



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년05월31일
(11) 등록번호 10-1270046
(24) 등록일자 2013년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/28 (2006.01) H04L 12/56 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7025853
(22) 출원일자(국제) 2006년05월12일
심사청구일자 2011년05월06일
(85) 번역문제출일자 2007년11월07일
(65) 공개번호 10-2008-0013890
(43) 공개일자 2008년02월13일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2006/051506
(87) 국제공개번호 WO 2006/120652
국제공개일자 2006년11월16일
(30) 우선권주장
60/680,703 2005년05월12일 미국(US)
60/758,440 2006년01월11일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050034342 A
KR1020050016651 A

(73) 특허권자
코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.
네덜란드, 아인트호벤 5656 에이이, 하이 테크 캠퍼스 5
(72) 발명자
레우메르만, 한스-쥬르겐
네덜란드, 엔엘-5621 비에이 아인트호벤, 그로네 보르세베그 1
달마세스, 프랜시스
네덜란드, 엔엘-5621 비에이 아인트호벤, 그로네 보르세베그 1
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
문경진

전체 청구항 수 : 총 12 항

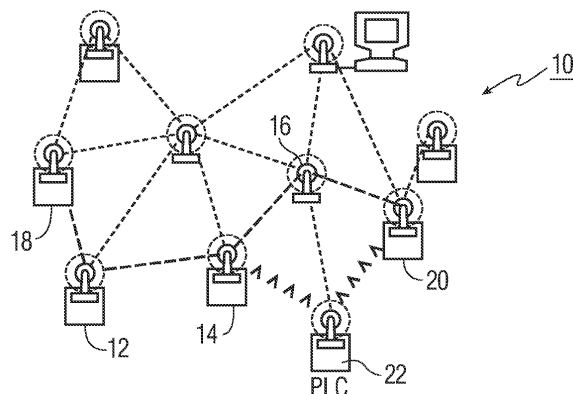
심사관 : 양찬호

(54) 발명의 명칭 무선 메쉬 네트워크에 대한 분산 학습 방법

(57) 요약

무선 메쉬 네트워크에서, 새로운 전송 기회의 성공과 이 전송 기회에 의해 생성된 간섭을 예상하기 위해 메쉬 포인트(mesh point)는 알고리즘을 사용한다. 특히, 다른 전송이 동일한 통신 링크 상에서 발생하는 동안 동시에, 다른 메쉬 포인트를 전송할지에 대한 여부를 결정하기 위해, 메쉬 네트워크에서의 메쉬 포인트를 위한 방법이 제공된다. 만일 메쉬 포인트의 전송 간섭이 다른 메쉬 포인트로부터의 동시 전송을 방해할 경우, 메쉬 포인트는 또 다른 메쉬 포인트로 전송을 해서는 안 된다. 더욱이, 상기 전송이 수신 메쉬 포인트에서 다른 메쉬 포인트의 동시 전송으로부터 나오는 간섭에 방해받을 경우, 송신 메쉬 포인트는 수신 메쉬 포인트로 전송해서는 안 된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

하이에르트즈, 구이도, 로렌드

네덜란드, 엔엘-5621 비에이 아인트호벤, 그로네보
드세베그 1

맥스, 구스타프, 세바스천

네덜란드, 엔엘-5621 비에이 아인트호벤, 그로네보
드세베그 1

특허청구의 범위

청구항 1

무선 네트워크(40)에 참여하는 복수의 메쉬 포인트(62, 64, 68)를 포함하는 무선 네트워크(40)로서, 상기 무선 네트워크(40)는, 제1 메쉬 포인트(62)가 한 링크 상에서 제2 메쉬 포인트에 신호를 전송할 수 있는지를, 한 쌍의 다른 메쉬 포인트(64, 68)에 속하는 다른 메쉬 포인트(64)가 동일한 링크 상에서 동시에 신호를 전송하는 동안, 결정하고,

상기 무선 네트워크(40)는,

- 상기 제1 메쉬 포인트(62)가 상기 무선 네트워크에서 다른 메쉬 포인트(64, 68)를 검출하는 수단(73);
- 상기 제1 메쉬 포인트에서 상기 무선 네트워크에서 검출된 다른 메쉬 포인트의 신호 세기를 결정하는 수단(78);
- 만일 상기 제1 메쉬 포인트가 신호를 전송하는 중이라면, 상기 제1 메쉬 포인트가 상기 제2 메쉬 포인트에서 측정될 신호 세기를 산정하는 수단(80);
- 제1 신호대 간섭비(CoI)를 계산하는 수단; 및
- 상기 제1 신호대 간섭비(CoI)와 임계값을 비교하는 것에 기초하여 상기 제1 메쉬 포인트가 상기 제2 메쉬 포인트로 신호를 전송해야 하는지에 대한 여부를 결정하는 수단(84)을 포함하는, 무선 네트워크.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 무선 네트워크는 메쉬 네트워크인, 무선 네트워크.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 복수의 메쉬 포인트 중 적어도 하나는 무선 네트워크에 참여하는 상기 복수의 메쉬 포인트 중 나머지 다른 메쉬 포인트 중 적어도 일부를 포함하는, 메쉬 포인트의 현재 환경의 모델인 월드 모델(80)과, 무선 네트워크에 참여하는 복수의 메쉬 포인트 중 나머지 다른 메쉬 포인트 중 적어도 일부 각각에 대한 제1 신호대 간섭비(CoI)를 생성하는, 무선 네트워크.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 복수의 메쉬 포인트 중 하나의 메쉬 포인트(62)는 상기 복수의 메쉬 포인트 중 제2 메쉬 포인트(64)를 이용하여 상기 복수의 메쉬 포인트 중 제3 메쉬 포인트(68)와 통신하고, 상기 제1 및 제3 메쉬 포인트(62, 68)는 각각 서로의 무선 통신 범위 밖에 존재하는, 무선 네트워크.

청구항 6

제 1항에 있어서, 제2 신호대 간섭비를 계산하는 수단을 더 포함하고,

상기 제1 신호대 간섭비는 잠재적인 전송 메쉬 포인트(62)에 의해 생성된 간섭으로 동시 전송을 나타내는 링크의 가중된 값을 나눔으로써 산정된 간섭 신호대 간섭비이고, 상기 제2 신호대 간섭비는 수신기 신호대 간섭비이며,

상기 결정 수단은, 상기 제1 신호대 간섭비와 제1 임계값을 비교하는 것과 제2 신호대 간섭비와 제2 임계값을 비교하는 것에 기초하여 상기 제1 메쉬 포인트가 상기 제2 메쉬 포인트에 신호를 전송해야 하는지에 대한 여부를 결정하는 수단을 포함하는, 무선 네트워크.

청구항 7

복수의 메쉬 포인트(62, 64, 68)를 갖는 무선 네트워크에서, 제1 메쉬 포인트(62)가 한 링크 상에서 제2 메쉬 포인트에 신호를 전송할 수 있는지를, 한 쌍의 다른 메쉬 포인트(64, 68)에 속하는 다른 메쉬 포인트(64)가 동일

한 링크 상에서 동시에 신호를 전송하는 동안, 결정하는 방법으로서, 상기 방법은:

- 상기 제1 메쉬 포인트(62)가 상기 무선 네트워크에서 다른 메쉬 포인트(64, 68)를 검출하는 단계(73);
- 상기 제1 메쉬 포인트에서 상기 무선 네트워크에서 검출된 다른 메쉬 포인트의 신호 세기를 결정하는 단계(78);
- 만일 상기 제1 메쉬 포인트가 신호를 전송하는 중이라면, 상기 제1 메쉬 포인트가 상기 제2 메쉬 포인트에서 측정될 신호 세기를 산정하는 단계(80);
- 제1 신호대 간섭비(CoI)를 계산하는 단계; 및
- 상기 제1 신호대 간섭비(CoI)와 임계값을 비교하는 것에 기초하여 상기 제1 메쉬 포인트가 상기 제2 메쉬 포인트로 신호를 전송해야 하는지에 대한 여부를 결정하는 단계(84)

를 포함하는, 신호 전송 여부 결정 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서, 제2 신호대 간섭비를 계산하는 단계를 더 포함하고,

상기 제1 신호대 간섭비는 잠재적인 전송 메쉬 포인트(62)에 의해 생성된 간섭으로 동시 전송을 나타내는 링크의 가중된 값을 나눔으로써 산정된 간섭 신호대 간섭비이고, 상기 제2 신호대 간섭비는 수신기 신호대 간섭비이며,

상기 결정 단계는, 상기 제1 신호대 간섭비와 제1 임계값을 비교하는 것과 제2 신호대 간섭비와 제2 임계값을 비교하는 것에 기초하여 상기 제1 메쉬 포인트가 상기 제2 메쉬 포인트에 신호를 전송해야 하는지에 대한 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 신호 전송 여부 결정 방법.

청구항 9

제 7항에 있어서, 상기 검출 단계(73)는 비콘 프레임(74), 비콘 헤더(76) 및 이들 조합 중 적어도 하나를 판독하여 이루어지는, 신호 전송 여부 결정 방법.

청구항 10

제 7항에 있어서, 상기 결정 단계(78)는 상기 무선 네트워크에서 검출된 다른 메쉬 포인트의 신호 세기를 측정함으로써 이루어지는, 신호 전송 여부 결정 방법.

청구항 11

제 7항에 있어서, 상기 산정 단계(80)는 상기 신호 세기를 산정하기 위해 MAC 층의 비콘 액세스 주기에서 타이밍 정보를 이용함으로써 이루어지는, 신호 전송 여부 결정 방법.

