

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)**(11) 공개번호** 10-2021-0057580
(43) 공개일자 2021년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 28/16 (2019.01) H04W 16/02 (2009.01)

H04W 72/12 (2009.01) H04W 74/08 (2019.01)

H04W 88/08 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04W 28/16 (2019.01)

H04W 16/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0144513

(22) 출원일자 2019년11월12일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

박승일

경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

강충구

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

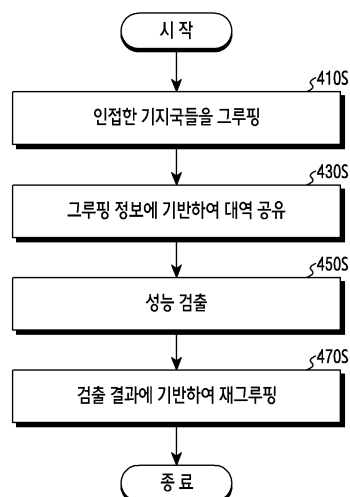
권혁록, 이정순

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 주파수 재사용을 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 개시는 LTE(Long Term Evolution)와 같은 4G(4th generation) 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G(5th generation) 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 무선 통신 시스템에서 주파수 재사용을 위한 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 동작방법은, 상호 인접한 복수의 기지국들을 포함하는 복수의 그룹들을 형성하는 과정과, 상기 복수의 그룹들 가운데 같은 대역을 동시에 사용가능한 기지국들을 포함하는 그룹을 결정하는 과정과, 상기 결정된 그룹에 속한 기지국들이 데이터 동시 전송을 수행하는 과정과, 상기 데이터 동시 전송의 성능을 검출하는 과정과, 상기 검출된 성능에 기반하여 새로운 그룹을 형성하는 과정을 포함한다. 이를 통하여 대역 공유 환경에서 시스템 용량을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도4

(52) CPC특허분류

H04W 72/121 (2013.01)

H04W 74/0808 (2013.01)

H04W 88/08 (2013.01)

(72) 발명자

양찬석

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

정병훈

경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 기지국의 동작방법에 있어서,
상호 인접한 복수의 기지국들을 포함하는 복수의 그룹들을 형성하는 과정과,
상기 복수의 그룹들 가운데 같은 대역을 동시에 사용가능한 기지국들을 포함하는 그룹을 결정하는 과정과,
상기 결정된 그룹에 속한 기지국들이 데이터 동시 전송을 수행하는 과정과,
상기 데이터 동시 전송의 성능을 검출하는 과정과,
상기 검출된 성능에 기반하여 새로운 그룹을 형성하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상호 인접한 복수의 기지국들을 포함하는 복수의 그룹들을 형성하는 과정은,
상기 그룹에 포함된 기지국들에 의한 내부 간섭량에 기반하여 수행되는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
상호 인접한 기지국을 포함하는 복수의 그룹을 형성하는 과정은,
상기 그룹의 시스템 용량에 기반하여 수행되는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
상기 복수의 그룹들 가운데 같은 대역을 동시에 사용가능한 기지국들을 포함하는 그룹을 결정하는 과정은,
상기 기지국들로부터 수신 단말에 관한 정보를 수신하는 과정과,
상기 수신 단말에 관한 정보와 미리 저장된 기지국 위치 정보에 기반하여 점유 대역 및 점유 시간을 결정하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
상기 복수의 그룹들 가운데 같은 대역을 동시에 사용가능한 기지국들을 포함하는 그룹을 결정하는 과정은,
캐리어 센싱을 수행하는 과정과,
상기 캐리어 센싱을 통해 대역을 점유하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,
 상기 캐리어 센싱을 수행하는 과정은,
 백-오프 카운트에 기반하여, 제1 신호를 다른 기지국으로 송신하는 과정과,
 상기 제1 신호의 수신에 대응하여 그룹 접근 구간을 설정하는 과정과,
 상기 그룹 접근 구간 이후, 해당 그룹의 기지국들이 모두 대역을 점유하였는지 판단하는 과정과,
 해당 그룹의 기지국들이 모두 대역을 점유한 상태로 판단한 경우, 그룹 내 기지국들의 대역 점유 정보를 포함하는 제2 신호를 송신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서,
 상기 캐리어 센싱을 수행하는 과정은,
 백-오프 카운트에 기반하여, 제1 신호를 다른 기지국으로 송신하는 과정과,
 상기 제1 신호의 수신에 대응하여 그룹 접근 구간을 설정하는 과정과,
 그룹 내 기지국들의 대역 점유 정보를 포함하는 제2 신호를 수신하는 과정과,
 상기 제2 신호의 수신에 따라 데이터 동시 전송을 수행하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 8

무선 통신 시스템에서 기지국에 있어서,
 송수신기와,
 적어도 하나 이상의 프로세서를 포함하며,
 상기 적어도 하나 이상의 프로세서는,
 상호 인접한 복수의 기지국들을 포함하는 복수의 그룹들을 형성하고,
 상기 복수의 그룹들 가운데 같은 대역을 동시에 사용가능한 기지국들을 포함하는 그룹을 결정하고,
 상기 결정된 그룹에 속한 기지국들이 데이터 동시 전송을 수행하고,
 상기 데이터 동시 전송의 성능을 검출하고,
 상기 검출된 성능에 기반하여 새로운 그룹을 형성하는 기지국.

청구항 9

청구항 8에 있어서,
 상기 적어도 하나 이상의 프로세서는,
 상기 그룹에 포함된 기지국들에 의한 내부 간섭량에 기반하여 상호 인접한 복수의 기지국들을 포함하는 복수의 그룹들을 형성하는 기지국.

청구항 10

청구항 8에 있어서,
 상기 적어도 하나 이상의 프로세서는,
 상기 그룹의 시스템 용량에 기반하여 상호 인접한 기지국을 포함하는 복수의 그룹을 형성하는 기지국.

청구항 11

청구항 8에 있어서,
 상기 적어도 하나 이상의 프로세서는,
 상기 기지국들로부터 수신 단말에 관한 정보를 수신하고,
 상기 수신 단말에 관한 정보와 미리 저장된 기지국 위치 정보에 기반하여 점유 대역 및 점유 시간을 결정하는 기지국.

청구항 12

청구항 8에 있어서,
 상기 적어도 하나 이상의 프로세서는,
 캐리어 센싱을 수행하고,
 상기 캐리어 센싱을 통해 대역을 점유하는 기지국.

청구항 13

청구항 12에 있어서,
 상기 적어도 하나 이상의 프로세서는,
 백-오프 카운트에 기반하여, 제1 신호를 다른 기지국으로 송신하고,
 상기 제1 신호의 수신에 대응하여 그룹 접근 구간을 설정하고,
 상기 그룹 접근 구간 이후, 해당 그룹의 기지국들이 모두 대역을 점유하였는지 판단하고,
 해당 그룹의 기지국들이 모두 대역을 점유한 상태로 판단한 경우, 그룹 내 기지국들의 대역 점유 정보를 포함하는 제2 신호를 송신하는 기지국.

청구항 14

청구항 12에 있어서,
 상기 적어도 하나 이상의 프로세서는,
 백-오프 카운트에 기반하여, 제1 신호를 다른 기지국으로 송신하고,
 상기 제1 신호의 수신에 대응하여 그룹 접근 구간을 설정하고,
 그룹 내 기지국들의 대역 점유 정보를 포함하는 제2 신호를 수신하고,
 상기 제2 신호의 수신에 따라 데이터 동시 전송을 수행하는 기지국.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시(disclosure)는 일반적으로 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 무선 통신 시스템에서 주파수 재사용을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 4G(4th generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G(5th generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후(Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE(Long Term Evolution) 시스템 이후(Post LTE) 시스템이라 불리어지고 있다.

[0003] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역(예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중 입출력(Full Dimensional MIMO, FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beamforming), 및 대규모 안테나(large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[0004] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀(advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크(cloud radio access network, cloud RAN), 초고밀도 네트워크(ultra-dense network), 기기 간 통신(Device to Device communication, D2D), 무선 백홀(wireless backhaul), 이동 네트워크(moving network), 협력 통신(cooperative communication), CoMP(Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거(interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0005] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation, ACM) 방식인 FQAM(Hybrid Frequency Shift Keying and Quadrature Amplitude Modulation) 및 SWSC(Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(Non Orthogonal Multiple Access), 및 SCMA(Sparse Code Multiple Access) 등이 개발되고 있다.

[0006] 5G 시스템에서, 송신기 및 수신기에 많은 개수의 안테나들을 사용하는 거대 다중 입출력(massive multiple-input multiple-output, massive MIMO) 시스템은 미래의 무선 통신 시스템(wireless communication system)에서 중요한 역할을 하게 될 기술 중 하나로 매우 중요하게 여겨지고, 활발히 연구되고 있다. 거대 MIMO 시스템을 통해 충분한 이득을 얻기 위해, 기지국은 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 필요로 한다. 이에, 효과적으로 채널 상태 정보를 획득하기 위한 다양한 연구들이 진행 중에 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상술한 바와 같은 논의를 바탕으로, 본 개시(disclosure)는, 무선 통신 시스템에서 주파수를 효율적으로 재사용하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시 예에 따른 기지국의 동작방법은, 상호 인접한 복수의 기지국들을 포함하는 복수의 그룹들을 형성하는 과정과, 상기 복수의 그룹들 가운데 같은 대역을 동시에 사용가능한 기지국들을 포함하는 그룹을 결정하는 과정과, 상기 결정된 그룹에 속한 기지국들이 데이터 동시 전송을 수행하는 과정과, 상기 데이터 동시 전송의 성능을 검출하는 과정과, 상기 검출된 성능에 기반하여 새로운 그룹을 형성하는 과정을 포함한다.

[0009] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 기지국 장치는, 송수신기와, 적어도 하나 이상의 프로세서를 포함하며, 상기 적어도 하나 이상의 프로세서는, 상호 인접한 복수의 기지국들을 포함하는 복수의 그룹들을 형성하고, 상기 복수의 그룹들 가운데 같은 대역을 동시에 사용가능한 기지국들을 포함하는 그룹을 결정하고, 상기 결정된 그룹에 속한 기지국들이 데이터 동시 전송을 수행하고, 상기 데이터 동시 전송의 성능을 검출하고, 상기 검출된 성능에 기반하여 새로운 그룹을 형성한다.

발명의 효과

- [0010] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은, 대역 공유 환경에서 시스템 용량을 향상시킬 수 있다.
- [0011] 본 개시에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다.
- 도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구성을 도시한다.
- 도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구성을 도시한다.
- 도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 주파수 재사용을 위한 흐름도를 도시한다.
- 도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 대역 공유 환경을 형성하는 흐름도를 도시한다.
- 도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 기지국간의 간섭신호에 의한 영향을 도시한다.
- 도 7은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 대역 공유 환경에 있는 각각의 그룹들에 의해 수행되는 캐리어 센싱을 도시한다.
- 도 8는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 센트럴 스케줄링에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 구현을 위한 흐름도를 도시한다.
- 도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 센트럴 스케줄링에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 구현 방법을 도시한다.
- 도 10는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 그룹 기반형 CS에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 구현을 위한 흐름도를 도시한다.
- 도 11은, 핸드 셰이킹 절차를 이용하지 않는 그룹 기반형 대역 공유 환경을 형성하는 과정을 도시한다.
- 도 12는, 핸드 셰이킹 절차를 이용하지 않는 그룹 기반형 대역 공유 환경에서 GTS의 주파수 자원 할당을 그룹별로 도시한다.
- 도 13는 시뮬레이션 결과로서 BS 밀도에 따른 면적 용량을 도시한다.
- 도 14는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 그룹 기반형 CS에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 D2R 방식을 도시한다.
- 도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 그룹 기반형 CS에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 무선 D2R 방식을 도시한다.
- 도 16는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, GTS를 도시한다.
- 도 17는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, D2R 기지국의 동작에 관한 흐름도를 도시한다.
- 도 18는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 멤버 기지국의 동작에 관한 흐름도를 도시한다.
- 도 19는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 그룹 기반형 CS에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 유선 D2R 방식을 도시한다.
- 도 20는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 멤버 기지국의 동작에 관한 흐름도를 도시한다.
- 도 21는 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서, 시뮬레이션을 통해 산출된 기존 대역 공유 기법과의 성능비교표를 도시한다.

도 22은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서, 시뮬레이션에서 사용되는 파라미터를 도시한다.

