



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0071837
(43) 공개일자 2012년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 16/02 (2009.01) H04W 80/02 (2009.01)
H04W 74/08 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2010-0133542
(22) 출원일자 2010년12월23일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김용선
충청남도 계룡시 장안로 75, 109동 704호 (금암동, 우림루미아트)
김미정
서울특별시 은평구 불광로5가길 3-15 (불광동)
이우용
대전광역시 유성구 어은로 57, 106동 701호 (어은동, 한빛아파트)
(74) 대리인
특허법인무한

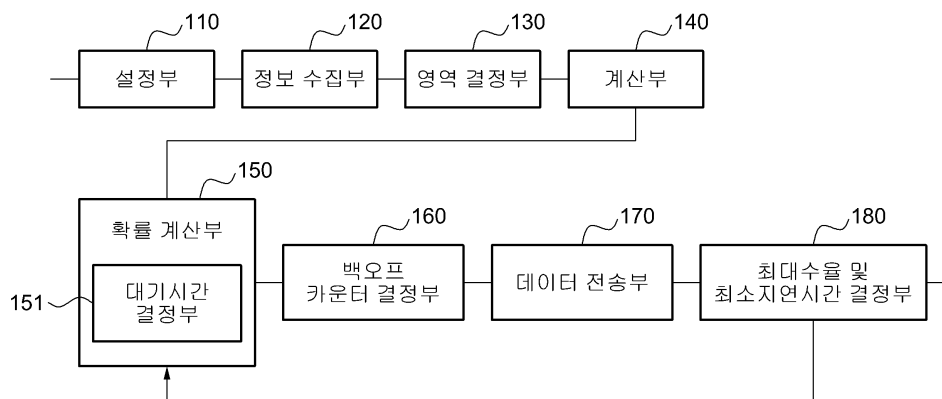
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치 및 방법

(57) 요약

무선 네트워크의 경쟁 기반에서 지향성 안테나를 이용하여 자원을 공간적으로 재활용하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 지연시간 및 수율에 대한 목적함수의 최적 값을 계산함으로써, 매체접근제어(Medium Access Control, MAC) 중 자원 경쟁구간을 효율적으로 사용할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

지향성 안테나를 이용한 무선 네트워크의 자원 경쟁에 있어서,

타겟 송신장치 및 타겟 수신장치에 영향을 미치는 주변 송신장치의 총 개수(N), 일정 조건에서 갱신되는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값 및 상기 경쟁 윈도우의 최대 값에 기초하여, 데이터 전송을 위한 대기시간을 결정하고, 상기 대기시간 및 상기 N에 기초하여 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 계산하는 확률 계산부;

상기 확률에 기초하여 상기 백오프 카운터를 결정하는 백오프 카운터 결정부;

채널의 상태에 기초하여 상기 백오프 카운터를 제어하고, 상기 백오프 카운터의 값이 0이 되면, 상기 데이터를 전송하는 데이터 전송부; 및

상기 데이터를 전송하는데 소요된 지연시간 및 수율을 계산하고, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값이 소정의 디폴트 값을 갖는 경우에, 상기 지연시간 중 최소지연시간 인 경우의 제1 경쟁 윈도우 초기 값 및 상기 수율 중 최대수율 인 경우의 제2 경쟁 윈도우 초기 값을 추출하는 최대수율 및 최소지연시간 계산부

를 포함하는 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값을 1로 설정하고, 상기 경쟁 윈도우의 최대 값을 상기 소정의 디폴트 값으로 설정하는 설정부;

이웃 탐지(Neighbor Discovery) 정보 및 피코넷 조정 장치(Pico Net Coordinator)로부터의 정보를 통하여 자원 경쟁에 영향을 미치는 상기 주변 송신장치에 대한 정보를 수집하는 정보 수집부;

상기 주변 송신장치에 대한 정보에 기초하여, 감지영역 및 배타영역을 결정하는 영역 결정부; 및

상기 감지영역 및 상기 배타영역에 기초하여 상기 N을 계산하는 계산부

를 더 포함하는 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 감지영역은 상기 타겟 송신장치의 관점에서 제1 송신장치의 데이터 전송을 감지하는 영역이고,

상기 배타영역은 상기 타겟 수신장치의 관점에서 제2 송신장치의 데이터 전송이 감지되지 않음으로써, 상기 타겟 송신장치로부터 데이터를 수신하는 영역인

지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 영역 결정부는

상기 타겟 송신장치의 안테나 이득, 상기 타겟 수신장치의 안테나 이득, 전파길이에 따른 상수, 전파 환경에 의해 결정되는 경로손실지수 및 상기 타겟 송신장치의 송신전력에 기초하여 계산되는, 상기 타겟 송신장치와 상기 타겟 수신장치간의 거리 및

상기 타겟 송신장치, 상기 타겟 수신장치 및 상기 주변송신장치의 위치에 기초하여 상기 감지 영역 및 상기 배타 영역을 결정하는

지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 확률 계산부는

상기 N이 상기 경쟁 윈도우의 초기 값보다 작거나 같으면, 상기 초기 값을 상기 대기시간으로 결정하고,

상기 N이 상기 초기 값보다 크고, 상기 소정의 디폴트 값보다 작거나 같으면, 상기 N을 상기 대기시간으로 결정하고,

상기 N이 상기 소정의 디폴트 값보다 크면, 상기 소정의 디폴트 값을 상기 대기시간으로 결정하는 대기시간 결정부

를 포함하는 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 확률 계산부는

상기 대기시간이 상기 초기 값으로 결정되면, 상기 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 초기 값에 기초하여 계산하고,

상기 대기시간이 상기 N으로 결정되면, 상기 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 N에 기초하여 계산하고,

상기 대기시간이 상기 소정의 디폴트 값으로 결정되면, 상기 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 N 및 상기 소정의 디폴트 값에 기초하여 계산하는

지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 백오프 카운터 결정부는

상기 대기시간이 상기 소정의 디폴트 값으로 결정되면, 상기 타겟 송신장치 및 상기 주변 송신장치에 대하여, 랜덤(random)하게, 상기 N에 기초하여 계산된 제1 확률 또는 상기 소정의 디폴트 값에 기초하여 계산된 제2 확률로, 상기 백오프 카운터를 결정하는

지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 데이터 전송부는

상기 백오프 카운터에 대응하는 타임 슬롯의 시작 시점마다 상기 채널의 상태를 감지하고, 상기 채널의 상태가 유헤(Idler)상태로 감지되면, 상기 백오프 카운터를 한 타임 슬롯만큼 줄이는

지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 최대수율 및 최소지연시간 계산부는

상기 지연시간 및 상기 수율이 계산될 때마다, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값을 상기 소정의 디폴트 값에 도달할

때까지, 1씩 증가시키는

지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 최대수율 및 최소지연시간 계산부는

트래픽의 발생시점부터 상기 트래픽 전송이 시작되기 전까지의 시간 및 상기 트래픽 전송이 완료되는 시간에 기초하여 상기 지연시간을 계산하고,

상기 트래픽 전송에 사용된 제1 시간 및 상기 제1 시간 동안 전송된 트래픽의 양에 기초하여 상기 수율을 계산하는

지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치.

청구항 11

지향성 안테나를 이용한 무선 네트워크의 자원 경쟁에 있어서,

경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값을 1로 설정하고, 상기 경쟁 윈도우의 최대 값을 소정의 디폴트 값으로 설정하는 단계;

감지영역 및 배타영역에 기초하여 타겟 송신장치 및 타겟 수신장치에 영향을 미치는 주변 송신장치의 총 개수(N)를 계산하는 단계;

상기 N, 일정 조건에서 갱신되는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값 및 상기 경쟁 윈도우의 최대 값에 기초하여, 데이터 전송을 위한 대기시간을 결정하는 단계;

상기 대기시간 및 상기 N에 기초하여, 백오프 카운터를 결정하는 확률을 계산하는 단계;

상기 확률에 기초하여 상기 백오프 카운터를 결정하는 단계;

상기 백오프 카운터에 대응하는 타임 슬롯의 시작 시점마다 채널의 상태를 감지하는 단계;

상기 채널의 상태에 기초하여 상기 백오프 카운터를 제어하고, 상기 백오프 카운터 값이 0이 되면, 상기 데이터를 전송하는 단계;

상기 데이터 전송에 소요된 지연시간 및 수율을 계산하는 단계; 및

상기 경쟁 윈도우의 초기 값이 상기 소정의 디폴트 값을 갖는 경우에, 상기 지연시간 중 최소지연시간 인 경우의 제1 경쟁 윈도우 초기 값 및 상기 수율 중 최대수율 인 경우의 제2 경쟁 윈도우 초기 값을 추출하는 단계

를 포함하는 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

이웃 탐지(Neighbor Discovery) 정보 및 피코넷 조정 장치(Pico Net Coordinator)로부터의 정보를 통하여 자원 경쟁에 영향을 미치는 상기 주변 송신장치에 대한 정보를 수집하는 단계; 및

상기 주변 송신장치에 대한 정보에 기초하여, 감지영역 및 배타영역을 결정하는 단계

를 더 포함하는 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 대기시간을 결정하는 단계는

상기 N이 상기 경쟁 윈도우의 초기 값보다 작거나 같으면, 상기 초기 값을 상기 대기 시간으로 결정하고,

상기 N이 상기 초기 값보다 크고, 상기 소정의 디폴트 값보다 작거나 같으면, 상기 N을 상기 대기 시간으로 결정하고,

상기 N이 상기 소정의 디폴트 값보다 크면, 상기 소정의 디폴트 값을 상기 대기 시간으로 결정하는 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 데이터를 전송하는 단계는

상기 채널의 상태가 유헴(IDLE)상태로 감지되면, 상기 백오프 카운터를 한 타임 슬롯만큼 줄이는

지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 지연시간 및 상기 수율이 계산된 후, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값이 상기 소정의 디폴트 값과 동일한 값을 가지는지 판단하는 단계; 및

상기 경쟁 윈도우의 초기 값과 상기 소정의 디폴트 값이 동일하지 않으면, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값을 1씩 증가시키는 단계

를 더 포함하는 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법.

