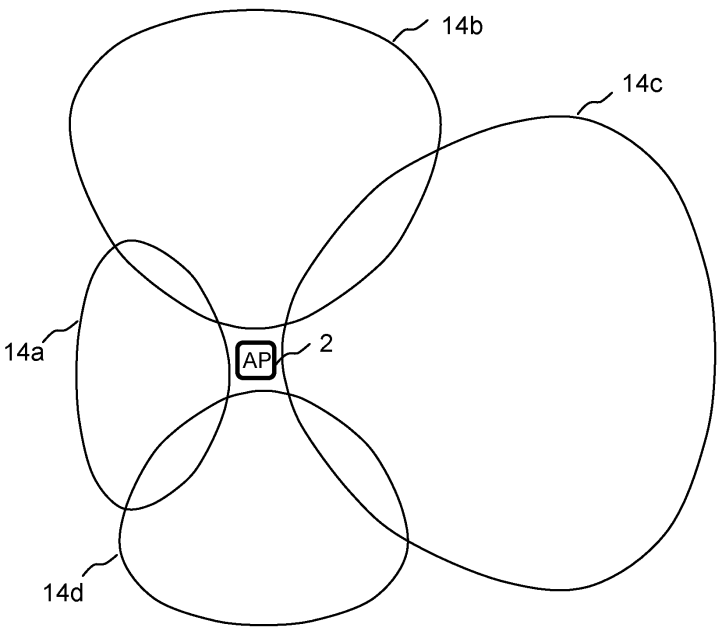
도면3



도면4

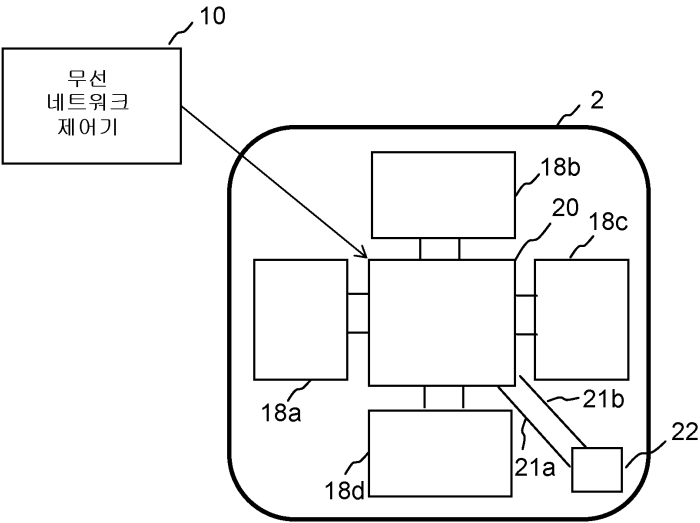


도면5