도 23은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서, MCS gap의 누적 분포도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 개시에서 사용되는 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시 예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 개시에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 개시에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 개시에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 개시에서 정의된 용어일지라도 본 개시의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.
- [0014] 이하에서 설명되는 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어적인 접근 방법을 예시로서 설명한다. 하지만, 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어와 소프트웨어를 모두 사용하는 기술을 포함하고 있으므로, 본 개시의 다양한 실시 예들이 소프트웨어 기반의 접근 방법을 제외하는 것은 아니다.
- [0016] 이하 본 개시는 무선 통신 시스템에서 주파수 재사용을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 구체적으로, 본 개시는 무선 통신 시스템에서 대역 공유 환경을 형성함으로써 주파수 재사용률을 향상시키기 위한 기술을 설명한다.
- [0017] 이하 설명에서 사용되는 신호를 지칭하는 용어, 채널을 지칭하는 용어, 제어 정보를 지칭하는 용어, 네트워크 객체(network entity)들을 지칭하는 용어, 장치의 구성 요소를 지칭하는 용어 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 개시가 후술되는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어가 사용될 수 있다.
- [0018] 이하 설명에서, 물리 채널(physical channel)과 신호(signal)는 데이터 혹은 제어 신호와 혼용하여 사용될 수 있다. 예를 들어, PDSCH(physical downlink shared channel)는 데이터가 전송되는 물리 채널을 지칭하는 용어이지만, PDSCH는 데이터를 지칭하기 위해서도 사용될 수 있다. 즉, 본 개시에서, '물리 채널을 송신한다'는 표현은 '물리 채널을 통해 데이터 또는 신호를 송신한다'는 표현과 동등하게 해석될 수 있다.
- [0019] 이하 본 개시에서, 상위 시그널링은 기지국에서 물리 계층의 하향링크 데이터 채널을 이용하여 단말로, 또는 단말에서 물리 계층의 상향링크 데이터 채널을 이용하여 기지국으로 전달되는 신호 전달 방법을 뜻한다. 상위 시그널링은 RRC(radio resource control) 시그널링 또는 MAC(media access control) 제어 요소(control element, CE)로 이해될 수 있다.
- [0020] 또한, 본 개시에서, 특정 조건의 만족(satisfied), 충족(fulfilled) 여부를 판단하기 위해, 초과 또는 미만의 표현이 사용되었으나, 이는 일 예를 표현하기 위한 기재일 뿐 이상 또는 이하의 기재를 배제하는 것이 아니다. '이상'으로 기재된 조건은 '초과', '이하'로 기재된 조건은 '미만', '이상 및 미만'으로 기재된 조건은 '초과 및 이하'로 대체될 수 있다.
- [0021] 또한, 본 개시는, 일부 통신 규격(예: 3GPP(3rd Generation Partnership Project))에서 사용되는 용어들을 이용하여 다양한 실시 예들을 설명하지만, 이는 설명을 위한 예시일 뿐이다. 본 개시의 다양한 실시 예들은, 다른 통신 시스템에서도, 용이하게 변형되어 적용될 수 있다.
- [0023] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다.
- [0024] 도 1을 참고하면, 무선 통신 시스템은 무선 접속 망(radio access network, RAN)(102) 및 코어 망(core network, CN)(104)을 포함한다.
- [0025] 무선 접속 망(102)은 사용자 장치, 예를 들어, 단말(120)과 직접 연결되는 네트워크로서, 단말(120)에게 무선 접속을 제공하는 인프라스트럭처(infrastructure)이다. 무선 접속 망(102)은 기지국(110)을 포함하는 복수의 기지국들의 집합을 포함하며, 복수의 기지국들은 상호 간 형성된 인터페이스를 통해 통신을 수행할 수 있다. 복수의 기지국들 간 인터페이스들 중 적어도 일부는 유선이거나 무선일 수 있다. 기지국(110)은 CU(central unit) 및 DU(distributed unit)으로 분리된 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 하나의 CU가 복수의 DU들을 제어할

수 있다. 기지국(110)은 기지국(base station) 외에 '액세스 포인트(access point, AP)', 'gNB(next generation node B)', '5G 노드(5th generation node)', '무선 포인트(wireless point)', '송수신 포인트(transmission/reception point, TRP)', 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다. 단말(120)은 무선 접속 망(102)에 접속하고, 기지국(110)과 무선 채널을 통해 통신을 수행한다. 단말(120)은 단말(terminal) 외 '사용자 장비(user equipment, UE)', '이동국(mobile station)', '가입자국(subscriber station)', '원격 단말(remote terminal)', '무선 단말(wireless terminal)', 또는 '사용자 장치(user device)' 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다.

[0026] 코어 망(104)은 전체 시스템을 관리하는 네트워크로서, 무선 접속 망(102)을 제어하고, 무선 접속 망(102)을 통해 송수신되는 단말(120)에 대한 데이터 및 제어 신호들을 처리한다. 코어 망(104)은 사용자 플랜(user plane) 및 제어 플랜(control plane)의 제어, 이동성(mobility)의 처리, 가입자 정보의 관리, 과금, 다른 종류의 시스템(예: LTE(long term evolution) 시스템)과의 연동 등 다양한 기능들을 수행한다. 상술한 다양한 기능들을 수행하기 위해, 코어 망(104)은 서로 다른 NF(network function)들을 가진 기능적으로 분리된 다수의 객체(entity)들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 코어 망(104)은 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템에서, 그루핑 및 클러스터링을 수행하는 제어 서버를 포함할 수 있다. 제어 서버는 제어부 또는 프로세서로 지칭될 수 있다. 나열된 기능적 객체들은 적어도 하나의 하드웨어 장치(예: 서버)로 구현될 수 있다. 하나의 장치에서 복수의 기능적 객체들의 기능들이 수행되는 경우, 복수의 기능적 객체들은 복수의 가상 머신(virtual machine)들에 의해 구현될 수 있다.

[0028] 도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구성을 도시한다. 도 2에 예시된 구성은 기지국(110)의 구성으로서 이해될 수 있다. 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0029] 도 2를 참고하면, 기지국은 무선통신부(210), 백홀통신부(220), 저장부(230), 제어부(240)를 포함한다.

[0030] 무선통신부(210)는 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 예를 들어, 무선통신부(210)는 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 예를 들어, 데이터 송신 시, 무선통신부(210)는 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 또한, 데이터 수신 시, 무선통신부(210)는 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다.

[0031] 또한, 무선통신부(210)는 기저대역 신호를 RF(radio frequency) 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다. 이를 위해, 무선통신부(210)는 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서(mixer), 오실레이터(oscillator), DAC(digital to analog convertor), ADC(analog to digital convertor) 등을 포함할 수 있다. 또한, 무선통신부(210)는 다수의 송수신 경로(path)들을 포함할 수 있다. 나아가, 무선통신부(210)는 다수의 안테나 요소들(antenna elements)로 구성된 적어도 하나의 안테나 어레이(antenna array)를 포함할 수 있다.

[0032] 하드웨어의 측면에서, 무선통신부(210)는 디지털 유닛(digital unit) 및 아날로그 유닛(analog unit)으로 구성될 수 있으며, 아날로그 유닛은 동작 전력, 동작 주파수 등에 따라 다수의 서브 유닛(sub-unit)들로 구성될 수 있다. 디지털 유닛은 적어도 하나의 프로세서(예: DSP(digital signal processor))로 구현될 수 있다.

[0033] 무선통신부(210)는 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 무선통신부(210)의 전부 또는 일부는 '송신부(transmitter)', '수신부(receiver)' 또는 '송수신부(transceiver)'로 지칭될 수 있다. 또한, 이하 설명에서, 무선 채널을 통해 수행되는 송신 및 수신은 무선통신부(210)에 의해 상술한 바와 같은 처리가 수행되는 것을 포함하는 의미로 사용된다.

[0034] 백홀통신부(220)는 네트워크 내 다른 노드들과 통신을 수행하기 위한 인터페이스를 제공한다. 즉, 백홀통신부(220)는 기지국에서 다른 노드, 예를 들어, 다른 접속 노드, 다른 기지국, 상위 노드, 코어 망 등으로 송신되는 비트열을 물리적 신호로 변환하고, 다른 노드로부터 수신되는 물리적 신호를 비트열로 변환한다.

[0035] 저장부(230)는 기지국의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 저장부(230)는 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 저장부(230)는 제어부(240)의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.

- [0036] 제어부(240)는 기지국의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부(240)는 무선통신부(210)를 통해 또는 백홀통신부(220)를 통해 신호를 송신 및 수신한다. 또한, 제어부(240)는 저장부(230)에 데이터를 기록하고, 읽는다. 그리고, 제어부(240)는 통신 규격에서 요구하는 프로토콜 스택(protocol stack)의 기능들을 수행할 수 있다. 다른 구현 예에 따라, 프로토콜 스택은 무선통신부(210)에 포함될 수 있다. 이를 위해, 제어부(240)는 적어도 하나의 프로세서(processor)를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(330)는 대역 공유 시스템에 포함될 수 있고, 대역 공유 시스템을 구성하는 각각의 장치들에게 제어 명령을 송신할 수 있다. 여기서, 제어 명령은 저장부(230)에 저장된 명령어 집합 또는 코드로서, 적어도 일시적으로 제어부(240)에 상주된(resided) 명령어/코드 또는 명령어/코드를 저장한 저장 공간이거나, 또는, 제어부(240)를 구성하는 회로(circuitry)의 일부일 수 있다.
- [0037] 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(240)는 /* 발명 내용 약술 */ 예를 들어, 제어부(240)는 기지국이 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.
- [0039] 도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구성을 도시한다. 도 3에 예시된 구성은 단말(120)의 구성으로서 이해될 수 있다. 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0040] 도 3을 참고하면, 단말은 통신부(310), 저장부(320), 제어부(330)를 포함한다.
- [0041] 통신부(310)는 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 예를 들어, 통신부(310)는 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 예를 들어, 데이터 송신 시, 통신부(310)는 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 또한, 데이터 수신 시, 통신부(310)는 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다. 또한, 통신부(310)는 기저대역 신호를 RF 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다. 예를 들어, 통신부(310)는 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서, 오실레이터, DAC, ADC 등을 포함할 수 있다.
- [0042] 또한, 통신부(310)는 다수의 송수신 경로(path)들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부(310)는 다수의 안테나 요소들로 구성된 적어도 하나의 안테나 어레이를 포함할 수 있다. 하드웨어의 측면에서, 통신부(310)는 디지털 회로 및 아날로그 회로(예: RFIC(radio frequency integrated circuit))로 구성될 수 있다. 여기서, 디지털 회로 및 아날로그 회로는 하나의 패키지로 구현될 수 있다. 또한, 통신부(310)는 다수의 RF 체인들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부(310)는 빔포밍을 수행할 수 있다.
- [0043] 또한, 통신부(310)는 서로 다른 주파수 대역의 신호들을 처리하기 위해 서로 다른 통신 모듈들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부(310)는 서로 다른 다수의 무선 접속 기술들을 지원하기 위해 다수의 통신 모듈들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 서로 다른 무선 접속 기술들은 블루투스 저 에너지(bluetooth low energy, BLE), Wi-Fi(Wireless Fidelity), WiGig(WiFi Gigabyte), 셀룰러 망(예: LTE(Long Term Evolution) 등을 포함할 수 있다. 또한, 서로 다른 주파수 대역들은 극고단파(SHF:super high frequency)(예: 2.5GHz, 5GHz) 대역, mm파(millimeter wave)(예: 60GHz) 대역을 포함할 수 있다.
- [0044] 통신부(310)는 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 통신부(310)의 전부 또는 일부는 '송신부', '수신부' 또는 '송수신부'로 지칭될 수 있다. 또한, 이하 설명에서 무선 채널을 통해 수행되는 송신 및 수신은 통신부(310)에 의해 상술한 바와 같은 처리가 수행되는 것을 포함하는 의미로 사용된다.
- [0045] 저장부(320)는 단말의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 저장부(320)는 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 저장부(320)는 제어부(330)의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.
- [0046] 제어부(330)는 단말의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부(330)는 통신부(310)를 통해 신호를 송신 및 수신한다. 또한, 제어부(330)는 저장부(320)에 데이터를 기록하고, 읽는다. 그리고, 제어부(330)는 통신 규격에서 요구하는 프로토콜 스택의 기능들을 수행할 수 있다. 이를 위해, 제어부(330)는 적어도 하나의 프로세서 또는 마이크로(micro) 프로세서를 포함하거나, 또는, 프로세서의 일부일 수 있다. 또한, 통신부(310)의 일부 및 제어부(330)는 CP(communication processor)라 지칭될 수 있다. 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(330)는 대역

공유 시스템에 포함될 수 있고, 대역 공유 시스템을 구성하는 각각의 장치들에게 제어 명령을 송신할 수 있다. 여기서, 제어 명령은 저장부(330)에 저장된 명령어 집합 또는 코드로서, 적어도 일시적으로 제어부(330)에 상주된(resided) 명령어/코드 또는 명령어/코드를 저장한 저장 공간이거나, 또는, 제어부(230)를 구성하는 회로(circuitry)의 일부일 수 있다.