청구항 12

무선 네트워크(40)를 위한 제 1 메쉬 포인트(62)로서, 한 쌍의 다른 메쉬 포인트(64, 68)에 속하는 다른 메쉬 포인트(64)가 동일한 링크 상에서 동시에 신호를 전송하는 동안, 상기 제1 메쉬 포인트(62)가 제2 메쉬 포인트에 신호를 전송할 수 있는지 결정하고,

상기 제1 메쉬 포인트(62)는,

- 상기 제1 메쉬 포인트(62)가 상기 무선 네트워크에서 다른 메쉬 포인트(64, 68)를 검출하는 수단(73);
- 상기 제1 메쉬 포인트에서 상기 무선 네트워크에서 검출된 다른 메쉬 포인트의 신호 세기를 결정하는 수단(78);
- 만일 상기 제1 메쉬 포인트가 신호를 전송하는 중이라면, 상기 제1 메쉬 포인트가 상기 제2 메쉬 포인트에서 측정될 신호 세기를 산정하는 수단(80);
- 제1 신호대 간섭비(CoI)를 계산하는 수단; 및
- 상기 제1 신호대 간섭비(CoI)와 임계값을 비교하는 것에 기초하여 상기 제1 메쉬 포인트가 상기 제2 메쉬 포

인트로 신호를 전송해야 하는지에 대한 여부를 결정하는 수단(84)을 포함하는, 제1 메쉬 포인트.

청구항 13

무선 네트워크에 참여하는 복수의 메쉬 포인트와 함께 이용하기 위한 제 1 메쉬 포인트(62)로서, 상기 제 1 메쉬 포인트(62)는 상기 복수의 메쉬 포인트 중 제 2 메쉬 포인트(64)를 이용하여 상기 복수의 메쉬 포인트 중 제 3 메쉬 포인트(68)와 통신하고, 상기 제1 및 제3 메쉬 포인트(62, 68)가 각각 서로의 무선 통신 범위 밖에 존재할 때,

상기 제1 메쉬 포인트는,

- 상기 제1 메쉬 포인트와 상기 복수의 메쉬 포인트 중 적어도 다른 하나 사이의 성공적인 전송의 확률을 산정하는 제 1 비율을 계산하는 수단; 및
- 상기 제1 비율과 임계값을 비교하는 것에 기초하여, 상기 복수의 메쉬 포인트 중 제 2 메쉬 포인트를 통해, 상기 제1 메쉬 포인트가 상기 복수의 메쉬 포인트 중 상기 제3 메쉬 포인트로 신호를 전송할 수 있는지에 대한 여부를 결정하는 수단(84)을 포함하는, 제1 메쉬 포인트.

명세서

기술분야

- [0001] MBOA(MultiBand OFDM Alliance)는 초광대역(UWB) 주파수 대역 상에서 운용하는 무선 개인 영역 네트워크(WPAN:Wireless Personal Area Networks)를 위한 분산 시스템이다. 미래의 트래픽을 위한 채널 자원 예약을 하는 DRP(Distributed Reservation Protocol)를 통해, 상기 MBOA 시스템은 단일 홉 통신 시나리오에서 예컨대, PCA(Prioritized Channel Access)와 같은 다른 회선 경합 기반 프로토콜이 하는 것보다 더 높은 채널 액세스 효율을 제공한다.

배경 기술

- [0002] 메쉬 네트워크는 두개의 연결 배열 즉, 완전한 토폴로지 또는 부분적인 토폴로지 중 하나를 사용하는 개인 영역 네트워크이다. 상기 완전한 토폴로지에서는, 각 노드는 나머지 각각의 노드에 직접 연결된다. 상기 부분적인 토폴로지에서는, 노드 중 몇 개의 노드는 모든 다른 노드와 연결되지만, 상기 노드 중 몇 개의 노드는 가장 많은 데이터를 교환하는 다른 노드와만 연결된다. 메쉬 네트워크는 전송 전력 또는 수신 감도를 증가시키지 않고 네트워크 적용 범위(coverage)의 지리적인 확장을 제공할 수 있다. 메쉬 네트워크는 또한 라우트 중복(route redundancy)을 통한 강화된 신뢰성, 더 간편한 네트워크 구성을 제공하고, 보다 적은 데이터 재전송에 대한 가능성으로 인해 디바이스 배터리 수명을 증가시킬 수 있다.
- [0003] 무선 메쉬 네트워크는, 특히, 약조건에서 네트워크를 통해 패킷을 전송할 경우, 디바이스가 서로 돕는 멀티 홉 시스템이다. 최소한의 준비를 갖춘 지역 내에서 메쉬 네트워크를 구축할 수 있다. 이러한 메쉬 네트워크는 또한 에드 혹 네트워크로 또한 설명된다. 메쉬 네트워크는 몇 천개의 디바이스에 간편하게 확장시킬 수 있는 신뢰성과 유연성을 갖춘 시스템을 제공한다.
- [0004] 산업상의 제어 및 센싱을 위해 MIT에서 최초로 개발되었던 무선 메쉬 네트워크 토폴로지는 에드 혹, 멀티 홉 네트워크로 불리는 점 대 점 대 점(point-to-point-to-point) 시스템 또는 피어 투 피어(peer-to-peer) 시스템이다. 그러한 네트워크의 노드는 메시지를 전송 및 수신할 수 있다. 더욱이, 메쉬 네트워크에서 노드는 이웃하는 노드에 메시지를 중계할 수 있는 라우터로서 또한 기능을 행할 수 있다. 상기 중계 과정을 통해, 무선 데이터의 패킷은 신뢰성 있는 통신 링크를 갖춘 중간 노드를 통과함으로써 상기 패킷의 목적지에 이르는 길을 찾을 것이다. 무선 메쉬 네트워크에서, 다수의 노드는 상기 목적지에 메시지를 중계하는 것을 서로 돕는다. 이 메쉬 토폴로지는 네트워크의 전반적인 신뢰성을 향상시키는데, 이는 거친 산업 환경 속에서 동작할 경우, 특히 중요하다.
- 발명의 상세한 설명**
- [0005] 도 1을 참고하면, 상기 중계 과정을 통해, 무선 데이터의 패킷은 신뢰성 있는 통신 링크를 이용하여 중간 노드를 통과함으로써 상기 패킷의 목적지에 이르는 길을 찾을 것이다. 무선 메쉬 네트워크(10)에서, 다수의 노드(12,14,16)는 발단 노드(18)에서 목적지 노드(20)로 메시지 중계를 돕는다. 이 메쉬 토폴로지(10)는 네트워크의 전반적인 신뢰성을 향상시키며, 이는 거친 산업 환경에서 동작할 경우에, 특히 중요하고 유용하다.

- [0006] 인터넷 및 다른 피어 투 피어 라우터 기반 네트워크와 같이, 메쉬 네트워크(10)는 네트워크 전반에 다수의 중복(redundant) 통신 경로를 제공한다. (강한 RF 간섭의 야기를 포함하는) 어떠한 이유로 노드 사이(예컨대, 노드 14와 16사이)의 링크가 실패할 경우, 상기 네트워크는 교호 경로(alternate paths)(예컨대, 노드 14에서 22로, 그 다음 노드 20으로)를 통해 메시지를 자동적으로 라우팅한다.
- [0007] 메쉬 네트워크에서, 노드간의 거리를 단축시키면 링크 품질을 상당히 증가시킬 것이다. 만일 노드간의 거리가 2의 인자만큼 줄어든다면, 이로 인해 발생하는 신호는 수신기에서 적어도 4배나 더 강력해진다. 이러한 것은 개별적인 노드에서 전송기 전력을 증가시키지 않고도 상기 링크를 더 신뢰성 있게 만든다. 메쉬 네트워크에서, 네트워크에 단지, 더 많은 노드를 추가함으로써 유효 범위(reach)를 확장하고, 중복(redundancy)을 추가하고, 네트워크의 일반적인 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0008] UWB는 짧은 거리에 대해 아주 적은 전력으로 주파수 대역의 넓은 스펙트럼을 통해 상당히 많은 양의 디지털 데이터를 전송하기 위한 무선 기술이다. UWB 무선통신(Ultra wideband radio)은 아주 적은 전력(0.5밀리와트 미만)으로 최대 230피트의 거리에 걸쳐 대량의 데이터를 전달할 수 있고, 더 큰 전력에서 동작하는 신호를 훨씬 제한적인 대역폭에서 반사하는 경향이 있는 문이나 다른 장애물을 통해 신호를 운반하는 능력을 갖고 있다. UWB는, 파지(handheld) 무선 디바이스를 다른 유사 디바이스 및/또는 예컨대, 데스크탑 컴퓨터에 연결하는 표준인 블루투스과 같은 또 다른 단거리 무선 기술과 비교된다.
- [0009] UWB는 아주 정확하게 타이밍이 맞춰진, 디지털 펄스를 (복수의 주파수 채널 상에서) 아주 넓은 스펙트럼을 지나 반송파 신호 상에서 동시에 방송한다. 상기 광대역 전송기 및 수신기는 아주 짧은 시간에, 상당한 정확성으로 펄스를 송수신 하도록 상호 협조되어야 한다. UWB 시스템에서 사용되는 임의의 주어진 주파수 대역 상에서, UWB 신호는 상기 대역 상에서의 보통 신호보다 더 적은 전력을 요구한다. 더욱이, UWB 신호의 예상 배경 잡음이 너무 낮아서 이론적으로 간섭의 가능성은 전혀 없다.
- [0010] UWB는 다양한 상황 속에서 사용되고 있으며, 지금까지 UWB의 두개의 보편적인 어플리케이션은 신호가 가까운 표면을 관통하는 반면에 상당히 멀리 있는 표면을 반사하는 레이더와, 디지털 펄스를 이용하는 보이스 및 데이터 전송을 수반하는 어플리케이션을 포함하고, 상기 레이더는 물체가 벽 또는 다른 덮개 뒤에서 검출되도록 허용하고, 상기 보이스 및 데이터 전송은 저전력 및 비교적 저비용의 신호가 제한된 범위 내에서 상당히 빠른 속도로 정보를 전달하도록 허용한다.
- [0011] 본 발명의 실시예는 메쉬 네트워크 내의 메쉬 포인트를 위한 방법을 제공하는데, 이는 다른 전송이 동일한 통신 링크 상에서 발생하는 동안 동시적으로 다른 메쉬 포인트에 대한 전송 여부를 결정하기 위해서다. 메쉬 포인트의 전송 간섭이 다른 메쉬 포인트로부터의 동시 전송을 방해하는 경우에, 메쉬 포인트는 다른 메쉬 포인트에 신호를 보내서는 안 된다. 더욱이, 만일 다른 메쉬 포인트로부터의 동시 전송에서 발생하는 간섭을 통해 수신 메쉬 포인트에서 전송이 방해를 받는다면, 전송 메쉬 포인트는 수신 메쉬 포인트에 신호를 보내서는 안 된다.
- [0012] 본 발명의 실시예는 무선 네트워크에 참여하는 복수의 메쉬 포인트로 이루어진 무선 네트워크가 될 수 있다. 복수의 메쉬 포인트 중 각각의 메쉬 포인트는 성공적인 전송으로부터의 간섭으로 무선 네트워크에서의 동시 전송을 방해하지 않고, 각각의 메쉬 포인트 그 자신과 상기 복수의 메쉬 포인트 중 적어도 다른 하나 사이에서 성공적인 전송의 확률을 산정하는 제1 비율(first ratio)을 계산한다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 실시예에서, 무선 네트워크는 복수의 메쉬 포인트를 포함하고, 제1 메쉬 포인트가, 또 다른 메쉬 포인트가 동시적으로 동일한 링크 상에서 신호를 전송하고 있을 때, 제2 메쉬 포인트에 신호를 전송할 수 있는지에 대한 여부를 결정하기 위한 방법이 사용된다. 이 방법은 제1 메쉬 포인트로 무선 네트워크 내에서 다른 메쉬 포인트를 검출하는 단계와 제1 메쉬 포인트에서 무선 네트워크에서의 상기 검출된 다른 메쉬 포인트의 신호 세기를 결정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 제1 메쉬 포인트에서, 제1 메쉬 포인트가 전송하고 있을 경우, 제2 메쉬 포인트에서 측정될 신호 세기를 산정한다. 이때 제1 메쉬 포인트는 제1 신호대 간섭(carrier over interference: CoI)비를 계산한다. 제1 메쉬 포인트가 상기 제1 CoI를 임계값에 비교하는 것을 기초하여 제2 메쉬 포인트에 신호를 전송해야 하는지에 대한 여부를 결정함으로써 상기 방법은 연속한다.
- [0014] 본 발명의 실시예는 멀티 홉 네트워크에서 사용될 수 있다. 더욱이, 본 발명의 실시예는 미래의 IEEE802.11s(ESS MESH) 표준을 준수하지만, 이 표준에 제한되지 않는 IEEE802.11 표준과 MAC 프로토콜과 연관되어 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예는 또한 메쉬 네트워킹(즉, WPAN)을 지원하기 위해서 다른 무선 표준과 기술에 성공적으로 적용될 수 있다. 본 발명의 실시예는 동일한 통신 링크 또는 채널에서 발생하는 동시 전송을 지원하기 위해 메쉬 네트워크 토폴리지를 이용한다.