명세서

기술분야

[0001] 기술분야는 무선 네트워크의 경쟁 기반에서 지향성 안테나를 이용하여 자원을 공간적으로 재할용하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 밀리미터파(millimeter wave: mmWave) 대역 (57-66GHz)은 전 세계적으로 주파수 자원의 부족을 해결하기 위한 방안으로 제시되고 있다. 특히, 밀리미터파 대역에 대한 사용방안이 비허가 대역으로 할당되면서 관심이 더욱 집중되고 있다. 예를 들면, 현재, 우리나라를 비롯한 미국, 캐나다 등의 북미 지역은 57~64GHz, 일본은 59~66GHz의 7GHz 대역폭의 주파수를 각각 사용대역으로 할당하였고, 미국, 한국, 일본은 이미 기술 기준을 마련하여 원천기술개발 및 산업 활성화를 주도하고 있다.

[0003] 밀리미터파 대역에 대한 표준화 활동은 무선 LAN 응용과 관련된 유럽의 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)/BRAN(Broadband Radio Access Network), 사실상 국제 표준 (de-facto international standard), ITS(Intelligent Transportation System) 통신 응용과 관련된 ISO21216 등이 있다. 또한, 60GHz 대역 WPAN(Wireless Personal Area Network) 응용과 관련된 WiHD(Wireless High Definition) 컨소시엄, ECMA(European Computer Manufacturers Association) international 등이 있다.

[0004] 밀리미터파는 짧은 파의 길이, 높은 주파수, 광대역, 그리고 대기성분들과의 높은 교류 등의 고유한 특성을 가진다. 밀리미터 파의 장점은 초광대역을 사용함으로써 높은 데이터 전송률을 얻을 수 있다는 점, 직진성이 강해 주변 간섭에 매우 강하고, 보안성이 뛰어나며, 주파수 재사용이 용이하다는 점 등이 있다. 또한, 파장이 짧아 각종 소자의 소형화 및 경량화가 가능한 점이 있다.

[0005] 반면, 밀리미터 파의 단점은 산소분자에 의한 흡수 및 강우에 의한 감쇄현상으로 인해 전파거리가 짧고, 직진성의 특징으로 인해 가시거리(line of sight)가 확보되어야 한다는 점이다.

[0006] 높은 전송률을 필요로 하는 여러 가지 무선 어플리케이션, 예를 들면, 무선 고해상도 멀티미디어 인터페이스(wireless High Definition Multimedia Interface, HDMI), 무선 USB, IPTV/VoD, 3D gaming, 지능 수송 시스템(intelligent transportation system) 등이 증가함에 따라 밀리미터파 대역의 활용도가 커지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 무선 네트워크의 자원 경쟁구간에서 지향성 안테나를 이용하여 공간을 재활용함으로써 통신 지연 시간을 최소화하고, 자원을 효율적으로 사용하는 장치 및 방법을 제공한다.
- [0008] 또한, 본 발명은 매체접근제어(Medium Access Control, MAC)의 경쟁기반 전송구간에서 자원을 효율적으로 할당함으로써, 사용자가 느끼는 통신 지연을 최소화하는 장치 및 방법을 제공한다.
- [0009] 또한, 본 발명은 매체접근제어(Medium Access Control, MAC)의 경쟁기반 전송구간에서 충돌을 줄임으로써, 자원을 효율적으로 사용하는 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 지향성 안테나를 이용한 무선 네트워크의 자원 경쟁에 있어서, 타겟 송신장치 및 타겟 수신장치에 영향을 미치는 주변 송신장치의 총 개수(N), 일정 조건에서 갱신되는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값 및 상기 경쟁 윈도우의 최대 값에 기초하여, 데이터 전송을 위한 대기시간을 결정하고, 상기 대기시간 및 상기 N에 기초하여 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 계산하는 확률 계산부, 상기 확률에 기초하여 상기 백오프 카운터를 결정하는 백오프 카운터 결정부, 채널의 상태에 기초하여 상기 백오프 카운터를 제어하고, 상기 백오프 카운터의 값이 0이 되면, 상기 데이터를 전송하는 데이터 전송부 및 상기 데이터를 전송하는데 소요된 지연시간 및 수율을 계산하고, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값이 소정의 디폴트 값을 갖는 경우에, 상기 지연시간 중 최소지연시간 인 경우의 제1 경쟁 윈도우 초기 값 및 상기 수율 중 최대수율 인 경우의 제2 경쟁 윈도우 초기 값을 추출하는 최대수율 및 최소지연시간 계산부를 포함한다.
- [0011] 다른 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 상기 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값을 1로 설정하고, 상기 경쟁 윈도우의 최대 값을 상기 소정의 디폴트 값으로 설정하는 설정부, 이웃 탐지(Neighbor Discovery) 정보 및 피코넷 조정 장치(Pico Net Coordinator)로부터의 정보를 통하여 자원 경쟁에 영향을 미치는 상기 주변 송신장치에 대한 정보를 수집하는 정보 수집부, 상기 주변 송신장치에 대한 정보에 기초하여, 감지영역 및 배타영역을 결정하는 영역 결정부 및 상기 감지영역 및 상기 배타영역에 기초하여 상기 N을 계산하는 계산부를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 감지영역은 상기 타겟 송신장치의 관점에서 제1 송신장치의 데이터 전송을 감지하는 영역이고, 상기 배타영역은 상기 타겟 수신장치의 관점에서 제2 송신장치의 데이터 전송이 감지되지 않음으로써, 상기 타겟 송신장치로부터 데이터를 수신하는 영역일 수 있다.
- [0013] 상기 영역 결정부는 상기 타겟 송신장치의 안테나 이득, 상기 타겟 수신장치의 안테나 이득, 전파길이에 따른 상수, 전파 환경에 의해 결정되는 경로손실지수 및 상기 타겟 송신장치의 송신전력에 기초하여 계산되는, 상기 타겟 송신장치와 상기 타겟 수신장치간의 거리 및 상기 타겟 송신장치, 상기 타겟 수신장치 및 상기 주변송신장치의 위치에 기초하여 상기 감지영역 및 상기 배타영역을 결정할 수 있다.
- [0014] 상기 확률 계산부는 상기 N이 상기 경쟁 윈도우의 초기 값보다 작거나 같으면, 상기 초기 값을 상기 대기시간으로 결정하고, 상기 N이 상기 초기 값보다 크고, 상기 소정의 디폴트 값보다 작거나 같으면, 상기 N을 상기 대기시간으로 결정하고, 상기 N이 상기 소정의 디폴트 값보다 크면, 상기 소정의 디폴트 값을 상기 대기시간으로 결정하는 대기시간 결정부를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 확률 계산부는 상기 대기시간이 상기 초기 값으로 결정되면, 상기 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 초기 값에 기초하여 계산하고, 상기 대기시간이 상기 N으로 결정되면, 상기 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 N에 기초하여 계산하고, 상기 대기시간이 상기 소정의 디폴트 값으로 결정되면, 상기 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 N 및 상기 소정의 디폴트 값에 기초하여 계산할 수 있다.
- [0016] 상기 백오프 카운터 결정부는 상기 대기시간이 상기 소정의 디폴트 값으로 결정되면, 상기 타겟 송신장치 및 상기 주변 송신장치에 대하여, 랜덤(random)하게, 상기 N에 기초하여 계산된 제1 확률 또는 상기 소정의 디폴트 값에 기초하여 계산된 제2 확률로, 상기 백오프 카운터를 결정할 수 있다.