[0047] 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(330)는 대역 공유 시스템에서 적어도 하나 이상의 기지국을 미리 설정된 조건에 따라 선택하여, 그룹핑을 수행할 수 있다. 또한 그룹핑을 통해 형성된 적어도 하나 이상의 그룹들 중 동일한 대역을 동시에 사용하는 그룹들을 확인하고, 이를 클러스터로 결정할 수 있다. 예를 들어, 제어부(330)는 단말이 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.

[0049] 도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 주파수 재사용을 위한 흐름도를 도시한다.

[0050] 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템은 아래의 과정을 포함할 수 있다.

[0051] 아래의 과정들은 공유 시스템에 의해 수행되는 것일 수 있고, 보다 바람직하게는 공유 시스템을 구성하는 적어도 하나 이상의 장치, 기지국, 네트워크에 의해 수행될 수 있다.

[0052] 410s 단계에서, 대역 공유 시스템은 복수의 기지국을 그룹핑(grouping) 할 수 있다. 여기서 그룹핑은, 복수의 인접한 기지국들로 적어도 하나 이상의 그룹을 형성함을 의미한다. 각각의 기지국들은 일정한 대역을 통하여 데이터를 송수신 할 수 있다. 동일한 그룹에 포함된 기지국들은 동일한 대역을 동시에 사용하여 데이터를 송신한다. 즉, 동일 그룹에 포함된 기지국들은 그룹 단위의 완전한 주파수 재사용(full frequency reuse) 또는 그룹 단위의 주파수 재사용-1(frequency reuse-1)을 달성 하도록 한다. 그룹핑은, 각각의 기지국이 사용하는 주파수 대역에 관한 정보에 기초하여 이루어질 수 있고, 이러한 정보는 사전에 저장된 것이거나, 기지국이나 다른 네트워크 장비를 통해 전송 받은 것일 수 있다.

[0053] 대역 공유 시스템은 그룹핑에 관한 정보들을 저장하고, 이를 대역 공유 시스템 내부의 다른 장치 또는 네트워크로 전송 및 공유할 수 있다. 대역 공유 시스템은 저장부, 프로세서, 송수신기를 적어도 하나 이상 포함할 수 있다.

[0054] 여기서 그룹핑에 관한 정보는, 각각의 기지국의 대역, 기지국 ID에 관한 정보를 포함한다. 또한 그룹핑이 이루어진 후, 해당 그룹핑에 관한 정보, 즉 하나의 그룹에 포함된 기지국들에 관한 정보를 포함할 수 있다. 그룹이 복수인 경우, 그룹에 소속된 기지국들이 각각 어느 그룹에 속하고, 어떠한 대역을 사용하는지 등에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0055] 대역 공유 시스템에 포함된 프로세서는, 저장부에 미리 저장된 명령들을 송수신기를 통해 전송하거나, 그룹핑에 관한 정보들을 특정 장치 또는 네트워크로 전송하도록 할 수 있다. 또한 그룹핑 수행 또는 재그룹핑 수행에 관한 명령을 대역 공유 시스템에 포함된 특정 장치 또는 네트워크로 전달 할 수 있고, 그에 따라 그룹핑 또는 재그룹핑을 수행할 수 있다.

[0057] 430s 단계에서, 대역 공유 시스템은 대역을 동시에 사용하는 그룹들을 결정할 수 있다. 복수의 그룹들이 존재하는 경우를 가정한다. 그룹핑을 통해 동시에 특정한 대역을 사용하는 그룹이 정해지면, 해당 그룹 내에 속한 기지국들은 동시에 같은 대역을 사용하여 데이터를 전송할 수 있다. 다만, 해당 그룹뿐 아니라 해당 그룹으로부터 미리 정해진 공간적 범위 바깥에 있는 다른 그룹들도 전술한 그룹핑 과정을 통해 형성될 수 있다. 이 때 공간적 범위는 그룹 기반형 대역 공유에 따른 성능 검출 결과에 따라 변경될 수 있다.

[0058] 따라서, 같은 대역을 동시에 사용하는 복수의 그룹들이 존재할 수 있다. 복수의 그룹들에 속한 복수의 기지국 또한 같은 대역을 동시에 사용하여 데이터를 전송할 수 있다. 같은 대역을 동시에 사용하는 그룹들의 집합을 클러스터(cluster)라 지칭할 수 있다. 130s 단계는 클러스터를 결정하는 과정을 포함할 수 있다. 클러스터를 결정하는 과정을 클러스터링(clustering)이라 지칭할 수 있다. 클러스터가 결정되면 대역 공유 시스템은 결정된 클러스터에 관한 정보를 저장부에 저장하거나, 대역 공유 시스템 내의 다른 장치 또는 네트워크로 전송 또는 공유할 수 있다. 클러스터를 결정하거나, 대역을 동시에 사용하는 그룹들을 결정하는 과정들은 그룹 기반형 대역 공유 환경을 형성하는 과정일 수 있다. 클러스터 또는 그룹 내의 기지국들은 형성된 그룹 기반형 대역 공유 환경을 통해 데이터를 전송할 수 있다.

- [0059] 450s 단계에서, 대역 공유 시스템은 그룹 기반형 대역 공유 환경에서의 성능을 검출할 수 있다. 여기서 성능은, 데이터 전송의 효율성, 시스템 용량, 주파수 재사용율, 대역을 점유하는 시간, 그리고 전송 성공확률 등을 통칭하는 의미로 이해되어야 한다. 또한 이러한 요소들과 연관이 있는 파라미터들의 결과값을 포함할 수 있다. 대역 공유 시스템은 내부에 포함된 송수신기를 통해 이러한 결과값에 관한 신호를 수신할 수 있고, 프로세서는 수신한 신호에 기반하여 결과값을 검출해 낼 수 있다. 검출된 성능에 관한 정보는 저장부에 저장될 수 있고, 대역 공유 시스템에 포함된 다른 장치나 네트워크로 전송되거나 공유될 수 있다. 또한 프로세서는 성능 결과에 기반하여, 기지국이나 단말 또는 네트워크에 명령을 내릴 수 있다.
- [0060] 470s 단계에서, 검출된 성능 정보에 따라 복수의 기지국을 다시 그룹핑 할 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따라, 150s 단계에서 검출된 성능 정보에 기초하여, 110s 단계를 다시 수행할 수 있다. 이러한 과정을 재그룹핑으로 지칭할 수 있다. 프로세서는 150s 단계를 통해 검출된 성능 정보가, 미리 설정된 임계치 미만인 경우, 검출된 성능 정보에 기반하여 재그룹핑을 수행하도록 명령하거나, 재그룹핑을 수행할 수 있다. 재그룹핑이 수행되는 것은 110s 단계를 다시 수행하는 것으로 이해될 수 있다. 이 경우 재그룹핑을 통해 새로이 형성된 그룹에 기반하여 클러스터를 결정하고, 다시 성능 검출을 수행할 수 있다.
- [0062] 도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 대역 공유 환경을 형성하는 흐름도를 도시한다.
- [0063] 도 5를 참조할 때, 대역 공유 환경을 형성하는 과정은, 종속적으로 재사용되는 그룹핑 알고리즘(dependent reuse grouping algorithm)에 의해 구현된다.
- [0064] 먼저 복수의 기지국의 미리 정해진 기준 또는 저장된 정보에 따라 그룹핑된다. 미리 설정된 기준이나 정보가 없는 초기상태에도 그룹핑은 이루어질 수 있다. 랜덤하게 그룹핑이 일어날 수 있고, 기지국 사이의 물리적인 거리 또는 기지국 사이의 신호세기에 따라 인접한 기지국을 중심으로 이루어질 수 있다.
- [0065] 일단 그룹핑 과정을 통해 그룹이 형성되면, 형성된 그룹에 관한 정보에 기반하여 그룹 기반형 대역 공유 환경이 형성된다. 그룹에 관한 정보는, 그룹 내에 포함된 기지국ID를 포함하는 기지국 정보, 기지국 사이의 거리, 기지국 사이의 신호 세기, 기지국이 사용하는 주파수 대역 등에 관한 정보를 통칭하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0066] 그룹 기반형 대역 공유 환경을 형성하는 것은 크게 두 가지 구현 방식으로 나눌 수 있다.
- [0067] 첫 번째 방식은, 센트럴 스케줄링을 이용하는 것이다. 센트럴 스케줄링 방식을 이용하는 경우에, 대역 공유 시스템은 그룹 내의 모든 기지국을 제어할 수 있는 센트럴 컨트롤러를 포함한다. 센트럴 컨트롤러를 통해서 어떤 그룹들이 대역을 공유할 것인지 스케줄링 할 수 있다.
- [0069] 두 번째 방식은, 그룹 기반형 캐리어 센싱을 이용하는 것이다. 이 방식을 이용하는 경우, 그룹의 대역 점유 여부는 별도의 센트럴 컨트롤러에 의해 결정되지 않고, 그룹 내 각각의 기지국 또는 대표 기지국이 캐리어 센싱을 통하여 대역을 점유할지 여부를 결정한다. 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 그룹 기반형 캐리어 센싱을 수행하는 방법은 핸드셰이크의 수행 여부에 따라 다시 두 가지로 세분화 될 수 있다.
- [0071] 도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 기지국간의 간섭신호에 의한 영향을 도시한다.
- [0072] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템에서, 그룹핑을 수행하는 과정은, 기지국간의 간섭신호로 인한 SINR 미스매치를 낮추고 동시에 단위 면적 당 동시에 대역을 공유할 수 있는 기지국의 수 (주파수 재사용도)를 증가시킴으로써, 시스템 용량을 증대시키는데 그 목적이 있다.
- [0073] SINR 미스매치는 단말이 주변 기지국의 참조 신호(reference signal)에 기반하여, 단말은 SINR을 계산하고, 이 값을 기지국에 보고하는 과정과 그 이후에 기지국이 단말에게 특정 modulation and coding scheme (MCS)를 적용하는 과정에서 발생하는 현상이다. 구체적으로, 기지국은 단말이 일정 이상의 확률로 데이터를 수신할 수 있도록, 단말이 측정한 SINR 값을 기지국에 보고하고, 기지국은 해당 값에 근거하여 특정 MCS 을 적용하여 데이터 블락을 만들고 이를 단말에게 전송한다. 이 때, 단말이 데이터 수신에 성공할 확률은 단말이 데이터 수신시 겪는 SINR 값과 기지국이 사용한 MCS에 의해 결정된다. 즉, 기지국이 단말로부터 보고받은 SINR 값과 단말이 데이

터 수신 시 겪는 SINR (순시 SINR: instantaneous SINR)의 차이가 적을수록, 단말은 최적의 MCS를 통해 데이터를 수신할 가능성이 높아지게 된다 (여기서 최적의 MCS란, 단말의 순시 SINR에 따라 일정 이상의 데이터 수신 확률을 보장할 수 있음과 동시에 주파수 효율성이 가장 높은 MCS를 의미한다). 반면, SINR 보고 지연 시간으로 인해, 기지국이 보고받은 SINR 값과 단말이 데이터 수신 시 겪는 SINR값의 차이가 크게 나는 상황이 발생하게 되면 단말은 최적의 MCS를 통해 데이터를 수신할 수 없게 되는데, 이러한 현상을 SINR 미스매치 또는 channel quality indicator (CQI) 미스매치라고 한다.

[0075] 도 6에 기지국 간에 형성되는 간섭 제한(interference limited) 환경을 도시한다.

[0076] 이 때, 단말이 서빙 기지국에서 받는 수신 전력을 S 라 정의하고, 그룹내 간섭(intra-group interference, IGI) 의해 수신 단말이 겪는 간섭량을 I_{IGI} 라 정의할 때, 그룹외 간섭(out-of-group interference, OGI)에 의해 수신 단말이 겪는 간섭량은 I_{OGI} 라 정의할 수 있다.

[0077] 만약, I_{OGI} 대비 I_{IGI} 가 충분히 크면 SINR 계산 시 I_{OGI} 을 무시할 수 있다. 즉, BS를 밀도 있게 재사용 그룹핑(reuse grouping)하여 I_{IGI} 를 증대시키고, 그룹 기반형 대역 공유 절차 수행 시 (센트럴 스케줄링 또는 그룹 기반형 캐리어 센싱) I_{OGI} 를 줄이도록 그룹의 클러스터를 정할 수 있다.

[0078] 재사용 그룹핑은, 최적의 주파수 재사용도 또는 최적의 용량을 갖는 그룹을 형성하기 위한 그룹핑을 의미하는 것으로 이해될 수 있다. 이 때, 후술하는 바와 같이, 그룹 기반형 대역 공유 절차의 수행에 따라 검출된 성능지표들을 반영하여 재그룹핑 함으로써, 최적의 그룹핑을 수행할 수 있게 된다.