- [0015] 상기 본 발명의 요약이 각 실시예 또는 본 발명의 모든 측면을 나타내도록 의도되지 않는 다는 것이 이해된다.
- [0016] 첨부된 도면과 결합하여 설명될 경우, 다음의 상세한 설명을 참조함으로써 본 발명의 방법 및 장치의 더 완전한 이해를 가질 수 있다.

실시예

- [0027] IEEE802.11과 같이 무선 랜을 위한 기존 매체 액세스 프로토콜은 멀티 홉 통신을 효과적으로 지원하지 않는다. 그러므로 자동 토폴로지 학습과 동적인 경로 구성을 가능하게 하는 무선 링크로 상호 연결된 액세스 포인트(APs) 집합으로서 확장 서비스 세트(ESS:Extended Service Set)의 구축을 허용하는 절차를 발견하고 한정하는 것이 필요하다. ESS 메쉬는 기본 서비스 세트(BSS:Basic Service Set) 및 ESS와의 스테이션 관계에 대해, 기능적으로 유선 ESS와 동등하다.
- [0028] 본 발명의 실시예는 802.11 액세스 포인트(APs) 세트 간의 무선 분배 시스템(WDS:Wireless Distribution System)을 위해 매체 액세스 제어(MAC:Medium Access Control) 프로토콜을 제공한다. 액세스 포인트 중 임의의 액세스 포인트와 관련되고 다양한 실시예에 따라 동작하는 모바일 스테이션은: 1)주어진 세트에서의 임의의 액세스 포인트와; 2)이 세트에서 액세스 포인트와 연관된 임의의 모바일 스테이션 및 3)메쉬 게이트웨이를 통한 임의의 연결된 외부 네트워크와 통신할 수 있다.
- [0029] 상기 언급된 포인트를 인에이블하는 액세스 포인트 간의 통신은 본 발명의 실시예에서 특히, 상기 스테이션의 위치에 관해 모바일 스테이션에 대해 투명할 수 있다.
- [0030] 이러한 예시적인 무선 분배 서비스에서의 액세스 포인트는 이중 역할을 한다: 한편으로, 이 액세스 포인트는 연관된 스테이션에 특별한 특징을 제공하는, 기본 802.11 액세스 포인트로서 역할을 한다. 다른 나머지 한편으로, 액세스 포인트는 기본 서비스 세트(BSS)로 제공되게 하는 서비스를 실행하기 위해 서로 통신하는 무선 스테이션이다.
- [0031] 2개의 BSS를 갖는 예시적인 무선 시나리오의 전형적인 시나리오와 하나의 분배 시스템(DS)은 도 2에서 도시된다.
- [0032] BSS1(26)에서의 스테이션 1(20), 스테이션 2(22) 및 스테이션 3(24)과 BSS(32)에서의 스테이션 4(28), 및 스테이션 5(30)는 겹침이 없는 두개의 BSS를 계속 유지한다. BSS1(26)에서의 액세스 포인트(AP)(34)와 BSS2(32)에서의 액세스 포인트(36)는 상호-BSS 통신을 가능하게 한다. 무선 분배 시스템(WDS)에서의 통신을 지원하는 MAC-매커니즘을 아래서 설명할 것이다.
- [0033] 본 발명의 실시예에 따른 가능성 있는 시나리오에 대해서 다음의 가정을 할 수 있다:
- [0034] 1)액세스 포인트의 애드-혹 배치:
- [0035] 액세스 포인트의 공간 위치는 서로에게 그리고 나머지 액세스 포인트에 알려져 있지 않다; 액세스 포인트는 주어진 공간에서 임의대로 배치될 수 있다. 환경 구조, 이웃하는 AP 간의 거리, 그리고 간섭 상황에 대한 이전의 경험이 전혀 없다; 더욱이 AP 간의 지리적인 정보 또는 이들 간의 장애를 얻을 가능성이 전혀 없다.
- [0036] 2)액세스 포인트 토폴로지는 준-스테이션러리 대 스테이션러리(semi-stationary to stationary)이다:
- [0037] 임의의 AP 변화의 속도는 연관된 스테이션의 움직임과 트래픽 패턴에 비교하여 무시해도 좋다.
- [0038] 3)액세스 포인트의 네트워크는 완전히 연결되지 않는다:
- [0039] 제공될 실내 조건 또는 넓은 영역으로 인해, AP간의 직접적인 통신의 가능성을 설명하는 AP의 통신 그래프가 완전히 연결된다고 가정할 수 없다. 그러나 가능한 한 여러 다른 AP의 경로에 의해 각 쌍의 AP가 연결되어야만 하며, 이는 통신 그래프가 연결되어 있음을 의미한다.
- [0040] 이러한 가정의 함축적 의미는 DS에서 간단한 방송이 불가능하다는 것이며, 이는 집중화 조정(centralized coordination)의 임의의 시도를 복잡하게 한다. 다른 함축적 의미는 AP가 하나의 AP에서 다른 AP 등으로 데이터를 중계하는 것을 허용하는 멀티 홉-매커니즘을 필요로 한다는 것으로, 이 데이터가 마지막 목적지로 계속 진행할 수 있도록 하기 위해서이다.
- [0041] 멀티 홉 통신이 요구되는 예시적인 시나리오를 도 3에서 볼 수 있으며, 상기 도면은 또 다른 무선 멀티 홉 시나리오(40)이다. AP(46)과 AP(48) 간의 DS(42)와 멀티 홉 연결(44)의 투명 용법(transparent usage)에 의해,

BSS1(50)에 존재하는 스테이션은 인터넷(52)으로의 게이트웨이로서 활동하는 스테이션 8(46)에 연결될 수 있다. 멀티 홉-인에이블 DS(42)가 없다면, 스테이션 4(48)가 스테이션 8(46)에 무선으로 닿아서 통신할 수 없으므로 상기 연결은 불가능할 것이다.

[0042] 예시적인 액세스 포인트는 오로지 단일 주파수 무선통신을 취할 수 있다. 이러한 요건은 AP 구성을 간단하게 하고 AP의 구성비용을 감소시키지만, DS와 모든 BSS가 가능성 있는 충돌 및 효율 저하를 초래하는, 동일한 무선 매체를 공유해야 하는 복잡함을 야기 시킨다. MAC 프로토콜의 예시적인 향상을 듀얼-주파수 무선통신 또는 멀티-주파수 무선통신을 이용하여 성취할 수 있다.

[0043] 아래에 설명되는 본 발명의 실시예에서, 스테이션은 (1)BSS의 결합 및 생성과 같은 관리 서비스를 제공할 수 있는 기본 802.11-액세스 포인트이고, (2)상기 액세스-포인트 기능에 요구되는 능력을 얻기 위해 피어(peer) 간에 멀티-홉 통신을 이용할 수 있는 무선 분배 시스템 내의 스테이션이며, (3)설명된 바와 같이, 메쉬-네트워크 스테이션 또는 메쉬 포인트가 되도록 한정된 시나리오에 놓인다.