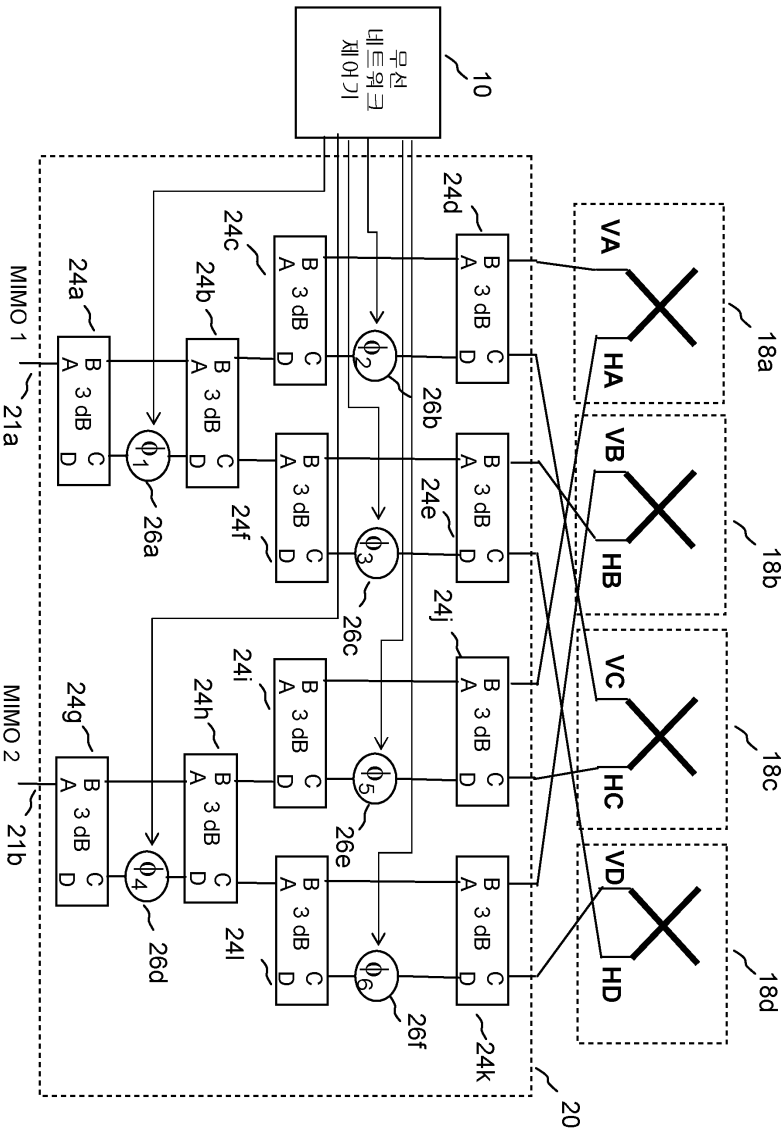




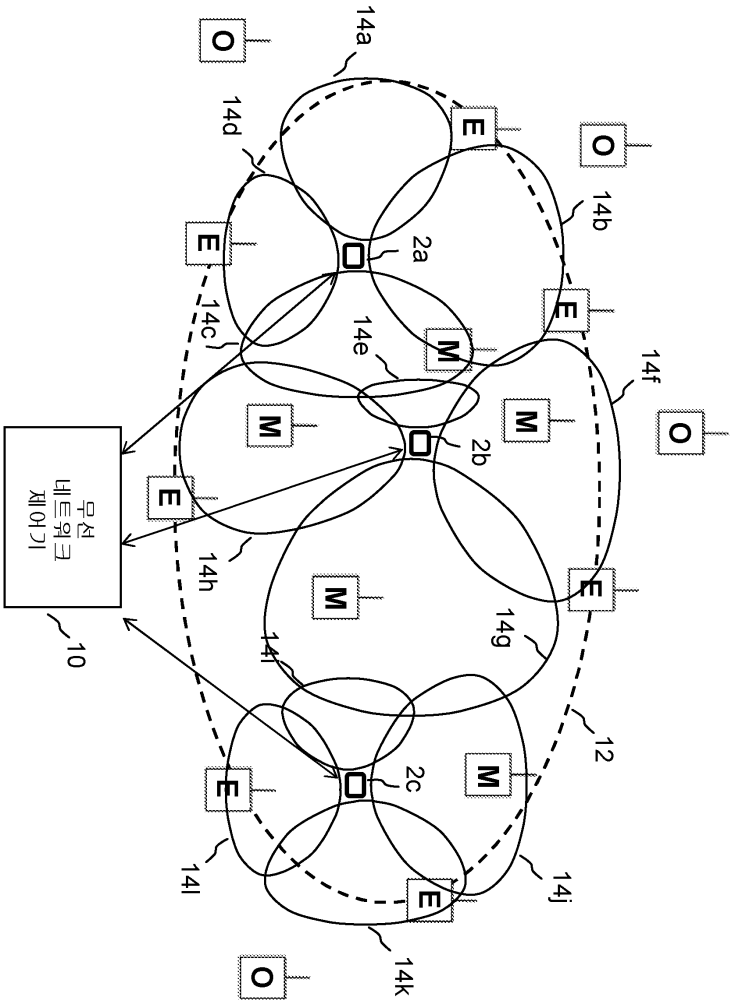
도면6