- [0017] 상기 데이터 전송부는 상기 백오프 카운터에 대응하는 타임 슬롯의 시작 시점마다 상기 채널의 상태를 감지하고, 상기 채널의 상태가 유헤(Idle)상태로 감지되면, 상기 백오프 카운터를 한 타임 슬롯만큼 줄일 수 있다.
- [0018] 상기 최대수율 및 최소지연시간 계산부는 상기 지연시간 및 상기 수율이 계산될 때마다, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값을 상기 소정의 디폴트 값에 도달할 때까지, 1씩 증가시킬 수 있다.
- [0019] 상기 최대수율 및 최소지연시간 계산부는 트래픽의 발생시점부터 상기 트래픽 전송이 시작되기 전까지의 시간 및 상기 트래픽 전송이 완료되는 시간에 기초하여 상기 지연시간을 계산하고, 상기 트래픽 전송에 사용된 제1 시간 및 상기 제1 시간 동안 전송된 트래픽의 양에 기초하여 상기 수율을 계산할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법은 지향성 안테나를 이용한 무선 네트워크의 자원 경쟁에 있어서, 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값을 1로 설정하고, 상기 경쟁 윈도우의 최대 값을 소정의 디폴트 값으로 설정하는 단계, 감지 영역 및 배타 영역에 기초하여 타겟 송신장치 및 타겟 수신장치에 영향을 미치는 주변 송신장치의 총 개수(N)를 계산하는 단계, 상기 N, 일정 조건에서 갱신되는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값 및 상기 경쟁 윈도우의 최대 값에 기초하여, 데이터 전송을 위한 대기시간을 결정하는 단계, 상기 대기시간 및 상기 N에 기초하여, 백오프 카운터를 결정하는 확률을 계산하는 단계, 상기 확률에 기초하여 상기 백오프 카운터를 결정하는 단계, 상기 백오프 카운터에 대응하는 타임 슬롯의 시작 시점마다 채널의 상태를 감지하는 단계, 상기 채널의 상태에 기초하여 상기 백오프 카운터를 제어하고, 상기 백오프 카운터 값이 0이 되면, 상기 데이터를 전송하는 단계, 상기 데이터 전송에 소요된 지연시간 및 수율을 계산하는 단계 및 상기 경쟁 윈도우의 초기 값이 상기 소정의 디폴트 값을 갖는 경우에, 상기 지연시간 중 최소지연시간 인 경우의 제1 경쟁 윈도우 초기 값 및 상기 수율 중 최대수율 인 경우의 제2 경쟁 윈도우 초기 값을 추출하는 단계를 포함한다.
- [0021] 다른 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법은 이웃 탐지(Neighbor Discovery) 정보 및 피코넷 조정 장치(Pico Net Coordinator)로부터의 정보를 통하여 자원 경쟁에 영향을 미치는 상기 주변 송신장치에 대한 정보를 수집하는 단계 및 상기 주변 송신장치에 대한 정보에 기초하여, 감지 영역 및 배타 영역을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 대기시간을 결정하는 단계는 상기 N이 상기 경쟁 윈도우의 초기 값보다 작거나 같으면, 상기 초기 값을 상기 대기 시간으로 결정하고, 상기 N이 상기 초기 값보다 크고, 상기 소정의 디폴트 값보다 작거나 같으면, 상기 N을 상기 대기 시간으로 결정하고, 상기 N이 상기 소정의 디폴트 값보다 크면, 상기 소정의 디폴트 값을 상기 대기 시간으로 결정할 수 있다.
- [0023] 상기 데이터를 전송하는 단계는 상기 채널의 상태가 유헤(Idle)상태로 감지되면, 상기 백오프 카운터를 한 타임 슬롯만큼 줄일 수 있다.
- [0024] 다른 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법은 상기 지연시간 및 상기 수율이 계산된 후, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값이 상기 소정의 디폴트 값과 동일한 값을 가지는지 판단하는 단계 및 상기 경쟁 윈도우의 초기 값과 상기 소정의 디폴트 값이 동일하지 않으면, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값을 1씩 증가시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명은 무선 네트워크의 자원 경쟁구간에서 지향성 안테나를 이용하여 공간을 재할용함으로써 통신 지연 시간을 최소화하고, 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 매체접근제어(Medium Access Control, MAC)의 경쟁기반 전송구간에서 자원을 효율적으로 할당함으로써, 사용자가 느끼는 통신 지연을 최소화할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명은 매체접근제어(Medium Access Control, MAC)의 경쟁기반 전송구간에서 충돌을 줄임으로써, 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명은 지연시간 및 수율에 대한 목적함수의 최적 값을 계산함으로써, 매체접근제어(Medium Access Control, MAC) 중 자원 경쟁구간을 효율적으로 사용할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명은 지향성 안테나를 사용하는 모든 무선 네트워크의 자원 경쟁기반 구간에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치의 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 백오프 카운터의 결정과정을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예를 적용할 수 있는 IEEE 802.15.3c의 슈퍼프레임 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 감지영역과 배타영역을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법의 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 대기시간 결정 및 백오프 카운터 결정 확률 방법의 흐름도이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 전송 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0032] 밀리미터 파의 단점을 극복하기 위한 방안으로, 물리 계층에서 높은 이득 (high gain)을 갖는 지향성 안테나의 사용이 고려될 수 있다. 지향성 안테나 사용은 전송 에너지를 원하는 방향으로만 방사하므로 전파거리가 늘어나고, 높은 이득을 얻을 수 있다. 또한, 좁은 안테나 빔의 사용은 공간을 재활용함으로써 같은 영역 내에 있는 여러 명의 사용자가 동시에 통신할 수 있게 하여 데이터 용량을 증가시킬 수 있다.
- [0033] 지향성 안테나를 고려한 밀리미터파에 관한 여러 연구가 있으며, WPAN에서의 매체접근제어 (Medium Access Control: MAC)에서의 자원할당 문제가 주목을 받고 있다. 무선 네트워크의 자원을 경쟁하는 구간에서는 Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA) 라는 프로토콜이 수행된다. CSMA/CA의 목적은 자원을 동시에 이용하려는 사용자를 분산시킴으로써 자원사용의 효율을 증대시키는 것이다.
- [0034] 본 발명은 무선 네트워크에서 지향성 안테나를 이용하여 자원 경쟁기반 데이터 전송구간에서 자원을 효율적으로 사용하는 방법에 관한 것이고, 수율이나 전송지연을 최소화 하는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 최적 값을 찾는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은 지향성 안테나를 사용하는 모든 무선 네트워크에 적용 가능하다. 예를 들면, 본 발명은 밀리미터파 WPAN 중 quasi-omni mode를 고려한 IEEE 802.15.3c MAC에서 Contention Access Period (CAP)에서의 경쟁 알고리즘에 적용될 수 있다. 이하에서는 편의상 가장 최근에 표준화가 완성된 IEEE 802.15.3c 표준에서의 용어를 사용하여 본 발명의 내용을 설명한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치의 블록도이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 설정부(110), 정보 수집부(120), 영역 결정부(130), 계산부(140), 확률 계산부(150), 백오프 카운터 결정부(160), 데이터 전송부(170) 및 최대수율 및 최소지연시간 결정부(180)를 포함한다.
- [0037] 설정부(110)는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값(CW_{ini})을 1로 설정하고, 경쟁 윈도우의 최대 값(CW_{max})을 소정의 디폴트(default) 값으로 설정한다. 경쟁 윈도우는 채널을 통해서 데이터를 전송하기 전에 충돌을 피하기 위해 기다리는 시간을 의미한다.
- [0038] 정보 수집부(120)는 이웃 탐지(Neighbor Discovery, ND) 정보 및 피코넷 조정 장치(Pico Net Coordinator, PNC)로부터의 정보를 통하여 자원 경쟁에 영향을 미치는 주변 송신장치에 대한 정보를 수집한다. 자원 경쟁에 영향을 미치는 주변 송신장치는 방해장치라고 표현될 수 있다.
- [0039] 이웃 탐지(Neighbor Discovery, ND)는 지향성 안테나를 사용하는 WPAN에서 수행되는 과정이다. 이웃 탐지는 피코넷(Pico Net)에 속한 모든 장치에서 수행될 수 있다. 피코넷에 속한 각 장치는 이웃 탐지를 수행하여 한 홉(hop) 떨어진 이웃 장치를 조사한다. 이웃 탐지 정보는 피코넷에 속한 각 장치의 주소, 전송 빔 섹터의 인덱스 및 안테나 방향을 포함할 수 있다. 이웃 탐지에 대해서는 도 3에서 보다 상세하게 설명한다.
- [0040] 피코넷 조정 장치(PNC)는 피코넷에 속한 각 장치로부터 이웃 탐지를 통해 획득된 정보를 수집할 수 있다. 피코넷 조정 장치는 피코넷의 채널을 할당하고, 트래픽 로드를 제어한다.
- [0041] 정보 수집부(120)는 타겟 송신장치 및 타겟 수신장치에 영향을 미치는 주변 송신장치에 관한 정보를 수집할 수

있다. 여기서, 타겟 송신장치는 데이터를 전송하기 위해 채널 할당을 대기하는 송신장치이며, 타겟 수신장치는 타겟 수신장치로부터 전송된 데이터를 수신하는 수신장치이다. 주변 송신장치는 타겟 송신장치의 데이터 전송 및 타겟 수신장치의 데이터 수신에 영향을 미치는 장치를 의미한다.