[0044] AP 트래픽 단계에서 사용된 EDCA와는 반대로, 예시적인 MAC 프로토콜은 메쉬 네트워크에서 효율적인 멀티 홉 통신을 허용한다. 모든 이웃하는 메쉬 포인트가, 메쉬 네트워크의 어떤 메쉬 포인트가 TxOP 동안 무슨 역할을 담당하는지를 학습할 수 있기 때문에, 똑같은 길이의 협상된 전송 기회(TxOPs)의 이용은 예측 가능한 매체 액세스를 초래한다. 메쉬 포인트에 제공되는 이러한 강화된 지식/정보는 프로토콜이 더 큰 공간의 재사용을 허용하도록 하며, 상기 재사용 다음에 바로 예시적인 메쉬 네트워크의 저장용량의 증가가 따른다.

[0045] 도 4에서 공간 재사용의 가능성에 대한 간단한 일례를 볼 수 있다. 메쉬 포인트 STA1(60), STA2(62), STA3(64) 및 STA4(68) 각각은 자신의 BSS 및 대개 몇몇의 연관되는 모바일 스테이션을 각각 갖는다. 메쉬 포인트 STA1(60)의 BSS에 존재하는 모바일 스테이션은 메쉬 포인트 STA4(68){예컨대, 인터넷으로의 게이트웨이 또는 입구(portal)}에 주소 지정된 트래픽을 생성하고, 메쉬 포인트 STA4(68)는 트래픽에 응답한다.

[0046] 메쉬 포인트 STA1(60)과 STA4(68)가 상호적으로 수신 범위 외에 존재하기 때문에, 이들은 직접적으로 서로 통신할 수 없다. 이들은 (1a 내지 1c)와 (2a 내지 2c)로 도시된 메쉬 포인트 STA2(62) 및 STA3(64)을 통한 두 세 개의 홉 루트(hop routes)를 사용해야 한다.

[0047] 전송 동안 메쉬 포인트 STA3(64)에서 메쉬 포인트 STA1(60)에 의해 생성된 간섭이 낮기 때문에, 링크(1a 및 2c)의 동시 사용(simultaneous usage)이 가능하다는 것을 메쉬 포인트 STA3(64)이 추측한다면, 이때 메쉬 포인트 STA3(64)은 메쉬 포인트 STA4(68)와 협상할 수 있으므로 사용된 TxOP 수는 링크(1a)를 위해 사용되는 것과 똑같이 될 것이다. 뒤의 정보는 메쉬 포인트 STA1(60)과 메쉬 포인트 STA2(62) 사이의 협상 절차를 통해 메쉬 포인트 STA3(64)에 직접적으로 이용 가능하다.

[0048] 유사하게, 도 5에서 도시된 것과 같이 예시적인 트래픽/시간 다이어그램을 초래하는 링크(1c 및 2a)는 동시에 이용될 수 있다. 도 5는 도 4의 시나리오에 대한 시간 동안 전송의 최적 배열이다.

[0049] 상기 시나리오는 외부 관찰자의 관점으로부터 보여 지는 바와 같이, 메쉬 포인트에 의한 최적의 동작을 갖는 일 예이지만, 메쉬 포인트가 이러한 동작을 보여주기 위해 어떻게 작동하는지 명확하지 않다.

[0050] EDCA와 같은 이미 존재하는 MAC 프로토콜은 병렬 전송을 지원하지 않는다. 참고로 본 명세서에서 병합된, 필립스 관라번호 PH000953의 "무선 메쉬 네트워크를 위한 분산 매체 액세스 프로토콜"이라는 제목을 갖는 관련 특허 출원에 있어서, 메쉬 네트워크에서 효율적인 멀티 홉 통신을 허용하는 새로운 MAC 프로토콜이 교시된다. 그 안에, 동일한 길이 TxOP의 협상된 소유권의 이용이 예측 가능한 매체 액세스를 초래한다는 것이 교시되는데 이는, 모든 이웃하는 메쉬 포인트가 TxOP 동안, 어떤 메쉬 포인트가 무슨 역할을 하는지 학습할 수 있기 때문이다. 이러한 향상된 지식은 새로운 MAC 프로토콜이 더 큰 공간의 재사용을 주도록 허용하고, 이러한 공간의 재사용은 바로 메쉬 포인트의 저장용량 증가를 가져온다.

[0051] 본 발명의 실시예는, 메쉬 포인트가 환경 측정을 알게 되어 동시적 전송이 상기 측정된 환경에서 가능한지에 대한 여부의 결정을 허용하는 방법을 특히 제공함으로써 메쉬 네트워크에서 멀티 홉 통신의 효율을 더 증대시킨다. 메쉬 포인트의 가능한 내부 메커니즘을 다음 장에서 설명한다.

[0052] 본 발명의 실시예가 갖는 하나의 특징은 새로운 학습 및 분산 알고리즘의 정의인데, 상기 알고리즘은 새로운 전송 기회(TxOP) 또는 전송 슬롯이 전송을 위해 사용될 수 있는지를 예상하기 위해 다양한 메쉬 포인트에 의해 이용된다.

[0053] 우선, 예시적인 분산 알고리즘은 비콘 및/또는 그 밖의 메쉬 포인트의 트래픽 헤더 즉, 다른 메쉬 포인트의 비

콘으로부터 정보를 수신함으로써 네트워크에 참여하는 디바이스를 검출한다. 다음, 이 예시적인 분산 알고리즘은 네트워크에 존재하는 모든 노드에 대한 수신된 신호 세기를 측정하고 저장한다. 그 다음, 이 분산 알고리즘은 링크의 신호대 간섭비(CoI:Carrier over Interference)에 기초한 메쉬 포인트의 환경에서 링크의 품질을 측정한다. 이러한 CoI 정보를 이용하여, 메쉬 포인트는 그래프 또는 테이블을 계산할 수 있으며, 현존하는 서로 다른 링크는 동시적인 새로운 전송이 현존하는 환경에서 일어날 수 있는지를 결정하기 위해 그래프 또는 테이블을 이용한다는 사실을 나타낸다.

[0054] 학습 메쉬 포인트

[0055] 메쉬 포인트가 동시적 전송을 이용하기 전에, 각 메쉬 포인트는 현재 환경을 모델링하는 방법을 학습해야 한다. 메쉬 포인트의 현재 환경(environment)의 모델을 월드 모델이라 부르겠다. 이러한 월드 모델은 가능한 한 간단해야 하고, 실제로부터 가능한 많이 요약되어야 한다. 또한, 이 월드 모델은 특정 전송에 이용 가능한 다양한 옵션의 양호한 측정을 제공하기 위해 필요한 경우 세부적이어야 한다. 이 월드 모델은 메쉬 포인트의 센서에 의해 계속적으로 업데이트된다. 메쉬 포인트의 센서는 TxOP 소유권, 수신된 비콘, 정보 요소 및 청취된 전송물(heard transmission)에 대한 정보와 더불어 물리 계층의 수신 개체(receiving entities)이다.

[0056] 때때로, 새로운 TxOP 소유권에 대한 요청 또는 현존하는 TxOP 소유권의 변화에 대한 요청이 메쉬 포인트에서 발생한다. 예컨대, 새로운 TxOP 소유권 요청 또는 현존하는 TxOP 소유권을 바꾸려는 요청은, 새로운 트래픽 스트림이 연관된 메쉬 포인트에 의해 시작되거나 TxOP 소유권 협상 요청이 이웃하는 메쉬 포인트에 의해 수신되기 때문에, 일어날 수 있다. 이러한 요청은 의도된 역할(발신기 또는 수신기) 및 트래픽의 우선순위에 관한 현재 상태에 맞는 프리(free) TxOP를 찾기 위해서 월드 모델을 사용하여 처리될 것이다.

[0057] 이러한 월드 모델을 이용하여 요청을 처리한 이후에, TxOP 협상 프로세스가 TxOP의 적절한 세트를 선택하여 아마도 동시 전송을 이끄는 TxOP를 선호하는 협상 프로세스를 시작하도록(각각 요청에 응답하도록) 하기 위해 이 결과에 따른 정보가 사용된다.

[0058] 네트워크에서 일어나는 간섭에 적응할 수 있는 스테이션(70)의 요약된 구조를 도 6에서 볼 수 있다. 도 6은 간섭을 인지하는 메쉬 포인트(70)의 일반적인 구조이다. 이 예시적인 간섭을 인지하는 메쉬 포인트 또는 스테이션(70)은 복수의 메쉬 포인트 및/또는 스테이션(72)의 환경에 위치한다.

[0059] 스테이션의 센서(73)는 환경(72)으로부터 전송을 수신한다. 수신기(74)는 스테이션의 센서 중 일부분이며 전송을 수신한다. 이 스테이션은 TxOP 소유권(76)을 결정하고 수신된 비콘(78)을 해독한다. 월드 모델(80)이 생성될 수 있도록 센서(73)로부터의 수신된 정보가 처리된다. 계속적으로 업데이트가 될 수 있도록 하기 위해 새로운 또는 변화된 TxOP에 대한 요청(82)을 월드 모델(80)에 또한 제공한다. 월드 모델(80)은 요청에 이용가능하거나 쓸모 있는 TxOP를 액추에이터(84)에 제공한다. TxOP 협상(86)은 월드 모델(80)로부터의 정보와 새롭거나 변화된 TxOP 소유권에 대한 요청과 관련한 다른 정보를 이용하여 실행된다. 전송기(88)는 스테이션(70)의 TxOP 협상 결과를 네트워크 환경(72)에 전송한다.

[0060] 학습 성과 측정

[0061] 네트워크에 존재하는 개체(메쉬 포인트, 스테이션 등)가 월드 모델을 생성하기 위해서 각 개체가 환경을 이해하는 방법에 대한 학습 과정을 어떻게 실행하는지를 설명하기 전에, 메쉬 포인트의 양호한 동작이 어떠한 어떤 유형의 동작이 메쉬 포인트에 의해 회피되어야 하는지를 우선 정의해보자.