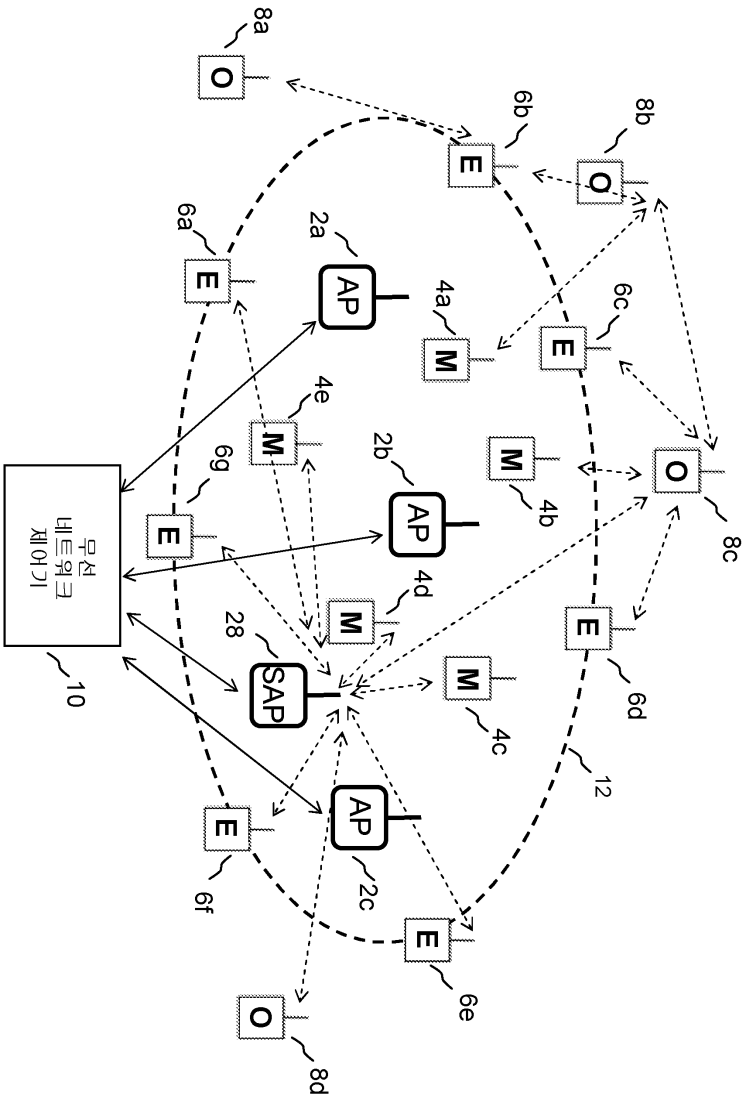
도면7



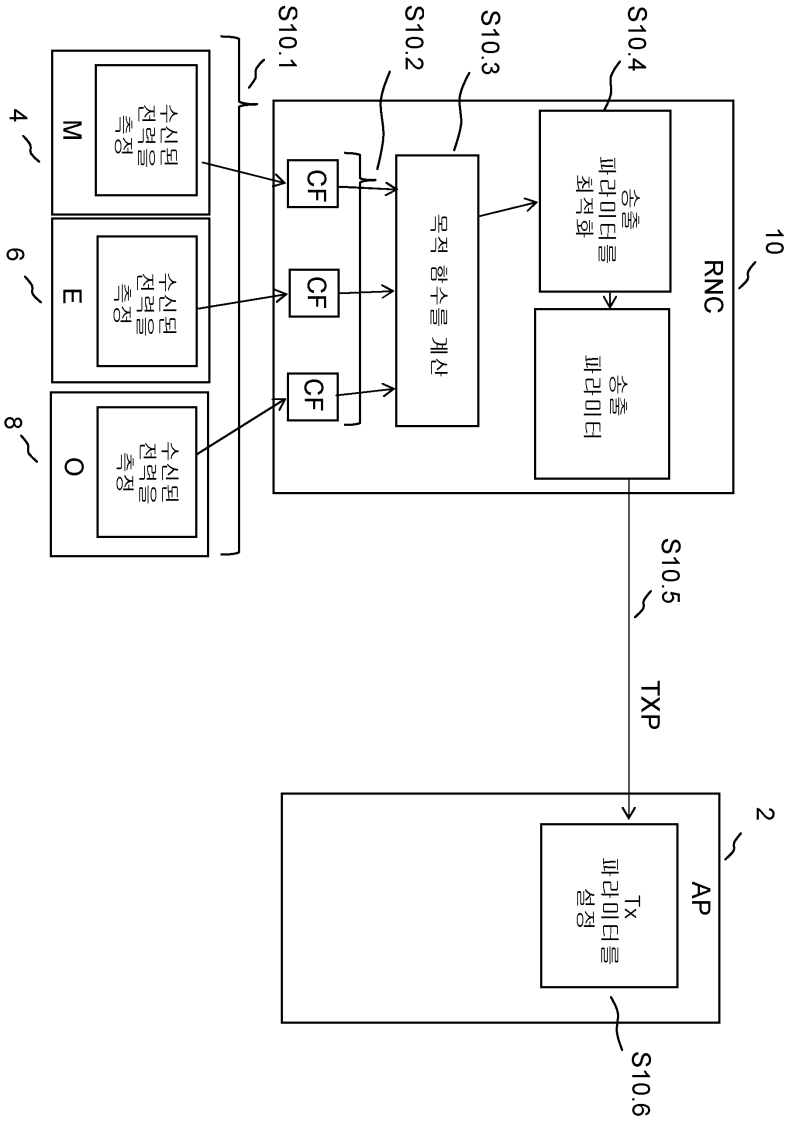
도면8



도면9



도면10



도면11