[0042] 영역 결정부(130)는 주변 송신장치에 대한 정보에 기초하여, 감지영역(Sensing Region, SR) 및 배타영역(Exclusive Region, ER)을 결정한다. 또한, 감지영역 및 배타영역에 대한 정보는 피코넷 조정 장치에 주변 송신장치에 대한 정보로 저장될 수 있다.

[0043] 감지영역은 타겟 송신장치의 관점에서 제1 송신장치의 데이터 전송을 감지하는 영역을 의미한다. 제1 송신장치는 주변 송신장치들 중 적어도 하나이다. 즉, 감지영역은 주변 송신장치들의 데이터 전송을 감지하는 영역을 의미한다.

[0044] 배타영역은 타겟 수신장치의 관점에서 제2 송신장치의 데이터 전송이 감지되지 않음으로써, 상기 타겟 송신장치로부터 데이터를 수신하는 영역을 의미한다. 제2 송신장치는 주변 송신장치들 중 적어도 하나로, 타겟 수신장치의 데이터 수신에 영향을 주지 않는 송신장치이다. 즉, 배타영역은 주변 송신장치의 방해없이 타겟 송신장치와 타겟 수신장치간에 데이터 송수신이 가능한 영역이다.

[0045] 일반적으로 배타영역은 감지영역보다 작다.

[0046] 영역 결정부(130)는 타겟 송신장치와 타겟 수신장치간의 거리 및 상기 타겟 송신장치, 상기 타겟 수신장치 및 주변송신장치의 위치에 기초하여 감지 영역 및 배타 영역을 결정할 수 있다.

[0047] 타겟 송신장치와 타겟 수신장치간의 거리는 타겟 송신장치의 안테나 이득, 타겟 수신장치의 안테나 이득, 전파 길이에 따른 상수, 전파 환경에 의해 결정되는 경로손실지수 및 타겟 송신장치의 송신전력에 기초하여 계산될 수 있다. 타겟 송신장치와 타겟 수신장치간의 거리($r_{j,i}$)는 [수학식 1]을 통하여 계산될 수 있다.

[0048] [수학식 1]

$$r_{j,i} = \left(\frac{\kappa G_T(j) G_R(i) P_T(j)}{N_0 W} \right)^{1/\alpha}$$

[0049]

[0050] 여기서, κ 는 전파길이에 따른 상수, $G_T(j)$ 는 j플로우의 타겟 송신장치의 안테나 이득, $G_R(i)$ 는 i플로우의 타겟 수신장치의 안테나 이득, $P_T(j)$ 는 j플로우의 타겟 송신장치의 송신전력, α 는 전파환경에 의해 결정되는 경로손실지수(path loss exponent)를 의미한다. N_0 는 백색 가우시안 잡음(the one-sided spectral density of white Gaussian noise), W 는 채널 대역폭(channel bandwidth)을 의미한다.

[0051] 계산부(140)는 감지영역 및 배타영역에 기초하여 타겟 송신장치 및 타겟 수신장치에 영향을 미치는 주변 송신장치의 총 개수(N, 이하 N으로 호칭)를 계산한다. 감지영역 및 배타영역은 주변 송신장치에 대한 정보로 저장될 수 있다.

[0052] 계산부(140)는 주변 송신장치에 대한 정보에 기초하여, 타겟 송신장치의 데이터 전송에 영향을 주는, 주변 송신장치의 수(N_{TX})와 타겟 수신장치의 데이터 수신에 영향을 주는 주변 송신장치의 수(N_{RX})를 계산할 수 있다. 또한, 계산부(140)는 타겟 송신장치와 타겟 수신장치에 동시에 영향을 미치는 주변 송신장치의 수(N_{TR})를 계산할 수 있다. 따라서, 계산부(140)는 N을 $N_{TX} + N_{RX} - N_{TR}$ 로 계산할 수 있다.

[0053] 계산부(140)는 타겟 송신장치, 타겟 수신장치 및 주변 송신장치들이 한 피코넷 안에서 유니폼(uniform)하게 분포되어 있다고 가정하는 경우에는 N을 확률적으로 계산할 수 있다. 또한, 피코넷 조정 장치(PNC)는 피코넷 안에 있는 모든 장치들에 대한 정보를 저장하고 있으므로, 계산부(140)는 상기 정보에 기초하여 N을 계산할 수 있다.

[0054] 확률 계산부(150)는 타겟 송신장치 및 타겟 수신장치에 영향을 미치는 주변 송신장치의 총 개수(N), 일정 조건에서 갱신되는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값(CW_{ini}) 및 상기 경쟁 윈도우의 최대 값(CW_{max})에 기초하여, 데이터 전송을 위한 대기시간(W_0)을 결정한다. 일정 조건은 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})이 소정의 디폴

트 값과 동일하지 않은 경우를 의미한다. 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})은 소정의 디폴트 값과 동일한 값이 될 때까지, 지연시간 및 수율이 계산된 후, 1씩 증가한다.

[0055] 여기서, 대기시간(W_0)은 경쟁 윈도우(CW)의 크기(size)를 의미한다. 즉, 경쟁 윈도우(CW)의 크기는 상기 N과, 일정 조건에서 갱신되는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값(CW_{ini}) 및 상기 경쟁 윈도우의 최대 값(CW_{max})에 기초하여 결정된다.

[0056] 확률 계산부(150)는 대기시간 결정부(151)를 포함할 수 있다.

[0057] 대기시간 결정부(151)는 상기 N이 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})보다 작거나 같으면, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})을 대기시간(W_0)으로 결정할 수 있다. 이 경우에는 주변 송신장치의 수가 작으므로, 대기시간을 소정의 디폴트 값으로 하는 것은, 데이터 전송 전에 불필요하게 대기시간을 늘리는 결과가 된다. 따라서, 대기시간 결정부(151)는 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})을 대기시간(W_0)으로 결정한다.

[0058] 또한, 대기시간 결정부(151)는 상기 N이 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})보다 크고, 소정의 디폴트 값보다 작거나 같으면, 상기 N을 대기시간(W_0)으로 결정할 수 있다. 경쟁 윈도우의 최대 값(CW_{max})은 소정의 디폴트 값으로 설정된다. 여기서 소정의 디폴트 값은 적용하고자 하는 표준에 따라 다르게 설정될 수 있다. IEEE 802.3에서 디폴트 값은 8이다. 이 경우에는 주변 송신장치의 수가 작으므로, 대기시간을 소정의 디폴트 값으로 하는 것은, 데이터 전송 전에 불필요하게 대기시간을 늘리는 결과가 된다. 따라서, 대기시간 결정부(151)는 상기 N을 대기시간(W_0)으로 결정한다.

[0059] 또한, 대기시간 결정부(151)는 상기 N이 소정의 디폴트 값보다 크면, 상기 소정의 디폴트 값을 대기시간(W_0)으로 결정할 수 있다.

[0060] 확률 계산부(150)는 대기시간(W_0) 및 상기 N에 기초하여 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 계산한다.

[0061] 확률 계산부(150)는 대기시간(W_0)이 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})으로 결정되면, 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})에 기초하여 계산할 수 있다. 보다 구체적으로 확률 계산부(150)는 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 $1/(CW_{ini})$ 로 계산할 수 있다.

[0062] 또한, 확률 계산부(150)는 대기시간(W_0)이 상기 N으로 결정되면, 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 N에 기초하여 계산할 수 있다. 보다 구체적으로 확률 계산부(150)는 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 $1/(N)$ 로 계산할 수 있다.

[0063] 또한, 확률 계산부(150)는 대기시간(W_0)이 소정의 디폴트 값으로 결정되면, 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 N 및 상기 소정의 디폴트 값에 기초하여 계산할 수 있다. 이때, 확률 계산부(150)는 타겟 송신장치 및 주변 송신장치에 대하여, 랜덤(random)하게 적용될 수 있는 제1 확률(α)을 $1/(N)$ 로 계산하고, 제2 확률(β)을 $1-(W_0-1)/(N)$ 로 계산한다.

[0064] 백오프 카운터 결정부(160)는 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률에 기초하여 백오프 카운터를 결정한다.

[0065] 백오프 카운터는 채널을 통해서 데이터를 전송하기 전에 타겟 송신장치 및 주변 송신장치들 간의 충돌을 피하기 위해 채널을 감지하는 횟수를 의미한다. 타겟 송신장치가 데이터 전송을 위해, 실제로 기다리는 시간은 채널의 상태에 의존하므로, 매 감지시점마다 채널이 유허(idle)하다고 감지되면, 데이터 전송 전에 기다리는 시간은 대기시간과 같다. 그러나, 어느 감지 시점에라도 채널이 유허(idle)하지 않으면, 데이터 전송 전에 기다리는 시간은 대기시간보다 길다.

[0066] 백오프 카운터 결정부(160)는 대기시간(W_0)이 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})으로 결정되면, 타겟 송신장치 및 주변 송신장치에 대해 $1/(CW_{ini})$ 확률로 백오프 카운터를 결정할 수 있다.