[0062] 본 발명의 실시예는 주로 동시 전송을 실행하려는 스테이션의 능력에 관계가 있다. 공평한 조건(fairness condition) 또는 처리량 및 지연과 같은 QoS 요건 하에서 TxOP의 최적 선택을 포함하는 다른 기준은 설명되지 않는다. 그러므로 TxOP를 선택해서 협상하는 예시적인 알고리즘은 한 세트의 TxOP를 갖는 블랙 박스로 다루어지는데, 이 한 세트의 TxOP는 각 TxOP의 등급과 선택적으로 결합된 메쉬 포인트로의/로부터의 특정 전송에 적합할 수 있다. 결과적으로, 학습 알고리즘의 성과는 "불량한"TxOP의 수와 비교되는, 블랙 박스에 제안하는 "양호한"TxOP의 수에 의해 측정될 수 있다.

[0063] 상기 용어 "양호한" 및 "불량한"TxOP를 더 정확하게 정의하기 위해, 도 7의 (a)와 (b)가 도움이 된다. 도 7의 (a)와 (b)는, Tx(90)가 전송할 경우(a)와 Rx(100)가 수신할 경우(b)에 신호 세기의 측정을 도시한다.

[0064] 부-도면 (a)과 (b)는 11개의 메쉬 포인트를 갖는 예시적인 환경을 도시하는데, 이 중 2개는 전송하는 메쉬 포인트(90) 및 수신하는 메쉬 포인트(100)로 각각 표시된다. 도 7의 a에서, 전송하는 메쉬 포인트(90)의 전송 전력(102)은 음영 처리된 그레이 색깔로 도시된다. 전송 전력(102)의 세기는 메쉬 포인트에 대한 거리에 비례한다.

도 7의 b는 Rx 메쉬 포인트(100)로부터 도시된 것과 같은 환경에서 모든 다른 스테이션의 전송 전력(음영 처리된 그레이 라인의 형태로)을 도시한다. 두 경우에, 라인(104)은 Tx 메쉬 포인트(90)에서 Rx 메쉬 포인트(100)로의 트래픽을 나타낸다.

[0065] TxOP가 "양호한"지에 대한 여부의 결정은 메쉬 포인트의 바람직한 역할에 기초하여 이루어져야만 한다: 만일 메쉬 포인트가 전송하길 원하는 경우, 간섭으로 동시 전송을 방해하지 않는다면, TxOP는 "양호"하다. 도 7의 a에서 나타낸 바와 같이 전력(102)을 통해, 전송하는 메쉬 포인트(90)는 메쉬 포인트 "1a 내지 1c"에서 수신되는 임의의 전송에 확실히 불리하게 간섭하거나 또는 방해할 것이다. 메쉬 포인트 "2a 내지 2d"에서 수신에 끼친 충격은 훨씬 더 낮을 것이다. 더욱이, 메쉬 포인트 "2b"에서 "2a"로의 전송은 문제가 되어서는 안 된다; 반면에 메쉬 포인트 "3a 내지 3b" 사이의 전송은 Tx(90) 전송(102)으로부터 어떠한 것도 감지하지 못한다. 추가적으로, 전송의 결과는 또 다른 메쉬 포인트로의 거리뿐만 아니라 동시 전송의 송신기 위치에 의존한다: 동시적인 송신기에서 전송기(90)로의 거리가 아주 짧다면 덜 방해하고 있는 것이다.

[0066] 도 7의 (b)에서 나타낸 바와 같이, 메쉬 포인트가 수신하기를 원할 경우(100)에, 제2 상황이 발생한다. 동시에 동시 전송이 수신기에서 낮거나 방해하지 않는(non-disturbing) 간섭만을 생성할 경우, TxOP는 이제 "양호한"으로 불린다. 예컨대, 이러한 것은 메쉬 포인트 "2a 내지 2b"또는 "3a 내지 3b"가 송신하고 있는 상황이다.

[0067] 도 7의 (a)와 (b)의 도시된 환경에서, 몇가지 단순화가 이루어진다. 신호 세기의 음영(102)은 전송하는 메쉬 포인트(90) 주위의 원 보다 더 복잡할 수 있다. 더욱이, 이 음영은 시간에 대해 일정하지 않다. 움직이는 장애물 및/또는 다른 채널 조건이 전송의 결과를 변화시킬 수 있음을 이해한다.

[0068] 월드 모델

[0069] 학습 메쉬 포인트(70) 내에서 월드 모델(80)의 업무는 가장 간단한 방법으로 주위 환경을 나타내는 것인데, 상기 방법은 소정의 TxOP가 "양호한"것인지에 대한 여부의 좋은 예측(good prediction)을 허용한다. 센서의 출력이 센서의 상태를 업데이트하기 위해 어떻게 사용되는지에 대한 방법을 또한 포함하는 월드 모델의 세부적인 이행은 당연히 통신 프로토콜 규격(specification)에 독립적이며 다른 목적을 실행하도록 최적화될 수 있다. 예컨대, 필요한 복잡성, 사용되는 계산 노력 및 예측(prediction)의 정확성 사이에 균형(tradeoff)이 이루어져야만 한다.

[0070] 월드 모델(80)은 주어진 센서(73)의 민감성 및 정확성에 의해 제한된다. 본 명세서에서 언급된 경우에, 최적 모델은 네트워크에 있는 모든 메쉬 포인트의 위치뿐만 아니라 임의의 장애물의 배치와 함께 메쉬 포인트 간의 링크 특성을 알 것이다. 물론, 이러한 최적 모델 상황은 실제 환경에서는 불가능한데, 이는 몇몇의 필요한 정보가 엄청난 양의 오버헤드 트래픽(상호 링크 특성을 위한)을 이용함으로써 오직 획득될 수 있거나 또는 임의의 환경(즉, 임의의 장애물의 배치를 아는 것과 같은)에서도 완수할 수 없기 때문이다.

[0071] 그러므로 다음의 월드 모델은 오직 하나의 예이다. 다음의 월드 모델은 이용되는 MAC 프로토콜과 몇몇의 정보에 의존하는데, 상기 정보는 상기 이용되는 MAC 프로토콜의 부산물로 획득될 수 있다.

[0072] 무선 네트워크에서 전송의 성공 가능성이 주로 수신기에서의 유용한 신호 세기 대 간섭 신호 세기의 비율(ratio)에 의해 결정된다는 사실로부터 예시적인 월드 모델은 도출된다. 다시 말해서, 배경 잡음 및 동시 전송으로 인한 간섭에 대한 두 개의 가능성 있는 이유. 그러므로 신호대 간섭비(CoI)로 불리는 이러한 비율은

$$CoI = \frac{C}{N + \sum I}$$

[0073] 로서 측정된다. 여기서, C는 반송파의 신호 세기이고, N은 현재 잡음이며 이 합은 다른 전송에 의해 일어나는 간섭을 상징한다. 동시 전송이 존재할 경우에, 보통, $\sum I$ 는 N보다 훨씬 크다: 그러므로, 이 잡음은 특별한 경우에 무시될 수 있다.

[0075] 두 개의 다른 신호대 간섭비 즉, 수신기 CoI 및 간섭 CoI가 새로운 그리고 동시 전송이 실시되기 전에 고려되어야 함을 인지하는 것이 중요하다:

[0076] 1. 수신기 CoI

[0077] 이 CoI는, 동시 전송의 수신기가 1차 전송(primary transmission)에도 불구하고 신호를 디코딩할 수 있다는 성공 가능성을 반영한다.

- [0078] 2. 간섭 CoI
- [0079] 새로운 동시 전송을 도입함으로써, 전송기는 1차 전송을 위한 새로운 간섭원을 생성한다. 그러므로 새로운 링크의 메쉬 포인트는, 이러한 새로운 간섭이 최초의 수신기에서 심각하다는 사실을 회피해야만 한다.
- [0080] 본 발명의 실시예에서, 신호 세기 그래프, 차트, 데이터 테이블 또는 다른 적용 가능한 수단에 의해 월드 모델의 현재 상태를 나타낼 수 있다. 신호 세기 그래프는 가중치 함수 w : 함께 완전한 그래프 $G=(V,E)$ 가 될 수 있다: 그래프의 모든 에지(edge)에 정수(integer)를 연결하는 $E \rightarrow N$. 센서(R_x 개체 또는 비콘 프로토콜과 같은)에 의해 인식되는 임의의 메쉬 포인트는 그래프에서 노드(node)로서 나타난다. 두개의 노드(X,Y) 사이의 에지의 가중치는, 노드(X)이 데이터를 송신/전송할 경우에, 노드(Y)에서 측정된 것과 같은 신호 세기의 측정값이다. 노드 간의 링크가 가정에 의해 양방향성 $w(X,Y)=w(Y,X)$ 가 됨에 따라, 그래프는 방향이 없을 수 있다.
- [0081] 도 8은 5개의 메쉬 포인트($T_x, R_x, 1, 2$ 및 3)를 위한 예시적인 그래프를 제공한다. 신호 세기는 연결 에지의 가중치로서 요약된다. 그러므로 도 8은 스테이션(T_x, R_x 및 1 내지 3)을 갖는 시나리오를 위한 신호 세기 그래프이다. 각 메쉬 포인트에 대한 양호하게 생성된 월드 모델을 갖는 것은 환경의 현재 상태를 세심하게 어렵잡을 것이다. 다음, 이러한 그래프(즉, 도 8)를 처리하는 메쉬 포인트는 T_x 에서 R_x 로의 동시 전송 동안에 간섭 CoI의 측정값을 계산할 수 있다. 더욱이, 월드 모델은 R_x 에서 수신기 CoI의 계산을 지원할 수 있다.
- [0082] 간섭 CoI는 $T_x(w$ 에 의해 주어짐($T_x, [동시 전송의 수신기]$))에 의해 일어나는 간섭으로 동시 전송을 나타내는 링크의 가중치를 나눔으로써 측정된다. 이 두 가중치의 몫이 크면 클수록, T_x 가 전송에 간섭하는 기회는 더 낮아진다.
- [0083] 유사하게, 수신기는 $w(T_x, R_x)$ 의 몫과 동시 전송의 간섭으로서 CoI의 값을 계산하는데, 상기 간섭은 $w(R_x, 동시 전송의 송신기)$ 로 나타내어진다. 높은 지시자는 또한 본 명세서에서 성공적인 수신의 높은 기회를 나타낸다.
- [0084] 물론 예시적인 방법은 다수의 동시 전송 또는 다수의 수신기 전송으로 쉽게 확장될 수 있다.
- [0085] 예시적인 알고리즘은 모든 가능성 있는 동시 전송을 위한 CoI를 계산하고 난 다음, 센서로서 소유권 프로토콜을 이용하는 현재 소유권에 대한 정보가 주어지면, 모든 T_xOP 의 등급을 매길 수 있다. 예시적인 그래프(또는 이로 부터 도출된 데이터)는 "양호한" T_xOP 의 목록인 결과를 제공하며, 이 T_xOP 는 높은 성공률의 수신과 그 밖의 병렬 전송에 대한 낮은 간섭 비를 제공하기 쉽다. 더욱이, 계산된 CoI 비율이 충분히 큰지에 그 여부를 결정하는 임계값이 주어질 수 있다. 대안적으로, CoI가 병렬 전송에 적합한 지에 대한 여부를 결정이 시그모이드(sigmoid) 함수 $(\frac{1}{1+e^{-x}} + Offset)$. 와 같은 (학습 가능한) 소프트 임계치 함수에 기초해서 이루어질 수 있다.
- [0086] 주어진 예시적인 그래프에서 $T_x \rightarrow R_x$ 의 전송에 대한 계산된 CoI 지시자를 표1에서 볼 수 있으며, 불가능한 모든 전송 쌍(동시에 $T_x \rightarrow R_x$ 및 $R_x \rightarrow 2$ 와 같은)은 생략된다.
- [0087] 표1: $T_x \rightarrow R_x$ 의 동시 전송이 발생할 경우, 간섭 CoI 및 수신기 CoI