[0080]

[0081] 위와 같은 동작은 대역 공유 시스템은 센트럴 스케줄링 또는 그룹 기반형 캐리어 센싱을 통해 이기종 기술과 공존이 가능한 환경을 구현한다. 또한, 대역 공유 시스템이 랜덤하게 발생되는 OGI를 무시할 수 있는 제한된 IGI(IGI limited) 환경을 형성할 수 있다. 따라서 그룹 기반형 대역 공유를 통해 그룹 내부에서 고정적인 IGI 패턴을 발생시킴으로써, CQI 미스매치 현상을 낮출 수 있다. 즉, 무작위로 발생하는 히든 노드(OGI 간섭원)와 같은 그룹 외부의 간섭원 들에의해, 시간에 따라 SINR 값이 큰 변동폭을 갖게 되고, 이에 따라 CQI 보고 지연이 존재하게 되면 CQI 미스매치의 정도가 크고 그 횟수가 매우 빈번하게 발생하게 되어 시스템 커패시티는 열화된다. 반면, 그룹 기반형 대역 공유를 사용하게 되면, 무작위로 발생하는 히든 노드(OGI 간섭원)무시할 수 있고, 그룹 내 모든 기지국은 동시에 데이터를 전송하므로 시간에 따른 SINR 값이 낮은 변동폭을 갖게 되고, 이에 따라 CQI 보고 지연이 발생하더라도 CQI 미스매치의 정도가 낮게되고 그 빈도가 낮아진다. 이로써 기지국은 단말에게 보고받은 SINR값에 근거하여 단말에게 최적의 MCS를 적용할 수 있게 되어, 주파수 효율성이 크게 증가하게 된다. 또한, 동일 그룹 내 인접한 기지국이 동시에 대역을 점유하여 동시에 데이터를 송신하게 되므로, 주파수 재사용도가 증가하게 된다. 이로써 시스템 커패시티를 크게 증대시킬 수 있다.

[0082] 도 7은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 대역 공유 환경에 있는 그룹 기반형 대역 공유 상황을 도시한다.

[0083] 도 7를 참조하면, 적어도 하나 이상의 인접한 기지국으로 이루어진 그룹은, 적어도 하나 이상 일 수 있다. 이 때 도 7에 나타난 복수의 그룹들을 각각 그룹 A, 그룹 B 및 그룹 C로 지칭할 수 있다. 각각의 그룹에 속한 기지국들은 모두 동시에 같은 대역으로 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다. 가령 그룹 A에 속한 복수의 기지국들은 모두 A 대역으로 동시에 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다. 그룹 B에 속한 복수의 기지국들은 모두 B 대역으로 동시에 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다. 그룹 C에 속한 복수의 기지국들은 모두 C 대역으로 동시에 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다. A 대역, B 대역, C 대역은 모두 같은 대역일 수 있다. 다만, 서로 다른 그룹에 속한 기지국들이 인접해 있을 경우 동시에 같은 대역으로 데이터 또는 신호를 전송할 수 없다. 따라서, 동일 그룹 내 기지국들이 동시에 데이터 또는 신호를 전송하기 위해서는 중앙 스케줄러에서 어느 그룹이 대역을 공유할지 사전에 스케줄링 해주거나, 각 그룹이 독립적으로 캐리어 센싱을 수행하여야 한다. 각 그룹이 독립적으로 캐리어 센싱을 수행하는 경우, 도 4를 참조하면, 먼저 그룹 A에 속한 기지국들이 데이터 또는 신호를 전송하기에

앞서 캐리어 센싱을 수행한다. 그 결과 해당 대역(A 대역)이 휴지(idle) 상태라고 판단되는 경우, A 그룹에 속한 기지국들은 일제히 대역을 점유할 수 있다. 대역을 점유한 시간 내에서 A 그룹에 속한 기지국들은 해당 대역을 사용하여 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다. 이웃하는 그룹인 B 그룹에 속한 기지국들도 데이터 또는 신호를 전송하기에 앞서 캐리어 센싱을 수행한다. 그 결과 해당 대역(B 대역)이 휴지(idle) 상태라고 판단되는 경우, B 그룹에 속한 기지국들은 일제히 대역을 점유할 수 있다. 대역을 점유한 시간 내에서 B 그룹에 속한 기지국들은 해당 대역을 사용하여 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다. 이웃하는 그룹인 C 그룹에 속한 기지국들도 데이터 또는 신호를 전송하기에 앞서 캐리어 센싱을 수행한다. 그 결과 해당 대역(C 대역)이 휴지(idle) 상태라고 판단되는 경우, C 그룹에 속한 기지국들은 일제히 대역을 점유할 수 있다. 대역을 점유한 시간 내에서 B 그룹에 속한 기지국들은 해당 대역을 사용하여 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다. 이웃하는 그룹인 B 그룹에 속한 기지국들도 데이터 또는 신호를 전송하기에 앞서 캐리어 센싱을 수행한다. 그 결과 해당 대역(B 대역)이 휴지(idle) 상태라고 판단되는 경우, B 그룹에 속한 기지국들은 일제히 대역을 점유할 수 있다. 대역을 점유한 시간 내에서 B 그룹에 속한 기지국들은 해당 대역을 사용하여 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다. 다시, 그룹 A에 속한 기지국들이 데이터 또는 신호를 전송하기에 앞서 캐리어 센싱을 수행한다. 그 결과 해당 대역(A 대역)이 휴지(idle) 상태라고 판단되는 경우, A 그룹에 속한 기지국들은 일제히 대역을 점유할 수 있다. 대역을 점유한 시간 내에서 A 그룹에 속한 기지국들은 해당 대역을 사용하여 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다.

- [0084] 이러한 과정이, 시간의 경과에 따라 반복됨으로써, 각각의 그룹에 속한 기지국들이 번갈아 가며 대역을 점유하고, 해당 대역을 통하여 데이터 또는 신호를 전송할 수 있다. 여기서 데이터 전송이란, 그룹에 속한 기지국들이 서브프레임 단위로 패킷을 전송하는 것을 포함한다.
- [0085] 또한, 그루핑 및 그루핑에 따른 중앙 스케줄링 또는 캐리어 센싱을 수행할 때, 동일 대역에 대하여, 어느 그룹이 대역을 점유할 지 결정해야 한다. 이 때 CQI 미스매치를 낮추기 위해 IGI 대비 OGI가 충분히 작도록 구현하여야 한다. 그룹 기반형 대역 공유의 구현 방법으로서 아래와 같은 두 가지 방식이 논의된다.
- [0086] 도 8는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 센트럴 스케줄링에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 구현을 위한 흐름도를 도시한다. 도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 센트럴 스케줄링에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 구현 방법을 도시한다.
- [0087] 도 8 및 도 9를 참조할 때, 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템은, 그룹 기반형 대역 공유 절차를 수행하기 위해 스케줄 컨트롤러를 더 포함할 수 있다. 센트럴 컨트롤러는 모든 기지국을 제어할 수 있다. 센트럴 컨트롤러는 그룹마다 하나씩 존재할 수도 있다. 센트럴 컨트롤러는 매 순간마다 어느 그룹이 대역을 점유할 지 스케줄링 할 수 있다.
- [0088] 보다 구체적으로, 스케줄 컨트롤러는 아래와 같은 과정들을 수행할 수 있다.
- [0089] 810s 단계는, 그루핑 된 기지국들로부터 다이내믹 정보(dynamic information)를 수신하는 과정을 포함한다. 다이내믹 정보는, 트래픽 로드, 사용자 성능(user performance)에 관한 정보를 포함하며, 구체적으로는 연관된 사용자의 수, 사용자 SINR을 포함할 수 있다. 이 외에도 사용자 정보, 단말 정보 뿐 아니라 기지국이나 그룹 정보 등 그루핑에 관련된 정보까지 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한 트래픽 로드는 실시간 정보일 수 있다.
- [0090] 또한, 센트럴 컨트롤러는 스테틱 정보(static information)가 미리 저장되어 있을 수 있다. 스테틱 정보는 기지국의 위치와 관련된 기지국 토폴로지(BS topology), 기지국 간의 신호세기(RSRP) 등과 같은 정보를 포함할 수 있다. 또한 스테틱 정보에 더하여 그루핑 결과 또한 미리 제공받거나, 저장부에 저장되어 있을 수 있다. 스테틱 정보나 그루핑 결과 정보는, 미리 저장되어 있거나, 전송한 다이내믹 정보가 기지국들로부터 도착하기 이전에 수신될 수 있다.
- [0091] 830s 단계는 기저장된 스테틱 정보와 다이내믹 정보를 통해 대역을 점유할 그룹을 결정하는 과정을 포함한다.
- [0092] 센트럴 컨트롤러는, 이미 저장되었거나 미리 수신한 스테틱 정보와, 기지국으로부터 수신한 다이내믹 정보를 종합하여, 어느 시간대에 어느 그룹이 대역을 점유할지 결정할 수 있다. 이러한 과정은 그루핑 과정 이후에 일어날 수 있다.
- [0093] 850s 단계는 해당 그룹을 시간 자원에 스케줄링하는 과정을 포함한다.
- [0094] 이 동작은 기존 셀룰러 네트워크에서 기지국이 단말에게 주파수 자원을 할당해 주는 동작과 동일하거나, 그와 유사하므로, 기존 셀룰러 기지국에서 단말에게 자원을 스케줄링 하는 기법을 이용할 수 있다.
- [0095] 예를 들어, 센트럴 컨트롤러는 공정성을 위해 각 그룹에게 순차적으로 시간 자원을 동일 비율로 할당해 주는 라

라운드 로빈 스케줄링(round robin scheduling)기법을 적용할 수 있다. 또한 각 그룹 별로 자원에 대한 우선권을 주고, 우선권이 높은 그룹에 대해 다른 그룹 대비 더 많은 시간 자원을 할당할 수도 있다.

- [0096] 센트럴 컨트롤러는 기지국으로 스케줄링 정보를 전송할 수 있다. 또한 기지국이 속한 그룹 ID에 관한 정보도 전송될 수 있다.
- [0098] 도 10는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 그룹 기반형 CS에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 구현을 위한 흐름도를 도시한다.
- [0099] 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템은, 그룹 기반형 대역 공유 환경을 구현하기 위해 아래와 같은 과정들을 수행할 수 있다. 각 과정들은 기지국에 의해 수행되는 것일 수 있다.
- [0100] 이러한 방식에 의한 경우 센트럴 컨트롤러에서의 별도의 스케줄링 없이 그룹 기반형 대역 공유 환경을 구현할 수 있다. 이 때 이기종 기술 간의 공존을 위해 기지국은 CS를 수행 후 대역을 점유해야 한다. 여기서 CS를 구현하는데 있어 기존 CSMA/CA 또는 LBT 프로토콜을 사용할 수 있다. 이 때, LBT는 로드 기반(load-based)의 LBT를 사용할 수 있다.
- [0101] 1010s단계에서, 그룹 내에 속한 기지국들이 CS를 수행한다. 보다 구체적으로, 각 기지국은 채널 점유 경쟁 및 기지국 간 충돌 방지를 위해 각자 다른 지수 백-오프(exponential back-off) 방식에 근거하여 백-오프 윈도우 사이즈(back-off window size)를 랜덤하게 생성한다. 위 과정들은 CS에 선행될 수 있다. 이 후 각각의 기지국들은 CS를 수행하여 간섭의 합 (e.g., energy detection) 또는 특정 간섭원의 신호 세기 (e.g., preamble detection) I 가 일정 기준치 X_{th} 미만으로 측정될 경우 채널이 휴지(idle)상태에 있다고 판단하여 백-오프 카운트(back-off count)를 감소시키고, 백-오프 카운트가 0이되면 수 ms 동안 대역을 점유하게 된다.
- [0102] 1030s단계에서, 대역을 점유한 각각의 기지국들은 동일 그룹 내의 다른 기지국들과 대역 점유 상태를 공유한다. 동일 그룹 내에 존재하는 적어도 하나 이상의 기지국들의 대역 점유 상태에 관한 정보는 대역 공유 시스템에 저장되거나 공유될 수 있다. 보다 구체적으로, 그룹 내 기지국들의 대역 점유 상태(occupancy status, OS)를 유선 또는 무선 시그널을 통해 공유할 수 있다.
- [0103] 1050s단계에서, 대역 공유 시스템은, 동일 그룹 내의 모든 기지국들이 현재 점유하고 있는 대역으로 동시에 데이터를 전송할 것인지 여부를 결정한다. 이는 OS에 기반하여 결정되며, 그룹 내 모든 기지국이 대역을 점유한 상태에 있는지 여부를 판단하는 과정을 포함할 수 있다. 그룹 내 모든 기지국의 OS를 확인함으로써 데이터 동시 전송 여부를 결정하는 절차를 Determine To Reuse(D2R)이라 지칭할 수 있다.
- [0104] 1070s 단계에서, 대역 공유 시스템은, 현재 점유하고 있는 대역으로 동시에 데이터 전송을 수행한다.
- [0105] 센트럴 컨트롤러에 의한 별도의 스케줄링 없이 그룹 내 모든 기지국이 CS를 수행하는 방식의 경우, 동일 그룹에 속한 기지국이 동시에 데이터를 전송하기 위해서는 모든 기지국이 대역을 점유한 상태여야 한다. 이 때 각각의 기지국은 서로 다른 위치에 존재하기 때문에 동 시간대에 서로 간 대역 점유 여부 상태가 다를 수 있으므로 서로 간에 대역 점유 상태 여부를 확인해야 하므로 핸드셰이킹(handshaking) 절차를 수행한다. 이를 핸드셰이킹을 이용한 그룹 기반형 CS(group-based CS with hand shaking)라고 지칭할 수 있다.
- [0107] 반면에 모든 기지국이 CS를 수행하는 것이 아니라 그룹 내 대표 기지국(header BS)가 CS를 수행하는 방식의 경우,
- [0108] 그룹 내 대표 기지국이 단독으로 CS를 수행하기 때문에 별도의 기지국간 핸드셰이킹 절차가 필요하지 않다. 이러한 방식을 핸드셰이킹을 이용하지 않는 그룹 기반형 CS(group-based CS without handshaking)라고 지칭할 수 있다.
- [0109] 핸드셰이킹을 이용하지 않는 그룹 기반형 CS를 통한 그룹 기반형 대역 공유 환경을 형성하는 과정을 아래와 같다.
- [0110] 대역 공유 시스템은 그룹 내에 존재하는 적어도 하나 이상의 기지국 중에서 대표 기지국(header BS)을 임의로 선택할 수 있다. 이 때, 대역 공유 시스템은 그룹내에 속한 기지국 ID 또는 기지국의 위치정보, 그룹내 기지국