- [0067] 백오프 카운터 결정부(160)는 대기시간(W_0)이 상기 N으로 결정되면, 타겟 송신장치 및 주변 송신장치에 대해 $1/(N)$ 확률로 백오프 카운터를 결정할 수 있다.
- [0068] 백오프 카운터 결정부(160)는 대기시간이 소정의 디폴트 값으로 결정되면, 타겟 송신장치 및 주변 송신장치에 대하여, 랜덤(random)하게 상기 N에 기초하여 계산된 제1 확률(α), 또는 상기 N 및 상기 소정의 디폴트 값에 기초하여 계산된 제2 확률(β)로 백오프 카운터를 결정할 수 있다.
- [0069] 백오프 카운터 결정부(160)는 타겟 송신장치 및 주변 송신장치에 대하여, 0에서 W_0-2 중 어느 하나의 값을 가지는 백오프 카운터를 결정하도록, 랜덤(random)하게, 제1 확률을 적용할 수 있다. 또한, 백오프 카운터 결정부(160)는 타겟 송신장치 및 주변 송신장치에 대하여, W_0-1 의 값을 가지는 백오프 카운터를 결정하도록, 랜덤(random)하게, 제2 확률을 적용할 수 있다. 백오프 카운터는 0, 1, ..., W_0-2, W_0-1 의 값을 가질 수 있다.
- [0070] 백오프 카운터 결정부(160)는 확률적으로 W_0-1 의 한 상태에서만 타겟 송신장치 및 주변 송신장치들 간에 충돌이 일어나도록 함으로써, 충돌 확률을 줄일 수 있다. 백오프 카운터 결정부(160)는 피코넷 안에 장치들이 많을 경우 충돌이 일어나는 시점을 한 상태에 집중시킴으로써, 일반적인 CSMA/CA에 비해, 채널을 효율적으로 사용할 수 있다.
- [0071] 또한, 백오프 카운터 결정부(160)는 마지막 상태 W_0-1 에서 타겟 송신장치 및 주변 송신장치들 간에 충돌이 일어나게 함으로써, 전송지연을 최소화할 수 있다. 재전송을 하는 imm-ACK(immediate-ACK) 모드에서는, W_0-1 의 상태로 백오프 카운터가 결정된 송신장치들이 재전송을 위해 자원 경쟁을 할 때는, 이미 0, 1, ..., W_0-2 의 상태로 백오프 카운터가 결정된 송신장치들의 전송이 완료된 상태이다. 따라서, 백오프 카운터 결정부(160)는 W_0-1 의 상태로 백오프 카운터가 결정된 송신장치들 간에만 자원 경쟁을 하게 함으로써, 전송지연을 최소화할 수 있다.
- [0072] 따라서, W_0-1 의 상태로 백오프 카운터가 결정된 송신장치들만 재전송에서 자원 경쟁을 하게 됨으로써, 경쟁을 하는 장치들의 수가 줄어들고, 결과적으로 전체 전송시간을 줄일 수 있다.
- [0073] 데이터 전송부(170)는 채널의 상태에 기초하여 백오프 카운터를 제어하고, 상기 백오프 카운터의 값이 0이 되면, 데이터를 전송한다. 데이터 전송부(170)는 백오프 카운터에 대응하는 타임 슬롯의 시작 시점마다 채널의 상태를 감지할 수 있다. 데이터 전송부(170)는 채널의 상태가 유헤(Idle)상태로 감지되면, 상기 백오프 카운터를 한 타임 슬롯만큼 줄일 수 있다.
- [0074] 최대수율 및 최소지연시간 결정부(180)는 데이터를 전송하는데 소요된 지연시간 및 수율을 계산한다. 지연시간은 트래픽의 발생시점부터 상기 트래픽 전송이 시작되기 전까지의 시간(queueing delay, W) 및 상기 트래픽 전송이 완료되는 시간(service time, S)을 포함한다. 지연시간은 목적함수 $\min E(D) = \min(W + S)$ 과 같이 표현될 수 있다. 수율(throughput)은 트래픽 전송에 사용된 제1 시간과 상기 제1 시간 동안 전송된 트래픽의 양
- $$\max Th = \max \left(\frac{\text{전송시간동안 전송된 트래픽 양}}{\text{전송에 사용된 시간}} \right)$$
- 의 비율로 계산될 수 있다. 수율은 목적함수
- $$\max Th = \max \left(\frac{\text{전송시간동안 전송된 트래픽 양}}{\text{전송에 사용된 시간}} \right)$$
- 과 같이 표현될 수 있다.
- [0075] 최대수율 및 최소지연시간 결정부(180)는 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})이 소정의 디폴트 값을 갖는 경우에, 지연시간 중 최소지연시간 인 경우의 제1 경쟁 윈도우 초기 값 및 수율 중 최대수율 인 경우의 제2 경쟁 윈도우 초기 값을 추출한다. 제1 경쟁 윈도우 초기 값은 최소지연시간에 대응하는, 데이터 전송 전에 기다리는 시간이고, 제2 경쟁 윈도우 초기 값은 최대수율에 대응하는, 데이터 전송 전에 기다리는 시간이다.
- [0076] 최대수율 및 최소지연시간 결정부(180)는 제1 경쟁 윈도우 초기 값을 최소지연시간에 대응하는 최적화된 경쟁 윈도우(CW)의 크기로 결정할 수 있고, 제2 경쟁 윈도우 초기 값을 최대수율에 대응하는 최적화된 경쟁 윈도우(CW)의 크기로 결정할 수 있다.
- [0077] 최대수율 및 최소지연시간 계산부(180)는 지연시간 및 수율이 계산될 때마다, 경쟁 윈도우의 초기 값을 상기 소정의 디폴트 값에 도달할 때까지, 1씩 증가시킬 수 있다. 최대수율 및 최소지연시간 계산부(180)는 경쟁 윈도우의 초기 값이 경쟁 윈도우의 최대 값에 도달할 때까지 지연시간 및 수율을 계산할 수 있다.

- [0078] 최대수율 및 최소지연시간 계산부(180)는 트래픽의 발생시점부터 상기 트래픽 전송이 시작되기 전까지의 시간 및 상기 트래픽 전송이 완료되는 시간에 기초하여 상기 지연시간을 계산할 수 있다. 또한, 최대수율 및 최소지연시간 계산부(180)는 상기 트래픽 전송에 사용된 제1 시간 및 상기 제1 시간 동안 전송된 트래픽의 양에 기초하여 상기 수율을 계산할 수 있다.
- [0079] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 백오프 카운터의 결정과정을 나타낸 도면이다.
- [0080] (A) 및 (B)는 ACK신호를 고려하지 않는 경우(no-ACK) 및 포화(saturation) 상태에서의 CSMA/CA방식을 나타낸다.
- [0081] (A) 방식에서, 타겟 송신장치 및 주변 송신장치는 자원사용을 위한 경쟁을 하기 위해, 동일한 확률로 결정된 백오프 카운터만큼을 기다린 후 경쟁에 참가한다. (B) 방식에서, 타겟 송신장치 및 주변 송신장치는 자원사용을 위한 경쟁을 하기 위해 결정된 백오프 카운터만큼을 기다린 후 경쟁에 참가한다. 그러나, 백오프 카운터의 결정이 확률적으로 동일하지 않다. 또한, 그 확률은 충돌 및 전송지연을 최소화하고 수율을 최대화하도록 결정된 것이다.
- [0082] (A) 방식의 경우, 백오프 카운터는 0에서 W_0-1 의 값을 가질 수 있다. 백오프 카운터가 0에서 W_0-1 중 어느 하나의 값을 가질 확률은 어느 경우(201,203,205,207)에나 $1/W_0$ 로 동일하다. $P_{b,bo}$ 는 채널 상태가 바쁜(busy)상태일 확률이다. 채널 상태가 바쁜 상태인 경우, 백오프 카운터는 감소하지 않는다. 채널 상태가 유희(idle)상태가 되면($1-P_{b,bo}$) 백오프 카운터는 1씩 감소한다. 백오프 카운터 값이 0이 되면, 타겟 송신 장치는 데이터를 전송한다.
- [0083] (B) 방식의 경우, 백오프 카운터가 0에서 W_0-2 중 어느 하나의 값을 가질 확률($211, 213, 215, \alpha$)과 W_0-1 을 가질 확률($217, \beta$)은 서로 다르다. 즉, 타겟 송신장치 및 타겟 송신장치의 데이터 전송에 영향을 미치는 주변 송신장치는, 랜덤(random)하게, α 의 확률로 백오프 카운터를 결정할 수도 있고, 랜덤(random)하게, β 의 확률로 W_0-1 을 가지는 백오프 카운터를 결정할 수도 있다. 결과적으로, (B) 방식은 확률적으로 W_0-1 의 한 상태에서만 타겟 송신장치 및 주변 송신장치들 간에 충돌이 일어나도록 함으로써, 충돌 확률을 줄일 수 있다. (B) 방식은 피코넷 안에 장치들이 많은 경우, 충돌이 일어나는 시점을 한 상태에 집중시킴으로써, 일반적인 CSMA/CA에 비해, 채널을 효율적으로 사용하게 한다. 또한, (B) 방식은 타겟 송신장치 및 주변 송신장치들의 백오프 카운터가 W_0-1 의 값을 갖게 함으로써, 전송지연을 최소화할 수 있다.
- [0084] 도 3 은 본 발명의 일실시예를 적용할 수 있는 IEEE 802.15.3c의 슈퍼프레임 구조를 나타낸 도면이다.
- [0085] 슈퍼프레임은 비컨 (beacon) 구간(310), 경쟁기반 데이터 전송구간(Contention Access Period, CAP)(320) 및 예약기반 데이터 전송구간인(Channel Time Allocation Period, CTAP)(330)을 포함한다. CTAP 구간(330)은 피코넷 조정 장치(PNC)와 피코넷에 속한 장치들간의 통신이 이루어지는 관리(management CTA, MCTA)와 피코넷에 속한 각 장치들간의 통신이 이루어지는 CTA 구간을 포함한다.
- [0086] 802.15.3c WPAN의 기본 토폴로지는 피코넷이다. 피코넷은 중앙장치인 피코넷 조정 장치(PNC)와 피코넷 조정 장치의 전송 범위내의 여러 장치들 (slave devices, DEVs)들로 구성되어 있으며, 어떤 장치도 PNC의 역할을 할 수 있다. 각 장치는 지향성 안테나를 사용하여 통신한다. PNC는 피코넷의 정보를 수집하여 상기 정보를 기반으로 하여 각 장치에게 채널을 할당하고, 트래픽 로드 (loads)를 제어한다.
- [0087] PNC는 각 장치가 이웃 탐지(Neighbor Discovery, ND)를 통하여 수집한 정보들을 PNC에게 알려줌으로써 정보를 수집한다. 이웃 탐지 과정은 지향성 안테나를 사용하는 WPAN에서는 기본적인 중요한 과정이다.
- [0088] 각 장치들은 이웃 탐지를 통하여 한 홉 (one hop) 떨어진 이웃에 대한 정보를 조사한다. 이웃 탐지는 각 장치가 모든 빔 섹터에서 연속적으로 자신의 존재를 알리는 패킷(self-advertizing packet)을 전송하면 그 패킷을 수신한 이웃 장치가 응답을 함으로써 이루어진다. 자신의 존재를 알리는 패킷(self-advertizing packet)에는 전송장치의 주소와 전송 빔 섹터의 인덱스 등이 포함되어 있다.