TxOP에서의 전송	수신기 CoI [dB]	간섭 CoI [dB]
None	0	maximum
1 -> 2	4	-2
2 -> 1	10	-14
1 -> 3	4	-1
3 -> 1	13	-16
2 -> 3	10	5
3 -> 2	13	1

- [0088]
- [0089] 표1은, $T_x \rightarrow R_x$ 의 전송이 아마도 2->3의 전송에 병렬인, 동시적으로 다른 가능한 전송 대부분에 예상될 수 없음을 분명히 보여준다. 도입 예(도 4)의 그래프가 검사된다면, 다른 경우를 볼 수 있으며, 이 경우는 도 4에 주어진 시나리오에 대한 신호 세기 그래프인 도 9에 주어진다.
- [0090] 메쉬 포인트 4의 (68)에서 메쉬 포인트 3의 (64)로의 전송이 T_xOP 에서 예상될 경우, 1->2에 대한 간섭 지시자는

$10 \log(60/15)=6\text{dB}$ 이고, 1->2에 대한 수신 지시자는 또한 6dB이며, 이 값은, 느린 PHY 모드가 사용될 경우, "가능한"TxOP로서 등급화된다.

[0091] 그래프를 확립하는 임의의 예시적인 방법과 이와 관련된 가중치를 나타내기 이전에, 월드 모델에서 이루어진 요약이 지향되는/지향성 안테나 또는 MIMO 디바이스와 같은 다양한 유형의 전송 기술을 통해 쉽게 이용될 수 있을 것을 이해해야 한다: 만일 이러한 것들이 수신기 CoI 비율을 향상시키고/향상시키거나 간섭 CoI 비율을 낮춘다면, 이들의 성능은 모델에 직접적으로 혼합된다.

[0092] 유사하게, 벽과 같은 장애물의 효과가 간접적으로 그래프에 영향을 미치므로 또한 혼합될 수 있다.

[0093] 계속적인 그래프의 학습이 두개의 분리된 임무(task)로 나뉘질 수 있다: 첫째로, 그래프의 구조(V,E)가 학습되어야 한다. 그래프의 구조(V,E)는 네트워크의 참여자에 대한 식별이다. 두 번째로, 그래프에서의 가중치를 학습한다. 제1의 두 임무는, 스테이션이 동작하는 동안 계속적으로 수행된다. 두 임무는 환경에 적응 가능한 속도로 실행될 수 있기에, 모델이 환경의 양호한 접근이 되도록 하고 또한 변화에 반응할 수 있도록 한다. 임의의 불충분하고 신뢰성 없는, 사용되는 세 개의 센서(74,76,78) 출력에 의해 학습 과정이 어렵게 이루어지는데, 이유인즉, 센서들이 예시적인 임무를 수행하도록 세부적으로 설계되지 않기 때문이다. 그러므로 센서의 출력을 필터링하는 것은 예시적인 학습 과정의 가장 중요한 부-임무 중 하나이다.

[0094] 학습 과정의 또 다른 및 아마도 마지막 요건은 바로, 학습 과정의 지식이 두개의 CoI 값에 대한 양호한 측정값을 야기하는데 불충분한 상황을 이러한 학습 과정이 인식해야만 한다는 것이다. 구체적으로, 간섭 CoI가 과하게 측정(overestimated)되어서 현존하는 전송을 방해할 경우, 학습 과정의 결과를 무시해야한다.

[0095] 네트워크 참여자 학습

[0096] 네트워크(72)에서 다른 메쉬 포인트를 인식하는 것은 예시적인 비콘 주기 액세스 프로토콜을 이용해서 그리고 다른 메쉬 포인트의 트래픽 헤더를 수신함으로써 쉽게 이루어질 수 있다. 비콘 프로토콜로부터, 메쉬 포인트는 비콘의 송신기, 송신기의 이웃 송신기 및 이웃 송신기의 이웃 송신기를 식별할 수 있는데, 이유인즉, 이들 각각이 BPOIE의 소유자 벡터에서 알려지기 때문이다.

[0097] MTP 동안 트래픽에서, 각각의 트래픽 트레인(은 각 웨곤(wagon)의 수신인을 포함하는, 그 다음 웨곤의 구조를 넘겨주는 초기 헤더를 갖는다. 이러한 정보를 사용하면, 비록 TxOP에서 수신기가 아닐지라도, 메쉬 포인트는 헤더를 들음으로써 다른 메쉬 포인트를 검출할 수 있다.

[0098] 메쉬 포인트의 DEVID(BP에서 또는 MTP 동안 중 어느 하나)의 각각의 발생이 메쉬 포인트를 "얼라이브(alive)"한 것으로 표시하는 "핑(ping)"으로 간주될 수 있다. "핑"이 메쉬 포인트로부터 들리는 첫 번째 순간에 메쉬 포인트는 그래프에 포함되어야 함이 권고된다. 그리고 난 뒤, "핑"이 전혀 들리지 않고 흐르는 시간의 양에 따라 증가하는 확률을 갖는 그래프로부터 삭제되어야한다.

[0099] 신호 세기 학습

[0100] 인식되는 모든 새로운 메쉬 포인트에 있어서, 다른 메쉬 포인트로부터의 신호의 가중치 또는 우선순위가 측정되어야 한다. 이러한 것은 여러 방법으로 이루어질 수 있다. 각 센서는 신호 가중치가 어떻게 설정되어야 하는지에 대하여 약간의 힌트를 주지만, 아쉽게도 이 센서의 출력은 종종 소음이 되고, 참작되기 전에 필터링 되거나 가중되어야만 한다.

[0101] 예컨대, 먼저 현재의 그래프가 N개의 메쉬 포인트로 구성된다면, $(N+1)*N/2$ 가중치가 측정되어야 한다. 이러한 링크 중에, (N-1)개는 학습 메쉬 포인트에 직접적으로 연결된다. 직접적으로 연결된 링크는 더 빠르게 그리고 더 신뢰성 있게 학습될 수 있다. 예시적인 간섭에서 그리고 수신기 CoI에서, 가중법(weighting)이 필요했던 4개의 신호 중 3개의 신호가 전송기 또는 수신기 중 어느 하나의 직접 링크였다는 사실은 주목할 만하다; 간섭 CoI에서 오직 하나의 가중된 신호는 하나의 홉 거리 내에 존재했는데, 이는, 가중법(weighting)이 1차 수신기에서 측정된 1차 전송의 신호 세기를 설명하기 때문이다. 간섭 CoI 과측정을 회피하기 위해서, 더 낮은 이러한 가중치 함수의 바운드가 중요하다.

[0102] 두 번째로, PHY 층에 의한 약간의 부수 정보와 함께 비콘 액세스 주기 프로토콜에서 타이밍 정보를 이용함으로써 (N-1) 직접 링크를 학습하는 것이 행해질 수 있다. 비콘 주기(BP)를 이용함으로써, 메쉬 포인트는 이웃하는 메쉬 포인트가 비콘을 전송할 때에 맞춰 포인트를 감지한다. 더욱이, BP에서의 엄격한 규칙으로 인해, 메쉬 포인트는, 다른 근접한 메쉬 포인트가 BP 시간 동안 전혀 전송하지 않음을 감지할 것이다.

[0103] BP에서의 각 비콘 슬롯에 있어서, PHY 층은 통합된 신호 세기를 측정하고 난 뒤, 이 세기를 MAC 층에 보고할 수 있다. MAC 층은 이때 정보에 BP 액세스 프로토콜을 결합하여 특정 이웃의 신호 세기의 측정값을 결정한다.