간 신호세기 정보에 기반하여 대표 기지국을 선택할 수 있다. 바람직하게는 그룹 내 존재하는 기지국 중 가장 중앙에 위치한 기지국을 대표 기지국으로 선택할 수 있다.

- [0111] 각 그룹의 대표 BS는 대표로 CS를 수행한다. 대표 BS가 CS를 수행하여 대역 점유에 성공하면 자신의 그룹이 대역을 점유했다는 것을 나타내기 위해 GTS를 송신한다. GTS를 들은 해당 그룹 내 모든 기지국 (member BS)은 해당 그룹의 GTS를 송신함으로써 모두 대역을 점유하게 된다. 해당 그룹 내 모든 기지국들은 인접한 프레임 동기가 끝나는 시점까지 GTS를 송신하고, 이 후 프레임 동기에 맞추어 데이터를 송신한다. 이 후 그룹 내 모든 BS들은 동시점에 data 전송을 마친다.
- [0112] 대표 기지국은 그룹을 대표하여 CS를 수행하므로, 그룹에 속한 멤버 기지국을 고려하여 CS 임계치(threshold)를 설정할 수 있다.
- [0114] 도 11은, 핸드 셰이킹 절차를 이용하지 않는 그룹 기반형 대역 공유 환경을 형성하는 과정을 도시한다.
- [0115] 그룹 기반 DSS(dynamic spectrum sharing) 개념을 구현하기 위해서는 동일한 그룹의 모든 BS가 동시에 데이터를 전송할 수 있도록 그룹 기반 채널 액세스 절차가 필요하다. 그룹 내의 각각의 BS가 독립적으로 LBT (즉, 노트 기반 LBT)를 수행하는 경우, 그룹 내의 모든 BS가 상이한 채널 상태 (통화 / 유휴)를 갖기 때문에 채널을 동시에 점유하는 것은 매우 어렵다.
- [0117] 따라서, 그룹 내 지정된 BS가 그룹을 대신하여 LBT를 수행하는 그룹 기반 LBT를 절차가 수행될 수 있다. 여기서, 그룹을 대신하여 LBT를 수행하는 지정된 BS는 헤더 BS로 정의된다. 또한, 멤버 BS는 헤더 BS를 제외한 그룹 내의 모든 BS로 정의된다. 헤더 BS가 LBT를 수행한 후 채널을 점유하는 데 성공하면, 그룹의 모든 멤버 BS는 LBT 절차없이 채널을 점유할 수 있다.
- [0119] 도 11을 참조하면, 헤더 BS가 LBT 절차에 성공한 경우, 헤더 BS는 그룹 트리거링 신호 (GTS)를 전송하여 그룹 내의 BS에게 채널을 점유했음을 통지한다.
- [0120] 그 후, 그룹으로부터 오는 GTS를 수신하는 멤버 BS는 채널을 동시에 점유하기 위해 GTS를 전송한다 (예를 들어, 도 11에서 그룹 A의 BS 2). 이 후, 헤더 BS 및 멤버 BS는 현재 서브 프레임의 끝까지 GTS를 전송하여 데이터 전송이 서브 프레임 경계에 의해 정렬되도록 한다.
- [0122] 그러나, 헤더 BS가 OGI로 인해 채널이 사용 중이라고 결정하면(예를 들어, 다른 그룹으로부터의 GTS 전송), 백 오프 카운트 감소가 중지된다 (예를 들어, 도 11의 그룹 B의 BS 3). 또한, 그룹 B의 멤버 BS 인 BS 4는 그룹 B의 GTS를 검출하기 위해 대기하나, 수신된 GTS는 그룹 A로부터 송신되었기 때문에 채널을 점유하지는 않는다.
- [0123] 상기 절차를 수행하기 위해, 멤버 BS는 그룹 헤더 BS로부터 전송된 GTS를 인식할 수 있다.
- [0124] 도 12는, 핸드 셰이킹 절차를 이용하지 않는 그룹 기반형 대역 공유 환경에서 GTS의 주파수 자원 할당을 그룹별로 도시한다.
- [0125] 도 12에 도시된 바와 같이, 각 그룹에 대한 GTS는 제로 전력 주파수 자원을 각 그룹에 대해 상이한 위치에 할당함으로써 구별될 수 있다. 또한 GTS는 그룹 ID가 포함된 명시적 메시지가 각 그룹에 직교 시퀀스를 할당하여 구현할 수 있다.
- [0127] 핸드 셰이킹을 이용하지 않는 그룹 기반형 LBT 절차의 그룹핑 알고리즘은 아래와 같다.
- [0128] 그룹 간 공간 재사용을 향상시키기 위해서는 OGI를 무시하는 데 필요한 CSR (carrier sensing range)을 최소화해야 한다. 이를 위해 그룹 중심에 위치한 기지국을 헤더 기지국으로 설정하고 기지국을 가능한 조밀하게 그룹화해야 한다. 또한, 그룹 당 동시에 전송하는 BS의 수를 증가시키기 위해, 헤더 BS를 중심으로 가능한 많은 BS를 그룹화해야 한다.
- [0129] 전술한 바와 같이 그룹화 알고리즘을 구현하기 위해 k-medoids 알고리즘(여기서 k는 그룹 수를 나타냄)을 사용

할 수 있다.

- [0130] k-medoids 알고리즘은 그룹 상에 표시된 지점 사이의 거리를 최소화하기 위한 것이고 메도이드(medoid)는 해당 그룹의 중심으로 지정된다. 한편, 실제 통신 시나리오에서, 헤더 BS에서 OGI를 검출할 수 있는 최소 수신 신호 강도는 다양한 요인 (예를 들어, 전송 전력, 수신기 감도)으로 인해 제한될 수 있다.
- [0131] 따라서, 헤더 BS와 멤버 BS 사이의 최대 거리(그룹화 경계라고 함)를 제한할 필요가 있다. 따라서 k-medoids 알고리즘으로 솔루션을 찾을 때까지 k를 1부터 증가시킬 수 있다. k를 1로 초기화하면 제안된 그룹화 알고리즘은 다음 단계로 구성될 수 있다.
- [0133] 1 단계로서, 초기화 과정이 수행된다. 먼저 초기 헤더 BS가 되도록 k BS가 임의로 선택되고, 그 후, 각 멤버 BS가 가장 가까운 헤더 BS에 할당된다.
- [0134] 2 단계로서, 헤더 BS 업데이트 과정이 수행된다. 먼저, 각 그룹의 새로운 헤더 BS가 결정된다. 이는 해당 그룹의 다른 BS와의 총 거리를 최소화하는 객체일 수 있다. 또한 새 헤더 BS의 교체가 이루어질 수 있고, 각 그룹의 현재 헤더 BS는 업데이트된다.
- [0135] 3 단계로서, 구성된 BS를 헤더 BS에 할당하는 과정이 수행된다. 먼저, 각 객체가 가장 가까운 헤더 BS에 할당되고, 그룹화 결과가 얻어진다. 그 후, 헤더 BS가 고정 될 때까지 2 단계와 3 단계를 반복할 수 있다.
- [0136] 4 단계로서, 그룹화 경계 제약 조건을 확인하는 과정을 수행한다. 먼저, 모든 멤버 BS에 대해, 멤버 BS와 그 헤더 BS 사이의 거리가 그룹화 경계보다 작으면 알고리즘을 종료한다. 그렇지 않으면 1 단계로 이동한다.
- [0137] 상기 알고리즘에서, 그룹화 알고리즘은 k-medoids 솔루션을 도출하는데, 여기서 k는 그룹화 경계 조건을 만족하는 최소 그룹 수이다.
- [0139] 핸드 셰이킹이 없는 그룹 기반형 LBT를 위한 CST(carrier sensing threshold) 알고리즘을 상세히 설명하면 아래와 같다.
- [0140] 먼저, 기지국들의 그룹핑이 이루어진 후 CST 값을 설정하여 CSR을 최소화함으로써 원하는 목표 전송 실패 확률(transmission failure probability, TFP)이 충족되고, 그룹 간 공간 재사용의 최대화가 이루어질 수 있다. 특히, 주어진 관측 윈도우(observation window)에 대해 결정된 CST가 적용되어, 관측된 TFP를 기반으로 사용되는 CST를 단계적으로 유도하는 경험 기반 휴리스틱 알고리즘이 설계될 수 있다.
- [0142] CST 알고리즘은 제안된 CST 제어 알고리즘의 상세한 동작을 나타낸다. W는 관측 윈도우의 길이, M은 관측의 횟수로 정의된다. 제안된 알고리즘에서 CST는 관측된 TFP에 기반하여 W 주기로 업데이트되며, 최종 CST 값을 얻기 위해 M 관찰을 수행될 수 있다.
- [0143] $T_h(m)$ 은 m 번째 관측 윈도우에 적용된 CST를 나타내고 $TFR(m)$ 은 m 번째 관측 창 내에서 제안된 프레임 워크를 사용하여 UE의 측정된 평균 전송 실패율(transmission failure ratio, TFR)을 나타낼 수 있다.
- [0144] 또한, CST를 조정하기 위한 스텝 크기는 Δ dB ($\Delta > 0$) 이고, 목표 TFP는 TFP_{target} 이며, CST의 최소값 및 최대 값은 각각 $T_{h,min}$ 및 $T_{h,max}$ 가 된다. 이 알고리즘에서 파생된 최종 CST가 T_{final} 인 경우 T_{final} 은 TFP_{target} 을 만족하는 최대 CST로 설정된다.
- [0145] 알고리즘에 어떤 CST가 설정되어 있어도 TFP_{target} 를 만족할 수 없으면 가장 낮은 TFR을 나타내는 CST가

T_{final} 로 지정된다.

[0146] 먼저, 목표 TFP를 만족시키는 최대 CST를 설정하기 위해 $T_h(1)$ 이 $T_{h,min}$ 으로 초기화된다. 그 후, $T_h(m)$ 은 m 번째 관찰 기간 동안 적용된다. 구간이 끝나면 해당 구간의 $TFR(m)$ 이 계산된다.

[0147] 이 후, $TFR(m)$ 이 TFP_{target} 이하이면 그룹 간에 더 많은 공간 재사용을 허용하기 위해 CST가 Δ 만큼 증가된다. 여기서, TFP_{target} 를 만족하는 최대 CST를 저장하기 위해 $T_h(m)$ 이 일시적으로 $T_{cand,1}$ 로 저장된다.

[0148] 그러나, $TFR(m)$ 이 TFP_{target} 보다 큰 경우, 관측 윈도우 $m-1 \sim m$ 동안 TFR에 대한 CST 증가 또는 감소의 효과를 확인하기 위해, 관측 윈도우 $m-1$ 에 적용된 CST는 해당 TFR을 관측 윈도우 m 의 값과 대비된다.

[0149] 이 대비를 바탕으로 다음 구간 $m+1$ 의 CST가 결정될 수 있다.