- [0089] 한 장치가 이웃 장치의 자신의 존재를 알리는 패킷(self-advertizing packet)을 수신하면 수신한 장치는 전송 장치의 주소, 전송장치의 안테나 방향에 관한 정보 등을 자신의 이웃 정보 리스트에 보관하고, 응답 메시지를 상기 전송장치에게 보낸다. 응답 메시지는 수신장치의 주소와 응답 메시지를 전송하는 빔 섹터의 인덱스를 포함한다.
- [0090] 이웃 탐지 과정은 모두 준전방향 모드(quasi-omni mode)로 이루어진다. 이웃 장치의 정보를 유지하고 업데이트 하기 위하여 이웃 탐지는 주기적으로 일어나며, 이웃 탐지 과정은 보통 경쟁기반 데이터 전송구간(CAP)에서 이루어진다.
- [0091] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 경쟁기반 데이터 전송구간(CAP)에서의 자원 경쟁과정에 적용될 수 있다.
- [0092] 한 장치가 여러 개의 빔 섹터로부터 이웃 장치를 탐지하면, 상기 장치는 통신을 위하여 여러 개의 빔 섹터 중 신호 강도가 가장 센 섹터를 이웃 장치에 대한 정보 리스트에 저장한다. 저장된 정보들은 PNC에게 보내지며, PNC는 각 장치들로부터 수집된 정보를 기반으로 피코넷 토폴로지를 관리하고, 전송 스케줄링을 수행한다.
- [0093] PNC는 스케줄링된 채널접근 요구를 저장하기 위하여 어드미션 테이블(admission table)을 관리한다. 어드미션 테이블(Admission table)에는 채널을 요구하는 장치의 ID, 채널을 요구하는 장치가 목적으로 삼는 장치의 ID, 나열된 CTA 블록(block) ID 및 할당된 채널의 접근시간 등이 저장되어 있다. 어드미션 테이블(Admission table)은 비컨 구간에서 지향성 안테나를 이용하여 방향 별로 주기적으로 브로드캐스트(broadcast) 되어 피코넷 내의 모든 장치들에게 전송된다.
- [0094] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 감지영역과 배타영역을 나타낸 도면이다.
- [0095] 지향성 안테나를 사용하는 경우, 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 감지영역 (sensing region)과 배타영역 (exclusive region: ER)을 고려하여 같은 시간에 동시 전송이 가능한 플로우를 결정할 수 있다.
- [0096] 감지영역은 주변 송신장치들의 데이터 전송을 감지하는 영역을 의미한다. 배타영역은 한 플로우의 송신장치와 수신장치가 주변 송신장치(interferer)의 방해받지 않고 서로 통신이 가능한 영역을 의미한다. 즉, 지향성 안테나를 사용하는 경우, 한 송신장치의 자원 경쟁에 영향을 미치는 주변 송신장치의 수는, 전방향 안테나를 사용하는 경우보다 작을 것이므로, 자원 경쟁에 영향을 미치는 주변 송신장치의 수를 고려하여 경쟁 윈도우(contention window)의 값인 W_0 를 결정할 수 있다.
- [0097] 지향성 안테나 모델은 플랫폼(flat-top) 모델과 3차원의 콘-플러스-스피어(cone plus sphere) 모델이 있다. 도 4에서는 2차원의 콘-플러스-서클(cone plus circle) 모델을 고려한다. 콘-플러스-스피어(cone plus sphere model)에서 안테나 이득은 빔폭이 θ 인 메인로브(mainlobe)와 $2\pi-\theta$ 인 사이드로브(sidelobe)로 구성된다.
- [0098] 도 4는 콘-플러스-서클(cone plus circle) 모델과 한 쌍의 타겟 송신장치, 타겟 수신장치 및 다른 플로우의 주변 송신장치(interferer)의 위치에 따라, 한 쌍의 타겟 송신장치 및 타겟 수신장치가 서로 통신할 수 있는 영역을 나타내는 배타영역 (ER)을 나타낸다.
- [0099] (A)는 타겟 송신장치(401)와 타겟 수신장치(405)가 동일 플로우에 위치하는 경우, 다른 플로우의 주변 송신장치(403)와 타겟 수신장치(405)가 각각 서로의 방사 각도에 위치하는 경우를 나타낸다. 이때의 배타영역(407)은 빔폭이 θ 이고, 반지름이 r_1 이다.
- [0100] (B)는 타겟 송신장치(411)와 타겟 수신장치(415)가 동일 플로우에 위치하는 경우, 다른 플로우의 주변 송신장치(413)만 타겟 수신장치(415)의 방사 각도에 위치하는 경우를 나타낸다. 이때의 배타영역(417)은 빔폭이 θ 이고, 반지름이 r_2 이다.
- [0101] (C)는 타겟 송신장치(421)와 타겟 수신장치(425)가 동일 플로우에 위치하는 경우, 타겟 수신장치(425)만 다른 플로우의 주변 송신장치(423)의 방사 각도에 위치하는 경우를 나타낸다. 이때의 배타영역(427)은 빔폭이 $2\pi-\theta$ 이고, 반지름이 r_3 이다.
- [0102] (D)는 타겟 송신장치(431)와 타겟 수신장치(435)가 동일 플로우에 위치하는 경우, 다른 플로우의 주변 송신장치(433)와 타겟 수신장치(435)가 각각 서로의 방사 각도에 위치하지 않는 경우를 나타낸다. 이때의 배타영역

(437)은 빔폭이 $2\pi - \theta$ 이고, 반지름이 r_4 이다.