[0104] 각 링크에 대한 가중치가 이러한 측정 방법을 이용하여 이제 계산될 수 있다. 가장 쉬운 해결책은 단순히 가장 좋은 현재의 측정값을 취하고 더 오래된 값을 무시하는 것이다. 다른, 아마도 더 현명한 해결책은 연속 지수 가중치 평균(running exponential weighted average)을 획득하기 위해 측정값의 저역 통과 필터링을 실행하는 것이다. 비콘 주기번호(t)에서 획득된 가장 새로운 측정값이 표시될 경우, 연속 측정값은 다음과 같이 계산된다:

[0105]
$$\hat{e}_t = \alpha \cdot e_t + (1-\alpha) \cdot \hat{e}_{t-1}$$

[0106] 파라미터로서 α 는 새로운 측정값 대 오래된 지식의 중요성에 가중치를 더한다. 물론 이러한 해결책은, 비록 계산적인 복잡함이 증가하더라도, 짧은 잡음 측정값 문제를 해결한다.

[0107] 마지막으로, 링크를 학습하는 것에 대한 제3의 예시적인 가능성은 일차(one dimensional) Kalman 필터를 사용하여 측정값을 이용하는 증분 계산(incremental estimation)을 획득하는 것이다. Kalman 필터는 미지 분산(unknown variance)을 갖는 가산성 백색 가우스 잡음(additive white Gaussian noise)을 PHY 측정에 대한 예리로서 취한다; 이러한 측정치와 함께 취하는 분산과 함께 현재 예상되는 "실제의"신호 세기를 계산할 수 있다. Kalman 필터의 이점은 측정의 현재 신뢰 정도에 비례하는 새로운 측정값의 영향에 가중치를 둔다는 것이다. 그러므로 지수 가중 평균의 강화로서 볼 수 있다. 후자의 경우, 모든 측정값은 그와 동일한 α 로 가중된다; 반대로, Kalman 필터는 이러한 계수를 현재 분산에 적응시킬 수 있다.

[0108] 지수 가중 평균에 비교되는 증가된 계산의 복잡함은 Kalman 필터의 뚜렷한 하강 부분(downside)이 된다.

[0109] 위에서 설명된 매커니즘 중 하나를 이용함으로써, 학습 메쉬 포인트는 모든 직접 링크에 대한 가중치를 학습하거나 확립할 수 있지만, 모든 다른 링크는 알려지지 않은 채 남겨진다. 위에서 설명된 바와 같이, 다른 링크의 가중치의 하한의 측정치는 양호한 간섭 CoI 계산에 충분하다; 그러므로 다른 복잡함을 갖는 다른 두개의 다른 방법이 사용될 수 있다.

[0110] 도 10을 이용해서 제1 방법이 설명된다. 도 10에서, 메쉬 포인트 "2"(62)는 경로(1)의 신호 세기를 학습하려한다. 이러한 간단한 시나리오에서, 메쉬 포인트"2"(62)는 메쉬 포인트"3"(64)에서 메쉬 포인트"4"(68)로의 전송(1)과 동시 전송을 초기화하려한다. 그러므로 메쉬 포인트"3"(62)는 간섭 CoI를 계산해야하며, 이 간섭 CoI는, 메쉬 포인트"3"이 전송하는 경우에 메쉬 포인트"4"에서 검출되는 하한의 신호 세기를 필요로 한다.

[0111] 여기서, 메쉬 트래픽 단계 동안 매체 액세스 프로토콜(MAC)은 이러한 신호 세기에 관한 정보를 얻기 위해 간단한 센서로 사용될 수 있다. 프레임 집합이 트레인 헤더에서 이용될 때, 이때 각 수신기를 위한 PHY 모드가 지시된다. 기본 PHY 모드에서 트레인 헤더를 전송하기 때문에, 메쉬 포인트 "2"(62)가 헤더를 수신하여 관독함으로써 인해 이용되는 PHY 모드를 결정하려는 가능성이 높아진다. 만일 수신기에서 신호 세기가 최소 임계값보다 클 경우, 성공적으로 PHY 모드를 수신하여 관독할 수 있기에, 메쉬 포인트"2"(62)는 CoI에 충분한 최소 신호 세기를 포함할 수 있다. 표2는 다른 802.11 PHY 모드를 위해 dBm로 최소 신호 세기를 도시한다.

[0112] 표2: PHY 모드에 의존한, 성공적인 수신을 위한 최소 신호 세기

PHY 모드	최소 C (dBm)
BPSK 1/2	-82
BPSK 3/4	-81
QPSK 1/2	-79
QPSK 3/4	-77
16QAM 1/2	-74
16QAM 3/4	-70
16WAM 2/3	-66
64QAM 3/4	-65

[0113]

[0114] 다른 가능한 예시적인 방법은 특별한 IE를 이용하여 네트워크 전반에 수신된 신호 세기에 관한 정보를 퍼뜨리기 때문에 부가적인 오버헤드를 가져오는 것으로 나타난다. 이러한 신호 세기 IE는 오직 3개의 필드로 구성된다:

신호가 수신되는 메쉬 포인트, 전송 메쉬 포인트 및 마지막으로 신호 세기에 대한 더 낮은 바운드를 나타내는 데시벨 값.

[0115] 특히 측정치를 위해 계산될 수 있는 신뢰 간격(confidence interval)인 분산과 함께 이용될 경우, 하한은 위에서 설명된 바와 같이 직접 링크의 측정에 의해 획득되어, 이로 인해 간격의 하한을 펴뜨리는데 필요한 정보를 제공할 수 있다.

[0116] SSIE의 송신 주파수는 아주 낮아야 한다. 부가적으로, SSIE를 링크의 동작에 적응시키는 것이 가능하며, 예컨대, 안정된, 단지 약간의 변화가 있는 링크에 대한 정보는 변동하는 링크에 대한 정보보다는 덜 펴뜨려진다. 더욱이, 현재 지식이 아주 깊지 않다면, 링크에 대한 정보는 절대 송신되어서는 안 된다.

[0117] SSIE 데이터가 이미 필터링되었고 오직 하한이 송신되기 때문에, 수신된 SSIE에서 직접 링크에 대한 데이터 무결성(integrity)은 센서로부터의 데이터보다 더 신뢰받을 수 있다. 그러므로 높은 알파를 갖는 데이터의 저역 통과 필터링이 충분해야 한다. 스테이션은 수신된 SSIE를 재전송 하는지 또는 이를 드롭시키는지 결정해야 한다. SSIE의 드롭 확률은 SSIE에서의 위에서 언급된 스테이션에 대한 최대 직접 링크 세기에 반비례해야 하며, 이는 정보가 훨씬 더 멀리 존재하는 메쉬 포인트에 부적절하게 되기 때문이다.

[0118] 본 발명의 실시예는 무선 네트워크에서 분산형 학습 방법을 허용 및 제공한다. 이 분산형 학습 방법은 각각의 새로운 잠재적인 동시 전송에 있어서, 비콘 프레임 또는 프레임 헤더 또는 집합의 수신인을 판독함으로써 네트워크에서 다른 디바이스를 검출하는 단계와; 간섭 인지 및 공간 채널 재사용을 강화하기 위한 이웃 맵의 생성을 허용하기 위해 이웃 전송을 도청/수신함으로써 다른 디바이스의 신호 세기 및/또는 전송 전력을 검출하는 단계와; 그래프의 노드로서 모든 검출된 디바이스를 갖는 완전한 그래프 $G=(V,E)$ 를 생성하는 단계와; (즉, 비콘 액세스 주기에서 그리고 신호 세기를 측정함으로써) MAC 층으로부터의 타이밍 정보를 이용하여 두개의 노드 $w(X,Y)$ 사이에서 에지의 가중된 값을 계산하는 단계와; 잠재적인 전송기에 의해 생성된 간섭으로 동시 전송을 나타내는 링크의 가중된 값을 나눔으로써 간섭 CoI를 계산하는 단계와; 잠재적인 전송기와 의도된 수신기 $w(Tx,Rx)$ 간의 가중된 값의 몫과 동시 전송의 간섭으로서 수신기 CoI를 계산하는 단계와; 모든 가능한 동시 전송을 위한 CoI를 계산하는 단계와; 임계값('양호한'TxOP는 높은 간섭 CoI와 높은 수신기 CoI 값을 갖는다)에 기초해서 전송할지에 대한 여부를 결정하는 단계 및 과거 전송의 수신 정보와 채널을 이용하는 정교한 알고리즘과 절차에 기초하여 전송할지에 대한 여부를 결정하는 단계를 포함한다. 본 발명의 실시예는 Kalman 필터를 이용하는 단계를 포함하여, 연속 지수 가중 평균을 실행하거나 임의의 필터링 기술을 이용함으로써 링크의 가중된 값을 측정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 더욱이, 시그모드 함수(sigmoid function)와 같은 소프트 임계치 함수와 주위 이웃의 모델을 형성하기 위한 신호 세기 정보의 결합에 기초해서 결정이 이루어 질수 있는데, 상기 시그모드 함수는 채널 조건에 대해 적응적으로 학습하여 성공적으로 패킷을 전송하기 위해 충분한 주기를 식별하기 위해 이웃 스테이션 전송의 측정 정보를 저장하고 업데이트하여 처리한다.

[0119] 위에서 설명된 발명의 많은 변형과 실시예 그리고 방법이 있을 수 있다. 본 발명의 특정 실시예와 방법이 첨부된 도면과 앞선 발명의 상세한 설명에서 설명되었으나, 본 발명이 개시된 실시예에 제한되지 않으며, 앞서 기재되고 다음의 청구범위에서 한정되는 바와 같이 본 발명에서 벗어나지 않고 추가적인 재배열, 수정 및 대체할 수 있음을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 모든 이러한 배열을 포함하고 다음의 청구범위에 의해 단지 제한되는 것을 이해해야 한다.