[0150] 보다 구체적으로, $T_h(m) = T_{h,min}$ 이면 CST를 더 줄일 수 없으므로 과거 간격 값에 관계없이 CST가 Δ 씩 증가될 수 있다. $T_h(m) \neq T_{h,min}$ 및 $TFR(m) - TFR(m-1) < 0$ 이면 $T_h(m)$ 이 구간 m 에 대해 올바르게 설정되었다고 간주할 수 있다.

[0151] 따라서 $T_h(m+1)$ 은 다음과 같이 $T_h(m)$ 을 설정할 때 사용되는 단계 크기만큼 증가 또는 감소한다.

$$T_h(m+1) \leftarrow T_h(m) + (T_h(m) - T_h(m-1))$$

[0152]

[0153] 그러나 $T_h(m) \neq T_{h,min}$ 와 $TFR(m) - TFR(m-1) > 0$ 이면 관측 윈도우 m 에 $T_h(m)$ 이 잘못 설정된 것으로 판단되고 $T_h(m+1)$ 은 다음과 같이 설정될 수 있다.

$$T_h(m+1) \leftarrow T_h(m) - (T_h(m) - T_h(m-1))$$

[0154]

[0155] 이것은 $T_h(m+1)$ 을 $m-1$ 의 CST로 설정하는 것과 같다. 이 후, 알고리즘이 완료되면 TFP_{target} 를 만족하는 CST가 존재하지 않을 수 있으므로 TFR 성능이 가장 낮은 CST는 $T_{cand,2}$ 에 임시 저장된다.

[0156]

이 후, $T_h(m+1)$ 이 최소 CST 범위에서 최대 CST 범위 내에 있는지 확인하는 과정이 수행된다. 알고리즘은 다음 간격으로 진행된다. 마지막으로 M 관측 후 TFP_{target} 를 만족하는 CST가 존재하면 T_{final} 은 $T_{cand,1}$ 로 설정된다.

[0157]

그렇지 않으면 TFP_{target} '에 근접한 성능을 얻기 위해 T_{final} 이 가장 낮은 TFR 성능 (즉, $T_{cand,2}$)을 나타내는 CST로 설정된다.

[0158]

CST 알고리즘은 아래와 같다.

Input parameters: Δ , TFP_{target} , $T_{h,min}$, $T_{h,max}$, M ⁴⁾

Output parameters: T_{final} ⁴⁾

Initialize the candidate CST : set $T_{cand,1} = T_{h,min} - \Delta$ ⁴⁾

set $T_{cand,2} = T_{h,min} - \Delta$ ⁴⁾

Initialize the TFR for candidate CST: set $TFR_{cand,2} = 1$ ⁴⁾

[0159]

Initialize the CST of header BS: set $T_h(1) = T_{h,min}$ ⁴⁾

```

for  $m = 1, \dots, M$ 
  Apply  $T_k(m)$  to  $m$ -th observation window
  if the  $m$ -th observation window is finished then
    calculate  $IFR(m)$ 
  end if
  if  $IFR(m) \leq IFR_{target}$  then
     $T_h(m+1) \leftarrow T_h(m) + \Delta$ 
     $T_{cand,1} \leftarrow \max(T_{cand,1}, T_h(m))$ 
  else if  $IFR(m) > IFR_{target}$  then
    if  $T_h(m) = T_{h,min}$  then
       $T_h(m+1) \leftarrow T_h(m) + \Delta$ 
    else
      if  $IFR(m) - IFR(m-1) \leq 0$  then
         $T_k(m+1) \leftarrow T_k(m) + (T_k(m) - T_k(m-1))$ 
      else if  $IFR(m) - IFR(m-1) > 0$  then
         $T_k(m+1) \leftarrow T_k(m) - (T_k(m) - T_k(m-1))$ 
      end if
      if  $IFR(m) < IFR_{cand,2}$  then
         $T_{cand,2} \leftarrow T_h(m)$ 
         $IFR_{cand,2} \leftarrow IFR(m)$ 
      end if
    end if
  end if
   $T_k(m+1) \leftarrow \max(T_k(m+1), T_{k,min})$ 
   $T_k(m+1) \leftarrow \min(T_k(m+1), T_{k,max})$ 
   $m \leftarrow m+1$ 
end for
if  $T_{cand,1} \geq T_{h,min}$  then

```

[0160]

[0163] 본 발명에 포함된 알고리즘을 통하여 그룹 기반 DSS 프레임 워크를 평가하기 위해 지정된 LAA(licensed-assisted access using LTE)에 대한 3GPP 평가 방법론을 따르는 SLS가 개발된다. 여기서 그룹 기반 DSS 프레임 워크는 그룹 기반 LBT, 그룹화 알고리즘 및 CST 알고리즘을 적용하는 체계를 나타낸다. 특히 반송 주파수 2.4GHz에서 시스템 대역폭을 20MHz로 설정하고, 100 개의 BS가 제한된 사각형 공간에 무작위로 분포되는 환경을 고려하여 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 여기서, 모든 BS는 LAA 시스템을 사용할 수 있고, 하나의 MNO(mobile network operator)가 존재하는 시나리오가 고려된다. 이 시나리오에서는 MNO가 그룹 기반 DSS 프레임 워크 및 노드 기반 LBT를 적용할 때의 성능을 비교한다. 여기서, 노드 기반 LBT는 각 노드가 독립적으로 별도의 협력 없이 LBT를 수행하는 기존 방식을 의미하는 것으로 이해될 수 있다.

[0165] 도 13는 시뮬레이션 결과로서 BS 밀도에 따른 면적 용량을 도시한다.

[0166] 이 시뮬레이션에서 대상 TFP는 15 %로 설정될 수 있다. 여기서, 도 13의 직선의 기울기는 BS를 추가함으로써 획득될 수 있는 면적 용량(즉, 면적 용량 이득)을 의미한다. 도 13에 따르면, 그룹 기반 DSS 및 노드 기반 LBT의

면적 용량 이득은 각각 18.36Mbps / BS 및 4.23Mbps / BS이다.

- [0167] 핸드셰이킹을 이용하는 그룹 기반형 CS를 통한 그룹 기반형 대역 공유 환경을 형성하는 과정을 아래와 같다.
- [0168] 동일 그룹에 속한 기지국이 동시에 데이터를 전송하기 위해서는 모든 기지국이 대역을 점유한 상태여야 한다. 이 때 각각의 기지국은 서로 다른 위치에 존재하기 때문에 동 시간대에 서로간 대역 점유 여부 상태가 다를 수 있다. 따라서 서로 간에 대역 점유 상태 여부를 확인하는 핸드셰이킹 절차가 요구된다.
- [0170] 도 14는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 그룹 기반형 CS에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 D2R 방식을 도시한다.
- [0171] 데이터의 동시 전송 여부를 결정하는 D2R 방식은 유선 D2R 방식과 무선 D2R 방식의 두 가지로 나뉠 수 있다.
- [0172] 유선 D2R 방식에서는 기지국들이 센트럴 컨트롤러에 유선으로 연결된다. 센트럴컨트롤러에 연결된 기지국은 현재 자신의 OS를 제공할 수 있다. 센트럴 컨트롤러는 기지국들로부터 제공받은 OS를 종합하여 그룹 내 모든 기지국들이 현재 채널을 점유한 상태인지 확인할 수 있다. 이로써 센트럴 컨트롤러는 그룹 단위의 대역 점유 가능 여부(D2R)를 판단하고 이를 다시 기지국들에게 대역 점유 가능 여부에 관한 메시지를 전송한다.
- [0173] 무선 D2R 방식은 별도의 중앙 컨트롤러가 존재하지 않는다. 다만 D2R을 수행하는 D2R 기지국이 존재한다. D2R 기지국은 그룹 내 기지국 중 임의의 기지국으로 설정할 수 있다. 무선 D2R 방식에서 D2R 기지국을 제외한 기지국들을 멤버 기지국(member BS)라 할 때, D2R 기지국과 같은 그룹에 속한 멤버 기지국들은 무선 상으로 자신의 OS를 D2R 기지국에 제공하고 이를 수신한 D2R 기지국은 그룹 내 기지국의 OS를 모아 D2R을 수행할 수 있다.
- [0175] 도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 그룹 기반형 CS에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 무선 D2R 방식을 도시한다. 도 13는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, GTS를 도시한다.
- [0176] 각각의 기지국들은 기존 LBT와 같이 독립적으로 백-오프 카운트를 생성한 후 LBT를 수행함으로써 대역을 센싱할 수 있다. 각 기지국들은 LBT 수행 중 백-오프 카운트가 0이 되면 그룹 트리거링 시그널(group triggering signal, GTS)을 송신할 수 있다. 이 때 첫번째로 송신된 GTS 시점을 기준으로 그룹 액세스 인터벌(group access interval, GAI)이 설정되며 그 길이는 결정된 것일 수 있다.
- [0177] GTS는 대역 공유 시스템이 동일 그룹에서 오는 신호를 감별하도록 하기 위한 것으로, 각 그룹별로 특정 자원 블록(resource block)을 비우거나, 그룹을 구분하는 명시적인 메시지, 그리고 그룹별 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를 할당함으로써 구현할 수 있다.
- [0178] GTS를 수신한 그룹 내 기지국들이 LBT 절차를 성공하면, 해당 기지국들은 대역 점유를 위해 GTS를 송신할 수 있다. 이 때 D2R 기지국을 제외한 멤버 기지국들은 GAI과 D2R 구간을 합친 시간 구간 동안 GTS를 송신할 수 있다.
- [0179] 이와 같이 각 기지국들이 송신하는 GTS를 통해 동일 그룹에 속한 기지국에서의 송신여부를 파악할 수 있다. 또한 CS 수행 시 GTS에 의해 발생하는 간섭을 무시하거나(signal subtraction) CS를 위한 임계치를 적응(adaptation)할 수 있다. 이를 CS 임계치 적응(CS threshold adaptation)이라 지칭할 수 있다.
- [0180] 또한 도 10에 도시된 바와 같이, 각각의 기지국이 GTS를 송신함으로써 이를 중심으로 해당 지역을 클리어링(clearing)하는 효과가 발생한다. 이는 그룹에 속한 인접한 기지국이 좀더 채널을 점유하는데 도움을 줌으로써 핸드셰이킹 절차가 성공할 확률을 높여줄 수 있다.
- [0181] D2R 기지국은 GAI가 끝나면 GTS 송신을 중지하고, D2R 동안 그룹 멤버들이 대역을 점유했는지 판단할 수 있다. 이 때, 그룹 멤버들은 D2R 기지국을 제외한 멤버 기지국으로서 동일 그룹에 속한 기지국을 지칭하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0182] D2R 기지국의 판단 방법으로써 각 멤버 기지국이 GTS에 OS에 관련된 직접 또는 간접적인 메시지를 포함하여 송신하고 D2R 기지국이 이를 수신하여 디코딩함으로써 각 멤버 기지국의 OS를 확인할 수 있다. 또한 각 기지국의 위치는 고정되어 있으므로, D2R 기지국이 수신한 GTS의 신호 세기를 측정하면 몇 개의 그룹 멤버가 GTS를 송신 중인지 추정할 수 있다.
- [0183] 만약 그룹 내 모든 기지국이 GTS를 송신하여 대역을 점유한 상태라 판단되면, D2R 기지국은 클리어 투 샌드

(clear to send, CTS) 메시지를 송신함으로써 그룹 멤버에게 그룹 내 모든 기지국이 대역을 점유한 상태임을 알릴 수 있다. 이를 수신한 해당 그룹 내 멤버 기지국들과 D2R 기지국은 CTS 송신이 종료되는 시점에 맞추어 데이터를 동시에 전송함으로써 핸드셰이킹 절차가 종료된다. CTS는 그룹의 핸드셰이킹 성공 여부에 대한 직간접적인 메시지 형태를 띄거나, 기존 GTS와 동일한 형태의 신호로 디자인될 수 있다.