- [0103] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 방법의 흐름도이다.
- [0104] 501단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값(CW_{ini})을 1로 설정하고, 상기 경쟁 윈도우의 최대 값(CW_{max})을 소정의 디폴트 값으로 설정한다.
- [0105] 503단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 이웃 탐지(Neighbor Discovery) 정보 및 피코넷 조정 장치(Pico Net Coordinator)로부터의 정보를 통하여 자원 경쟁에 영향을 미치는 주변 송신장치에 대한 정보를 수집한다.
- [0106] 505단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 감지 영역 및 배타 영역에 기초하여 타겟 송신장치 및 타겟 수신장치에 영향을 미치는 주변 송신장치의 총 개수(N)를 계산한다. 감지 영역 및 배타 영역에 대한 정보는 주변 송신장치에 대한 정보에 포함될 수 있다. 즉, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 주변 송신장치에 대한 정보에 기초하여 상기 N을 계산할 수 있다.
- [0107] 507단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 상기 N, 일정 조건에서 갱신되는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값(CW_{ini}) 및 상기 경쟁 윈도우의 최대 값(CW_{max})에 기초하여, 데이터 전송을 위한 대기시간(W_0)을 결정한다. 일정 조건은 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})이 소정의 디폴트 값과 동일하지 않은 경우를 의미한다. 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값(CW_{ini})은 소정의 디폴트 값과 동일하지 않은 경우에 1씩 증가할 수 있다.
- [0108] 여기서, 대기시간(W_0)은 경쟁 윈도우(CW)의 크기(size)를 의미한다. 즉, 경쟁 윈도우(CW)의 크기는 상기 N과, 일정 조건에서 갱신되는 경쟁 윈도우(Contention Window)의 초기 값(CW_{ini}) 및 상기 경쟁 윈도우의 최대 값(CW_{max})에 기초하여 결정된다.
- [0109] 또한, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 결정된 대기시간(W_0) 및 상기 N에 기초하여 백오프 카운터를 결정하기 위한 확률을 계산한다.
- [0110] 509단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률에 기초하여 백오프 카운터를 결정한다.
- [0111] 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 대기시간(W_0)이 소정의 디폴트 값으로 결정되면, 타겟 송신장치 및 주변 송신장치에 대하여, 랜덤(random)하게 상기 N에 기초하여 계산된 제1 확률(α), 또는 상기 N 및 상기 소정의 디폴트 값에 기초하여 계산된 제2 확률(β)로 백오프 카운터를 결정할 수 있다. 보다 구체적으로, 제1 확률(α)은 $1/(N)$ 로, 제2 확률(β)은 $1-(W_0-1)/(N)$ 로 계산될 수 있다.
- [0112] 511단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 결정된 백오프 카운터의 값이 0이 되면, 데이터를 전송한다.
- [0113] 513단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 데이터 전송에 소요된 지연시간 및 수율을 계산한다.
- [0114] 515단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 지연시간 및 수율이 계산된 후, 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})이 소정의 디폴트 값과 동일한 값을 가지는지 판단한다.
- [0115] 517단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})과 소정의 디폴트 값이 동일하지 않으면, 상기 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})을 1씩 증가시킨다.
- [0116] 변경된 경쟁 윈도우의 초기 값은 새로운 대기시간을 결정하는 기준이 된다. 즉, 초기 값이 변경됨에 따라, 대기시간 및 백오프 카운터를 결정하기 위한 확률이 변경된다. 따라서, 변경된 지연시간 및 수율을 계산할 수 있다.

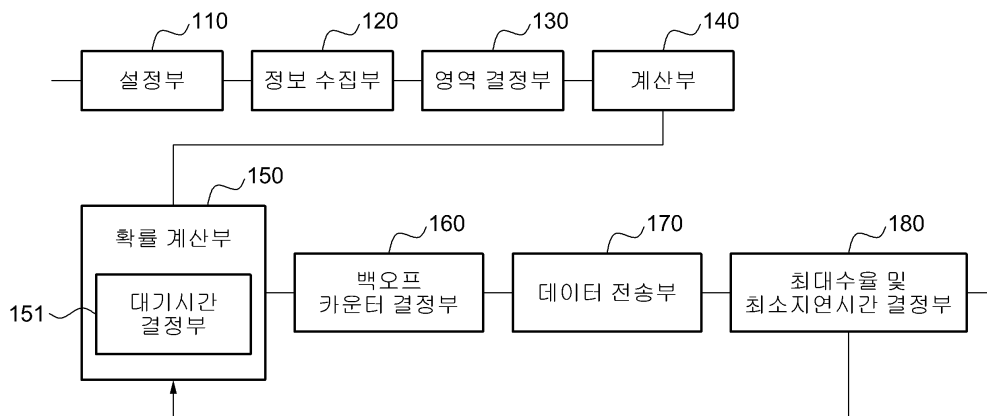
- [0117] 519단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 경쟁 윈도우의 초기 값이 소정의 디폴트 값을 갖는 경우에, 지연시간 중 최소지연시간 인 경우의 제1 경쟁 윈도우 초기 값 및 수율 중 최대수율 인 경우의 제2 경쟁 윈도우 초기 값을 추출한다.
- [0118] 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 제1 경쟁 윈도우 초기 값 또는 제2 경쟁 윈도우 초기 값을 데이터 전송 전 기다리는 시간으로 설정할 수 있다. 즉, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 제1 경쟁 윈도우 초기 값을 최소지연시간에 대응하는 최적화된 경쟁 윈도우(CW)의 크기로 결정할 수 있고, 제2 경쟁 윈도우 초기 값을 최대수율에 대응하는 최적화된 경쟁 윈도우(CW)의 크기로 결정할 수 있다.
- [0119] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 대기시간 결정 및 백오프 카운터 결정 확률 방법(507)의 흐름도이다.
- [0120] 601단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 주변 송신장치에 대한 정보에 기초하여 타겟 송신장치 및 타겟 수신장치에 영향을 미치는 주변 송신장치의 총 개수(N)가 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})보다 작거나 같은 값을 가지는지 판단한다.
- [0121] 603단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 상기 N이 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})보다 크고, 소정의 디폴트 값보다 작거나 같은 값을 가지는지 판단한다.
- [0122] 605단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 상기 N이 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})보다 작거나 같으면, 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})을 대기시간(W_0)으로 결정한다.
- [0123] 607단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 상기 N이 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})보다 크고, 소정의 디폴트 값보다 작거나 같으면, 상기 N을 대기시간(W_0)으로 결정한다.
- [0124] 609단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 상기 N이 소정의 디폴트 값보다 크면, 상기 소정의 디폴트 값을 대기시간(W_0)으로 결정한다.
- [0125] 611단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 대기시간(W_0)이 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})으로 결정되면, 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 경쟁 윈도우의 초기 값(CW_{ini})에 기초하여 계산한다. 보다 구체적으로, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 $1/(CW_{ini})$ 로 계산할 수 있다.
- [0126] 또한, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 상기 대기시간(W_0)이 상기 N으로 결정되면, 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 N에 기초하여 계산한다. 보다 구체적으로, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 $1/(N)$ 로 계산할 수 있다.
- [0127] 613단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 대기시간(W_0)이 소정의 디폴트 값으로 결정되면, 백오프 카운터(Backoff Counter)를 결정하기 위한 확률을 상기 N 및 상기 소정의 디폴트 값에 기초하여 계산한다. 보다 구체적으로, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 타겟 송신장치 및 주변 송신장치에 대하여, 랜덤(random)하게 적용될 수 있는 제1 확률(α)을 $1/(N)$ 로 계산하고, 제2 확률(β)을 $1-(W_0-1)/(N)$ 로 계산한다.
- [0128] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 전송 방법(511)의 흐름도이다.
- [0129] 701단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 백오프 카운터에 대응하는 타임 슬롯의 시작 시점마다 채널의 상태를 감지한다. 즉, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 백오프 카운터 결정 확률에 따라 결정된 백오프 카운터의 시작 시점에서 채널의 상태를 감지한다.
- [0130] 또한, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 일정 주기마다 채널의 상태를 감지할 수 있다. 또한, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 백오프 카운터 값이 0이 아닌 경우에도, 백오프

프 카운터의 타임 슬롯의 시작 시점에서 채널의 상태를 감지한다.

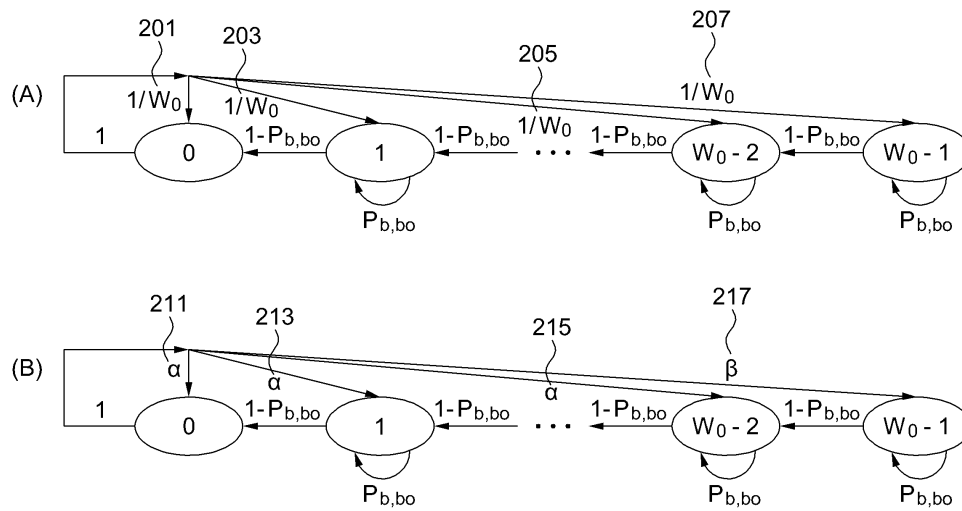
- [0131] 703단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 채널의 상태가 유향(Idle)상태인지 판단한다.
- [0132] 705단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 채널의 상태가 유향(Idle)상태로 판단되면, 백오프 카운터를 한 타임 슬롯만큼 줄인다. 채널 상태가 바쁜(busy) 상태로 판단되면, 백오프 카운터의 타임 슬롯을 유지한다.
- [0133] 707단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 채널의 상태에 기초하여 상기 백오프 카운터를 제어하고, 상기 백오프 카운터 값이 0이 되는지 판단한다.
- [0134] 709단계에서, 지향성 안테나를 이용한 자원 경쟁 기반 다중 접속 장치는 백오프 카운터 값이 0이 되면, 데이터를 전송한다.
- [0135] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0136] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0137] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