산업상 이용 가능성

[0120] 상술한 바와 같이, MBOA(MultiBand OFDM Alliance)는 초광대역을 사용하는 초고속 무선 데이터 전송 기술(UWB:Ultra wideband) 주파수 대역 상에서 운용하는 무선 개인 영역 네트워크(WPAN:Wireless Personal Area Networks)위한 분산 시스템에 이용가능 하다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 메쉬 네트워크의 일반적인 도면.

[0018] 도 2는 예시적인 무선 시나리오를 도시하는 도면.

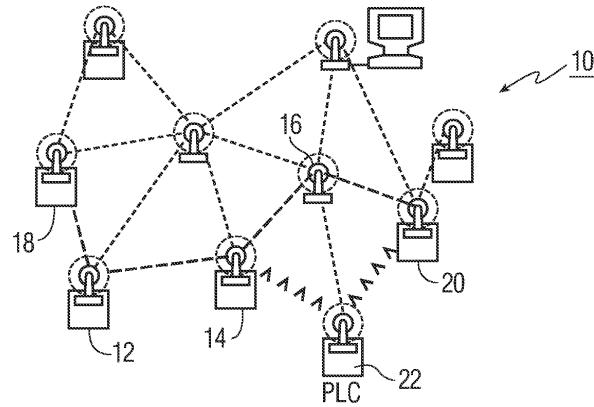
[0019] 도 3은 예시적인 무선 멀티 홉 시나리오를 도시하는 도면.

[0020] 도 4는 공간 재사용이 가능한 간단한 무선 메쉬 네트워크의 샘플을 도시하는 도면.

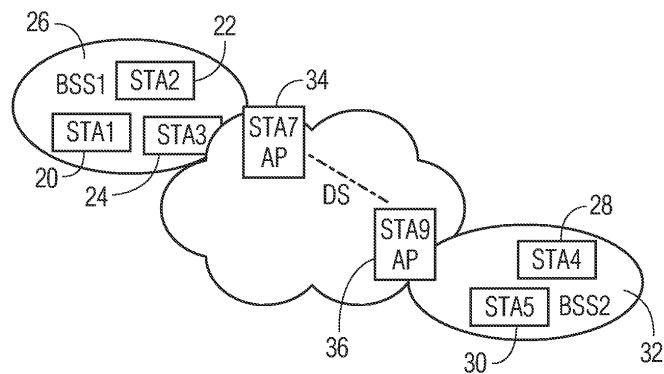
- | | |
|--------|---|
| [0021] | 도 5는 도 4의 네트워크에 대한 시간에 따른 전송의 최적 배열에 관한 차트 도면. |
| [0022] | 도 6은 예시적인 간섭을 인지하는 메쉬 포인트의 일반적인 구조를 도시하는 도면. |
| [0023] | 도 7의 (a) 및 (b)은 신호 세기의 수치를 도시하는 도면으로서, (a)는 메쉬 포인트(Tx)가 송신하는 경우이고, (b)는 메쉬 포인트(Rx)가 수신하는 경우를 나타내는 도면. |
| [0024] | 도 8은 스테이션(Tx, Rx, 1, 2 및 3)을 갖는 시나리오를 위한 예시적인 신호 세기 그래프를 도시하는 도면. |
| [0025] | 도 9는 도 4의 시나리오를 위한 예시적인 신호 세기 그래프를 도시하는 도면. |
| [0026] | 도 10은 링크(1)의 신호 세기를 학습하는 메쉬 포인트(2)의 상황을 설명하는 것을 돕는 도면. |

도면

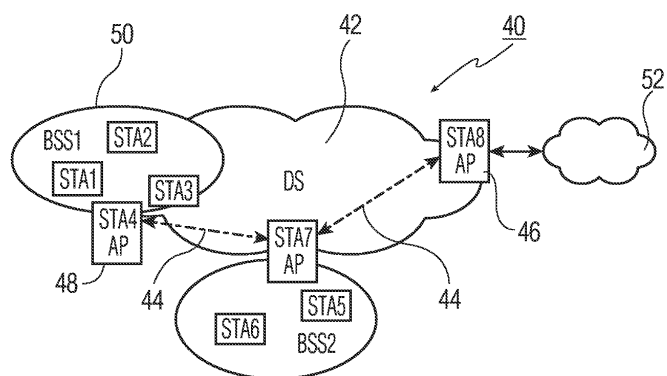
도면1



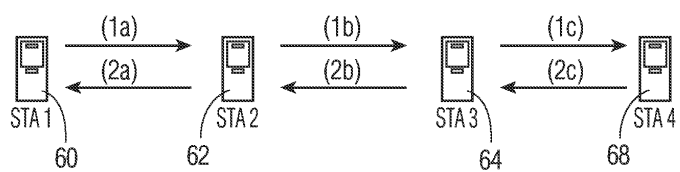
도면2



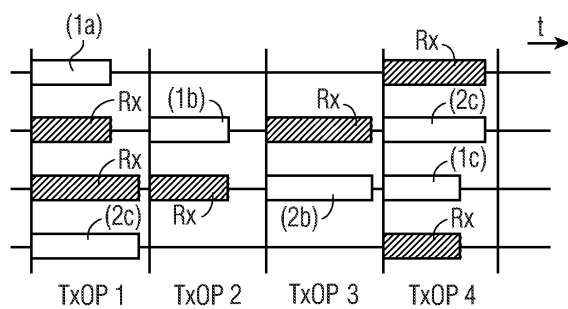
도면3



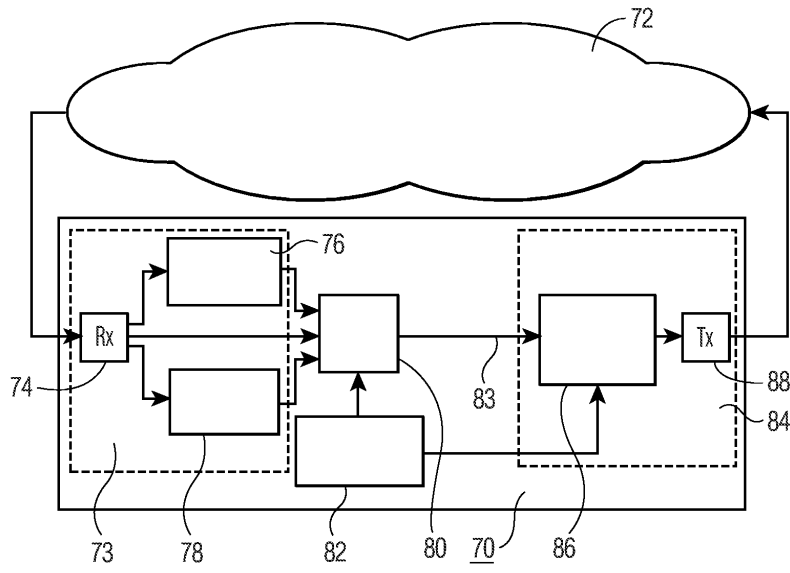
도면4



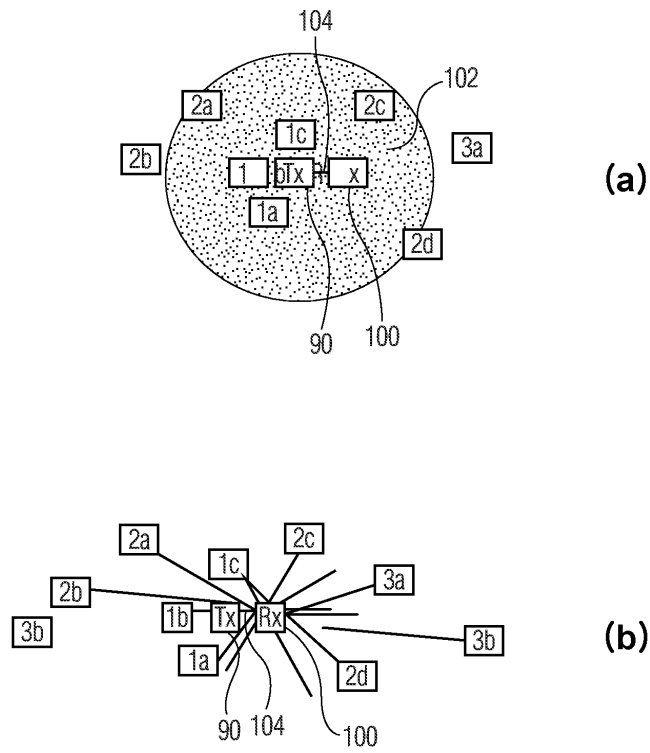
도면5



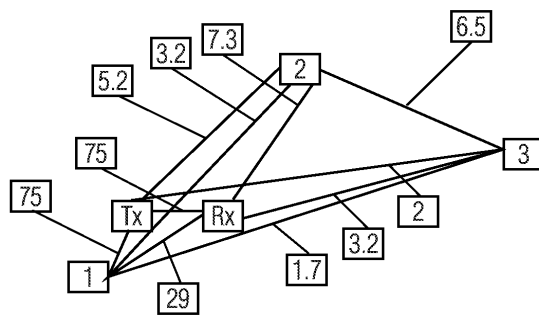
도면6



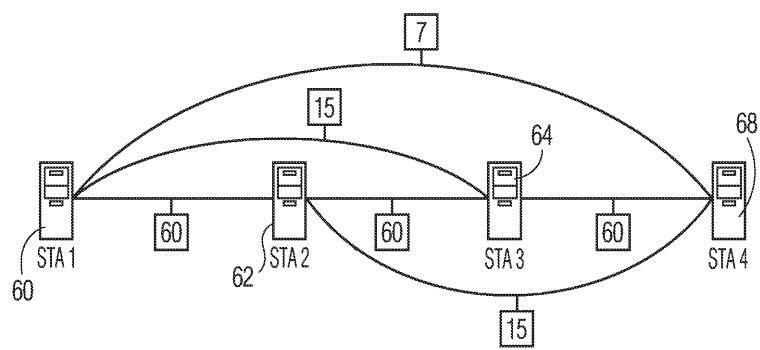
도면7



도면8



도면9



도면10