- [0184] 만약 OGI에 의해 GAI 동안 기지국이 대역 점유를 하지 못하면, 해당 기지국은GTS를 송신하지 못하게 될 수 있다. 따라서 D2R 기지국은 핸드셰이킹을 실패했다고 인지하고 CTS를 송신하지 않게 되며 GTS를 송신했던 모든 기지국들은 백-오프 카운트를 재생성 하고 상기 절차를 반복하게 된다.
- [0185] 한편 D2R 및 CTS를 수행하는 구간은 일정 길이 이하로 짧게 설정되어야 하는데, 이는 해당 구간 동안 그룹 멤버 외에 다른 노드가 대역에 진입하는 것을 막기 위함이다.
- [0187] 도 17는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, D2R 기지국의 동작에 관한 흐름도를 도시한다.
- [0188] 1701 단계에서, D2R 기지국은 백-오프 카운트를 생성한다.
- [0189] 1703 단계에서, D2R 기지국은 LBT를 수행한다.
- [0190] 1705 단계에서, D2R 기지국은 LBT 수행 중 백-오프 카운트가 0이 되었는지 확인한다. 백-오프 카운트가 0이 되지 않은 경우 LBT 수행을 계속한다. 백-오프 카운트가 0으로 확인된 경우, 1707 단계로 진입한다.
- [0191] 1707 단계에서, D2R 기지국은 GTS를 송신한다. 첫번째로 송신된 GTS 시점을 기준으로 그룹 액세스 인터벌(group access interval, GAI)이 설정되며 그 길이는 결정된 것일 수 있다. GTS는 대역 공유 시스템이 동일 그룹에서 오는 신호를 감별하도록 하기 위한 것으로, 각 그룹별로 특정 자원 블록(resource block)을 비우거나, 그룹을 구분하는 명시적인 메시지, 그리고 그룹별 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를 할당함으로써 구현할 수 있다.
- [0192] 이와 같이 각 기지국들이 송신하는 GTS를 통해 동일 그룹에 속한 기지국에서의 송신여부를 파악할 수 있다. 또한 CS 수행 시 GTS에 의해 발생하는 간섭을 무시하거나(signal subtraction) CS를 위한 임계치를 적응(adaptation)할 수 있다. 이를 CS 임계치 적응(CS threshold adaptation)이라 지칭할 수 있다.
- [0193] 1709 단계에서, D2R 기지국은 D2R 절차를 개시한다.
- [0194] D2R 기지국은 GAI가 끝나면 GTS 송신을 중지하고, D2R 동안 그룹 멤버들이 대역을 점유했는지 판단할 수 있다. D2R 기지국의 판단 방법으로써 각 멤버 기지국이 GTS에 OS에 관련된 직접 또는 간접적인 메시지를 포함하여 송신하고 D2R 기지국이 이를 수신하여 디코딩함으로써 각 멤버 기지국의 OS를 확인할 수 있다. 또한 각 기지국의 위치는 고정되어 있으므로, D2R 기지국이 수신한 GTS의 신호 세기를 측정하면 몇 개의 그룹 멤버가 GTS를 송신 중인지 추정할 수 있다.
- [0195] 만약 OGI에 의해 GAI 동안 기지국이 대역 점유를 하지 못하면, 해당 기지국은GTS를 송신하지 못하게 될 수 있다. 따라서 D2R 기지국은 핸드셰이킹을 실패했다고 인지하고 CTS를 송신하지 않게 되며 GTS를 송신했던 모든 기지국들은 백-오프 카운트를 재생성 하고 상기 절차를 반복하게 된다.
- [0197] 1711 단계에서, D2R 기지국은 CTS 메시지를 송신한다.
- [0198] 만약 그룹 내 모든 기지국이 GTS를 송신하여 대역을 점유한 상태라 판단되면, D2R 기지국은 클리어 투 샌드(clear to send, CTS) 메시지를 송신함으로써 그룹 멤버에게 그룹 내 모든 기지국이 대역을 점유한 상태임을 알릴 수 있다.
- [0199] 1713 단계에서, D2R 기지국은 그룹 내 다른 멤버 기지국들과 데이터의 동시 전송을 수행한다.
- [0201] 도 18는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 멤버 기지국의 동작에 관한 흐름도를 도시한다.
- [0202] 1801 단계에서, 멤버 기지국은 백-오프 카운트를 생성한다.

- [0203] 1803 단계에서, 멤버 기지국은 LBT를 수행한다.
- [0204] 1805 단계에서, 멤버 기지국은 LBT 수행 중 백-오프 카운트가 0이 되었는지 확인한다. 백-오프 카운트가 0이 되지 않은 경우 LBT 수행을 계속한다. 백-오프 카운트가 0으로 확인된 경우, 1840 단계로 진입한다.
- [0205] 1807 단계에서, D2R 기지국은 GTS를 송신한다. 첫번째로 송신된 GTS 시점을 기준으로 그룹 액세스 인터벌(group access interval, GAI)이 설정되며 그 길이는 결정된 것일 수 있다. GTS는 대역 공유 시스템이 동일 그룹에서 오는 신호를 감별하도록 하기 위한 것으로, 각 그룹별로 특정 자원 블록(resource block)을 비우거나, 그룹을 구분하는 명시적인 메시지, 그리고 그룹별 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를 할당함으로써 구현할 수 있다.
- [0206] GTS를 수신한 그룹 내 기지국들이 LBT 절차를 성공하면, 해당 기지국들은 대역 점유를 위해 GTS를 송신할 수 있다. 이 때 D2R 기지국을 제외한 멤버 기지국들은 GAI과 D2R 구간을 합친 시간 구간 동안 GTS를 송신할 수 있다.
- [0207] 이와 같이 각 기지국들이 송신하는 GTS를 통해 동일 그룹에 속한 기지국에서의 송신여부를 파악할 수 있다. 또한 CS 수행 시 GTS에 의해 발생하는 간섭을 무시하거나(signal subtraction) CS를 위한 임계치를 적응(adaptation)할 수 있다. 이를 CS 임계치 적응(CS threshold adaptation)이라 지칭할 수 있다.
- [0208] 1809 단계에서, 멤버 기지국은 CTS 메시지를 수신한다.
- [0209] D2R 기지국이 그룹 내 모든 기지국이 GTS를 송신하여 대역을 점유한 상태라 판단하면, D2R 기지국은 클리어 투 샌드(clear to send, CTS) 메시지를 송신한다. 멤버 기지국은 CTS 메시지를 수신함으로써 그룹 내 모든 기지국이 대역을 점유한 상태임을 인식할 수 있다. CTS 메시지를 수신한 멤버 기지국은 1811 단계로 진입한다. CTS 메시지는 그룹 내 모든 기지국이 대역을 점유한 상태라는 메시지를 포함할 수 있다.
- [0210] 만약 OGI에 의해 GAI 동안 기지국이 대역 점유를 하지 못하면, 해당 기지국은 GTS를 송신하지 못하게 될 수 있다. 따라서 D2R 기지국은 핸드셰이킹을 실패했다고 인지하고 CTS를 송신하지 않게 된다. 따라서 멤버 기지국은 CTS 메시지를 수신하지 못하고, GTS를 송신했던 모든 기지국들은 백-오프 카운트를 재생성 하고 상기 절차를 반복하게 된다.
- [0211] 1811 단계에서, 멤버 기지국은 그룹 내 기지국들과 함께 데이터의 동시 전송을 수행한다.
- [0213] 도 19는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 그룹 기반형 CS에 의한 그룹 기반형 대역 공유의 유선 D2R 방식을 도시한다.
- [0214] 이 방식은 무선 D2R을 차용한 방식과는 달리 기지국과 연결된 센트럴 컨트롤러가 D2R을 수행한다. 즉, 무선 D2R 방식에서 D2R 기지국의 역할을 센트럴 컨트롤러가 수행하게 된다. 이 방식에서는 그룹 내 D2R 기지국이 존재하지 않으며, 모든 기지국이 멤버 기지국의 역할을 한다.
- [0216] 각각의 기지국은 기존 LBT와 같이 독립적으로 백-오프 카운트를 생성한 후 LBT를 수행함으로써 대역을 센싱할 수 있다. 각 기지국은 LBT 수행 중 백-오프 카운트가 0이 되면 GTS를 송신할 수 있다. 이 때 첫번째 송신된 GTS 시점을 기준으로 GAI이 설정되며 그 길이는 미리 결정된 값일 수 있다.
- [0217] GTS를 수신한 그룹 내 기지국들은 LBT 절차를 성공하면 대역 점유를 위해 GTS를 GAI와 D2R 구간을 합친 시간 구간 동안 GTS를 송신할 수 있다.
- [0218] D2R 동안 기지국들은 자신의 OS를 센트럴 컨트롤러에 유선상으로 전달한다. OS를 수신한 센트럴 컨트롤러는 D2R을 수행한다.
- [0219] 만약 그룹 내 모든 기지국이 GTS를 송신하여 대역을 점유한 상태라 판단되면, 센트럴 컨트롤러는 그룹 멤버 기지국들에게 유선상으로 그룹 내 모든 기지국이 채널을 점유한 상태임을 알리는 메시지를 전송한다. 이를 수신한 그룹 멤버 기지국은 D2R이 종료되는 시점에 맞추어 데이터를 동시에 전송함으로써 핸드셰이킹 절차가 종료된다.
- [0220] 만약 OGI에 의해 GAI 동안 기지국이 대역 점유를 하지 못하면, 해당 기지국은 GTS를 송신하지 못하게 된다. 따라서 센트럴 컨트롤러는 핸드셰이킹을 실패했다고 인지하고 유선상으로 메시지를 송신하지 않게 되며 GTS를 송신했던 모든 기지국은 백-오프 카운트를 재생성 하고 앞의 절차를 반복한다.

- [0222] 도 20는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서, 멤버 기지국의 동작에 관한 흐름도를 도시한다.
- [0223] 2001 단계에서, 멤버 기지국은 백-오프 카운트를 생성한다.
- [0224] 2003 단계에서, 멤버 기지국은 LBT를 수행한다.
- [0225] 2005 단계에서, 멤버 기지국은 LBT 수행 중 백-오프 카운트가 0이 되었는지 확인한다. 백-오프 카운트가 0이 되지 않은 경우 LBT 수행을 계속한다. 백-오프 카운트가 0으로 확인된 경우, 1440 단계로 진입한다.
- [0226] 2007 단계에서, 멤버 기지국은 GTS를 송신한다. 첫번째로 송신된 GTS 시점을 기준으로 그룹 액세스 인터벌(group access interval, GAI)이 설정되며 그 길이는 결정된 것일 수 있다. GTS는 대역 공유 시스템이 동일 그룹에서 오는 신호를 감별하도록 하기 위한 것으로, 각 그룹별로 특정 자원 블록(resource block)을 비우거나, 그룹을 구분하는 명시적인 메시지, 그리고 그룹별 직교 시퀀스(orthogonal sequence)를 할당함으로써 구현할 수 있다.
- [0227] GTS를 수신한 그룹 내 기지국들은 LBT 절차를 성공하면 대역 점유를 위해 GTS를 GAI와 D2R 구간을 합한 시간 구간 동안 GTS를 송신할 수 있다.
- [0229] 이와 같이 각 기지국들이 송신하는 GTS를 통해 동일 그룹에 속한 기지국에서의 송신여부를 파악할 수 있다. 또한 CS 수행 시 GTS에 의해 발생하는 간섭을 무시하거나(signal subtraction) CS를 위한 임계치를 적응(adaptation)할 수 있다. 이를 CS 임계치 적응(CS threshold adaptation)이라 지칭할 수 있다.
- [0230] 2009 단계에서, 멤버 기지국은 센트럴 컨트롤러에 자신의 OS를 전달한다.
- [0231] 이 과정은 D2R 동안 이루어지며, 각 멤버 기지국들의 OS는 유선상으로 센트럴 컨트롤러에 전송된다. 기지국 OS를 수신한 센트럴 컨트롤러는 D2R을 수행한다.
- [0232] 만약 그룹 내 모든 기지국이 GTS를 송신하여 대역을 점유한 상태라 판단되면, 센트럴 컨트롤러는 그룹 멤버 기지국들에게 유선상으로 그룹 내 모든 기지국이 채널을 점유한 상태임을 알리는 메시지를 전송한다. 이 후, 절차는 2011 단계로 진입한다.
- [0233] 만약 OGI에 의해 GAI 동안 기지국이 대역 점유를 하지 못하면, 해당 기지국은 GTS를 송신하지 못하게 된다. 따라서 센트럴 컨트롤러는 핸드셰이킹을 실패했다고 인지하고 유선상으로 메시지를 송신하지 않게 되며 GTS를 송신했던 모든 기지국은 백-오프 카운트를 재생성 하고 앞의 절차를 반복한다.
- [0234] 2011 단계에서, 멤버 기지국은 동시 전송을 수행한다.
- [0235] 센트럴 컨트롤러로부터 모든 기지국이 대역을 점유한 상태임을 알리는 메시지가 전송되면, 이를 수신한 그룹 멤버 기지국은 D2R이 종료되는 시점에 맞추어 데이터를 동시에 전송함으로써 핸드셰이킹 절차가 종료된다.
- [0237] 도 21는 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서, 시뮬레이션을 통해 산출된 기존 대역 공유 기법과의 성능비교표를 도시한다. 도 22은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서, 시뮬레이션에서 사용되는 파라미터를 도시한다.
- [0238] 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템을 이용한 시뮬레이션 모델은 아래와 같다.
- [0239] 시뮬레이션 환경은 100m x 100m indoor 건물에 2개의 오퍼레이터가 공존하는 시나리오로 설정하였다. 조밀한 환경에서의 일반적인 성능 경향을 파악하기 위해, 오퍼레이터는 각각 LAA 기지국 12개를 운영하고, 이를 건물 내 랜덤하게 분포 시켰으며, 트래픽 모델은 하향링크 풀 버퍼 트래픽(downlink full buffer traffic) 모델을 사용하였다. CQI 미스매치 현상을 관찰하기 위한 CQI 미스매치 지연(delay)는 8ms로 설정하였고, CQI 보고 구간(report period)는 3ms로 설정하였다.
- [0240] 사용자는 건물 내 균일하게 분포시켰으며, 신호세기가 가장 센 LAA 기지국에 연결하였다. 자세한 시뮬레이션 파라미터는 도 19와 같다.