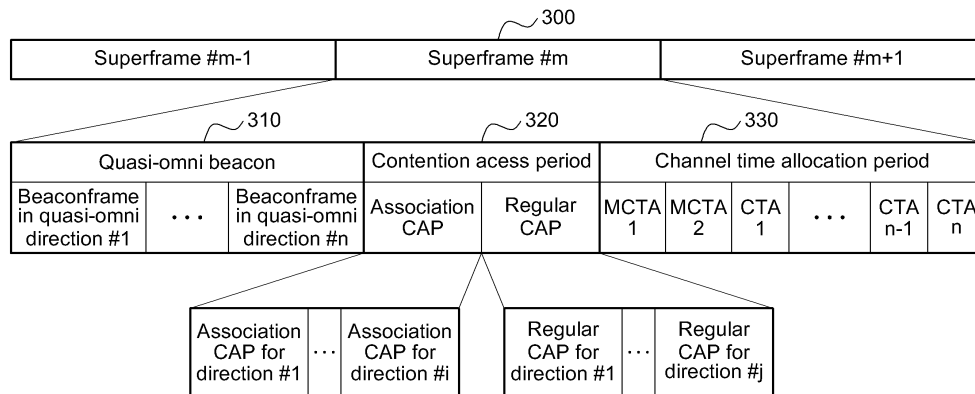
도면1



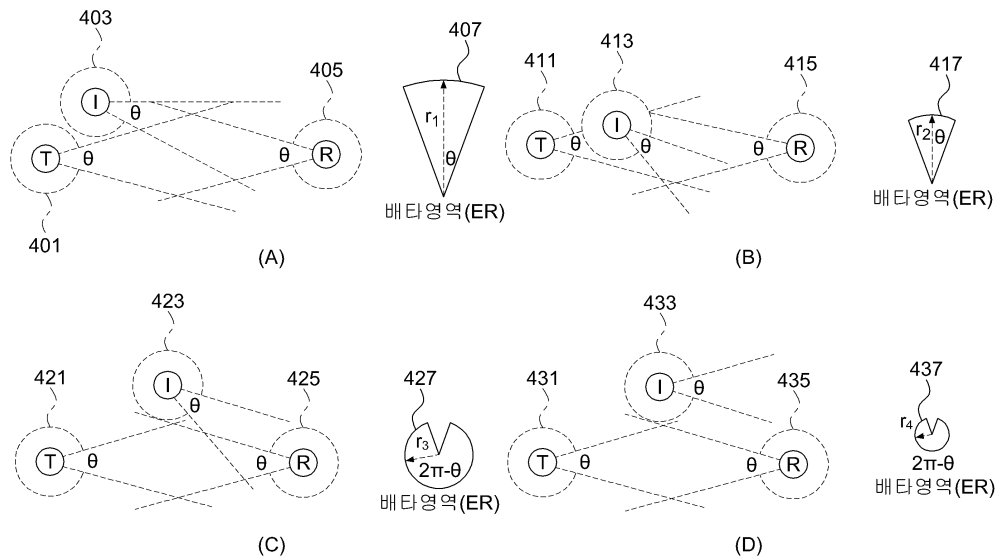
도면2



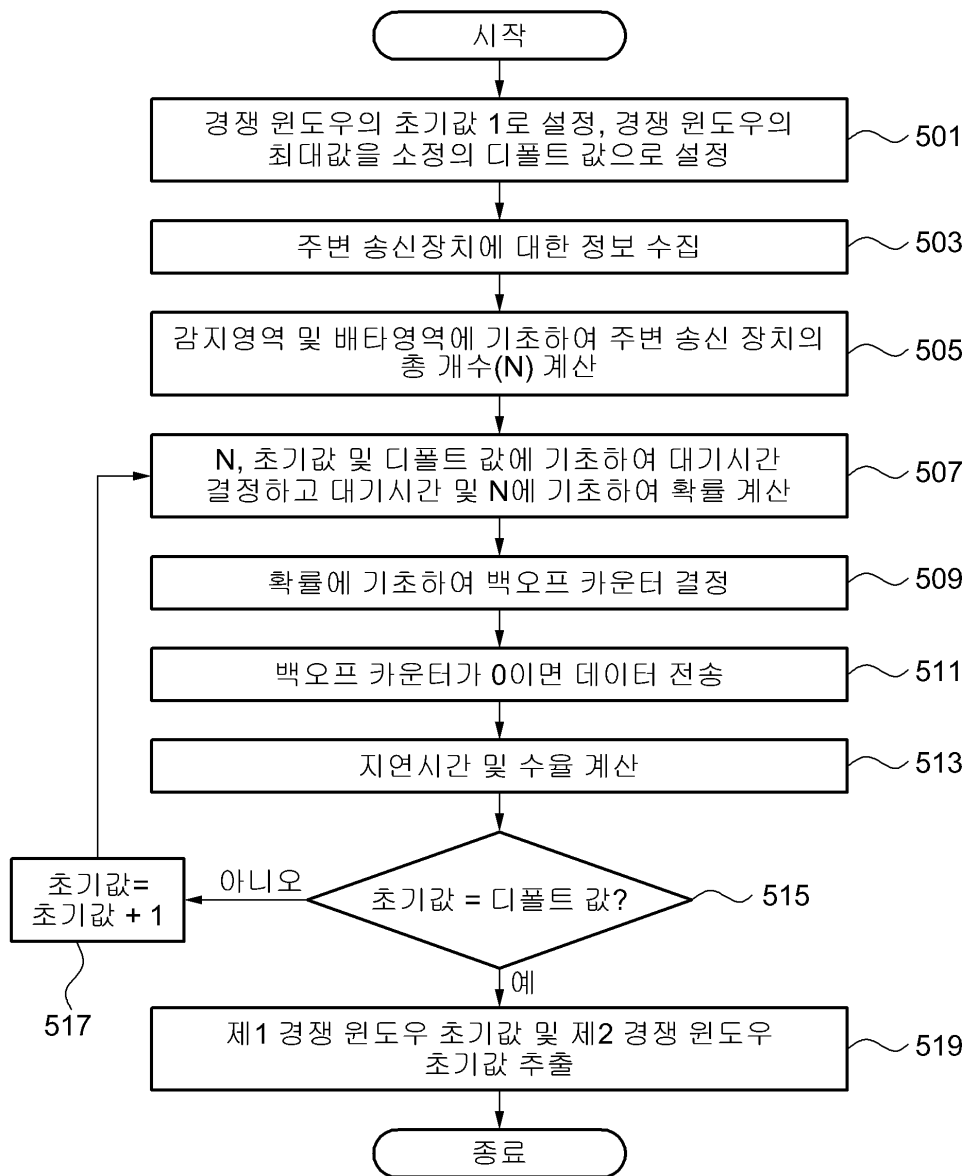
도면3



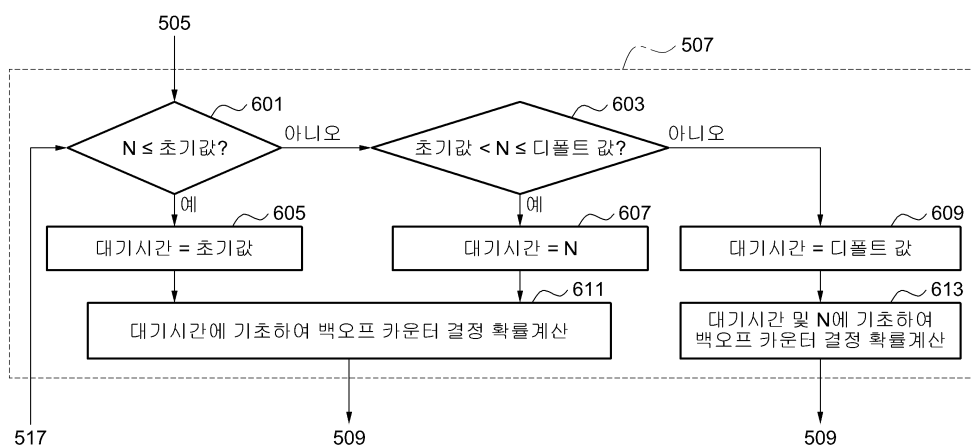
도면4



도면5



도면6



도면7