- [0241] 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템에 대응되는 종래 대역 공유 기법으로서, 3GPP LAA 표준에서 사용 중인 LBT와 3GPP LAA 표준에서 사용되는 에너지 검출 임계치 적응(energy detection threshold adaptation, EDTA)을 대비하였다. 해당 기법은 CS 임계치(threshold)와 동일한 개념인 에너지 검출(energy detection, ED) 임계치를 적응적으로 조절하는 기법으로 전술한 CSTA와 동일 방법으로 이해될 수 있다. 만약 기지국이 속한 오퍼레이터와 다른 오퍼레이터로부터 신호세기가 일정 이상 들리면 -82dBm ED 임계치를 사용할 수 있다. 그렇지 않으면 -62dBm ED 임계치를 사용할 수 있다.
- [0242] 상기 시뮬레이션 환경은, 그룹 기반형 대역 공유 시스템으로서, 핸드셰이킹을 이용한 그룹 기반형 CS에서 무선 D2R 방식을 적용한 것이다.
- [0243] 이를 구현하기 위한 그룹핑 방식으로 k-medoid 알고리즘을 사용하였다. D2R 기지국은 그룹 내 기지국 중 중앙에 위치한 medoid 기지국을 선택하였다.
- [0244] k-medoid에서 그룹 개수 k를 정하기 위해, medoid를 중심으로 50m 반경 내로 기지국을 그룹핑하는 제약 조건을 부여하였다.
- [0245] 도 22은, 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템의 기본적인 성능을 살펴보기 위해 각 오퍼레이터가 LBT, EDTA 그리고 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템을 채용하였을 때의 평균 시스템 커패시티(average system capacity) 및 송신 실패 가능성(transmission failure probability)를 개시한다.
- [0246] 시뮬레이션 결과에 따르면, LBT방식은 38.7%의 비교적 높은 송신 실패 가능성을 보인다. 특히 EDTA는 LBT 보다 적극적인 주파수 재사용으로, LBT 대비 높은 커패시티를 보이나, CQI 미스매치의 증가로 송신 실패 가능성도 같이 증가함을 알 수 있다.
- [0247] 반면 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템의 경우, LBT 대비 76% 증가한 커패시티 향상을 보였으며, 특히 송신 실패 가능성은 기존 방식 대비 약 30% 감소하였음을 알 수 있다. 이를 통해 본 발명의 목적인, 높은 재사용도를 통해 기존 방식 대비 높은 커패시티를 달성하였음을 확인할 수 있다. 뿐만 아니라, 그룹 단위의 대역 공유로 CQI 미스매치 현상이 감소하였음을 확인할 수 있다.
- [0249] 도 23은 본 발명의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서, MCS gap의 누적 분포도를 도시한다.
- [0250] 도 23을 참조하면, CQI 미스매치 현상을 구체적으로 관찰하기 위한 각 방식에 따른 MCS gap을 확인할 수 있다. 여기서 MCS gap은 used MCS index와 the most suitable MCS index의 차로, MCS gap이 0이면 CQI mismatch 없이 제일 적합한 MCS를 사용했음을 의미한다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템은 LBT나 EDTA 대비 MCS gap이 0인 비율이 약 40% 높다. 이는 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템을 적용함으로써, CQI mismatch가 매우 낮게 발생함을 의미한다.
- [0252] 본 문서의 다양한 실시 예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술적 특징들을 특정한 실시 예들로 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 또는 관련된 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 아이템에 대응하는 명사의 단수 형은 관련된 문맥상 명백하게 다르게 지시하지 않는 한, 아이템 한 개 또는 복수 개를 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제1", "제2", 또는 "첫째" 또는 "둘째"와 같은 용어들은 단순히 해당 구성요소를 다른 해당 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있으며, 해당 구성요소들을 다른 측면(예: 중요성 또는 순서)에서 한정하지 않는다. 어떤(예: 제 1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에, "기능적으로" 또는 "통신적으로" 라는 용어와 함께 또는 이런 용어 없이, "커플드" 또는 "커넥티드" 라고 언급된 경우, 그것은 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 직접적으로(예: 유선으로), 무선으로, 또는 제3 구성요소를 통하여 연결될 수 있다는 것을 의미한다.
- [0253] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일

실시 예에 따르면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다.

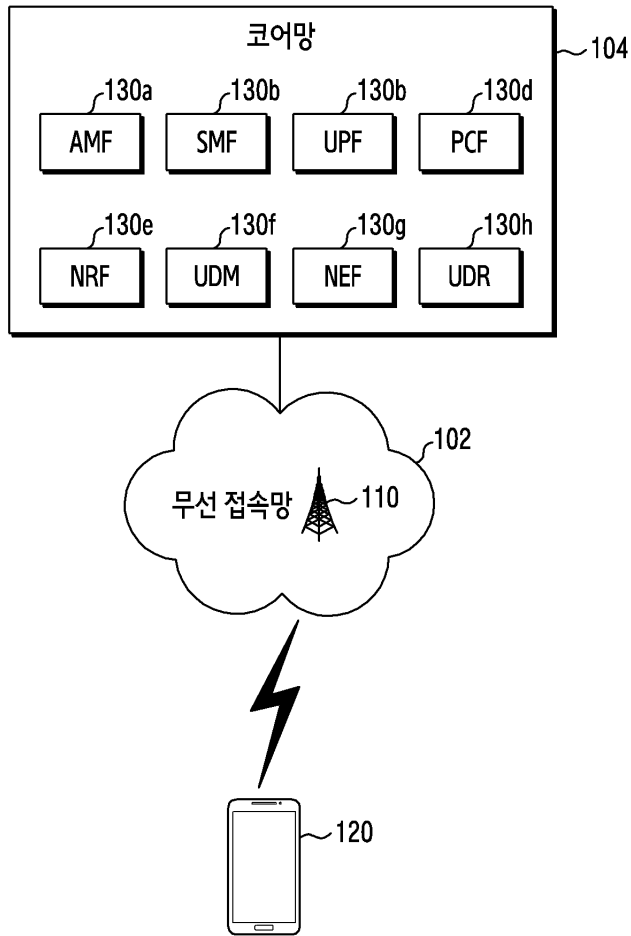
[0254] 본 문서의 다양한 실시 예들은 장치(machine)(예: 전자 장치(101)) 의해 읽을 수 있는 저장 매체(storage medium)(예: 내장 메모리(136) 또는 외장 메모리(138))에 저장된 하나 이상의 명령어들을 포함하는 소프트웨어(예: 프로그램(140))로서 구현될 수 있다. 예를 들면, 장치(예: 전자 장치(101))의 프로세서(예: 프로세서(120))는, 저장 매체로부터 저장된 하나 이상의 명령어들 중 적어도 하나의 명령을 호출하고, 그것을 실행할 수 있다. 이것은 장치가 호출된 적어도 하나의 명령어에 따라 적어도 하나의 기능을 수행하도록 운영되는 것을 가능하게 한다. 하나 이상의 명령어들은 컴파일러에 의해 생성된 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 장치로 읽을 수 있는 저장매체는, 비일시적(non-transitory) 저장매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, '비일시적'은 저장매체가 실재(tangible)하는 장치이고, 신호(signal)(예: EM파)를 포함하지 않는다는 것을 의미할 뿐이며, 이 용어는 데이터가 저장매체에 반영구적으로 저장되는 경우와 임시적으로 저장되는 경우를 구분하지 않는다.

[0255] 일 실시 예에 따르면, 본 문서에 개시된 다양한 실시 예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 장치로 읽을 수 있는 저장 매체(예: CD-ROM(compact disc read only memory))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어™)를 통해 또는 두개의 사용자 장치들(예: 스마트폰들) 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 장치로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.

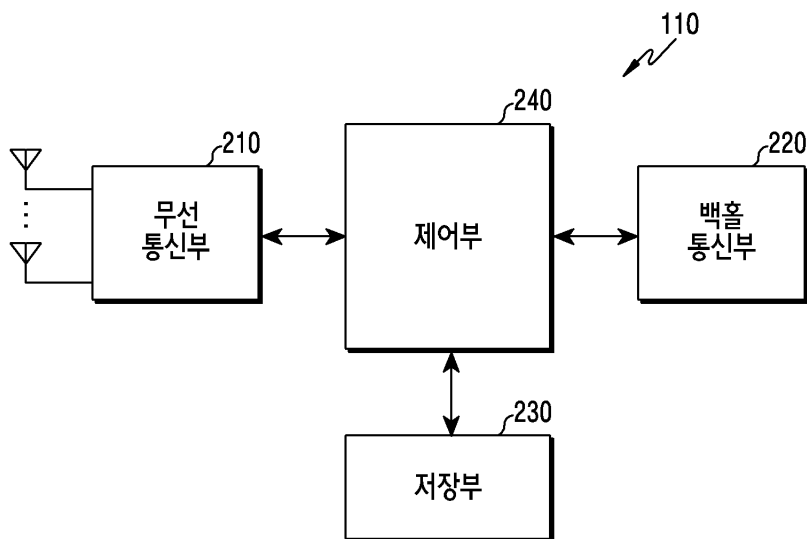
[0256] 다양한 실시 예들에 따르면, 기술한 구성요소들의 각각의 구성요소(예: 모듈 또는 프로그램)는 단수 또는 복수의 개체를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따르면, 기술한 해당 구성요소들 중 하나 이상의 구성요소들 또는 동작들이 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 구성요소들 또는 동작들이 추가될 수 있다. 대체적으로 또는 추가적으로, 복수의 구성요소들(예: 모듈 또는 프로그램)은 하나의 구성요소로 통합될 수 있다. 이런 경우, 통합된 구성요소는 복수의 구성요소들 각각의 구성요소의 하나 이상의 기능들을 통합 이전에 복수의 구성요소들 중 해당 구성요소에 의해 수행되는 것과 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따르면, 모듈, 프로그램 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적으로, 병렬적으로, 반복적으로, 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 동작들 중 하나 이상이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 동작들이 추가될 수 있다.

도면

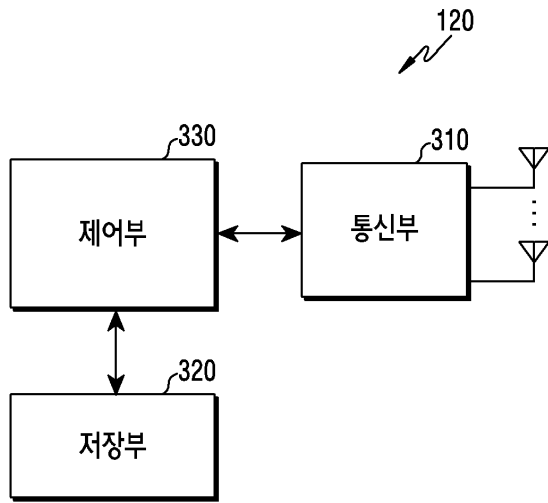
도면1



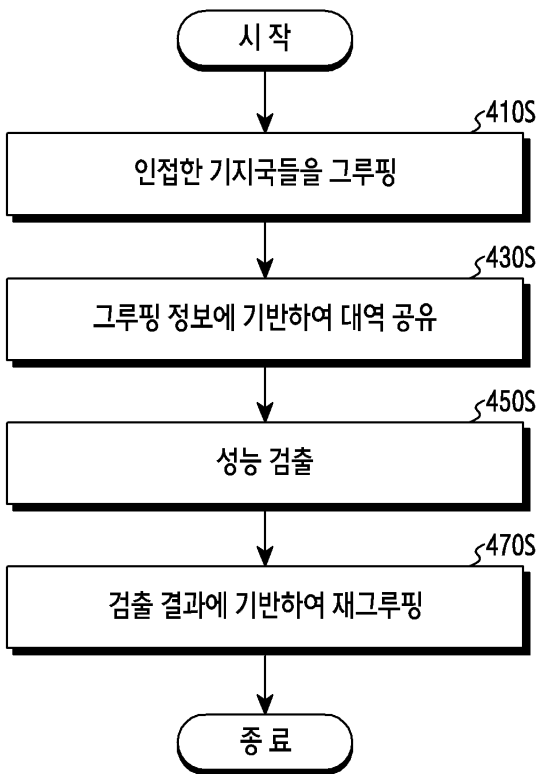
도면2



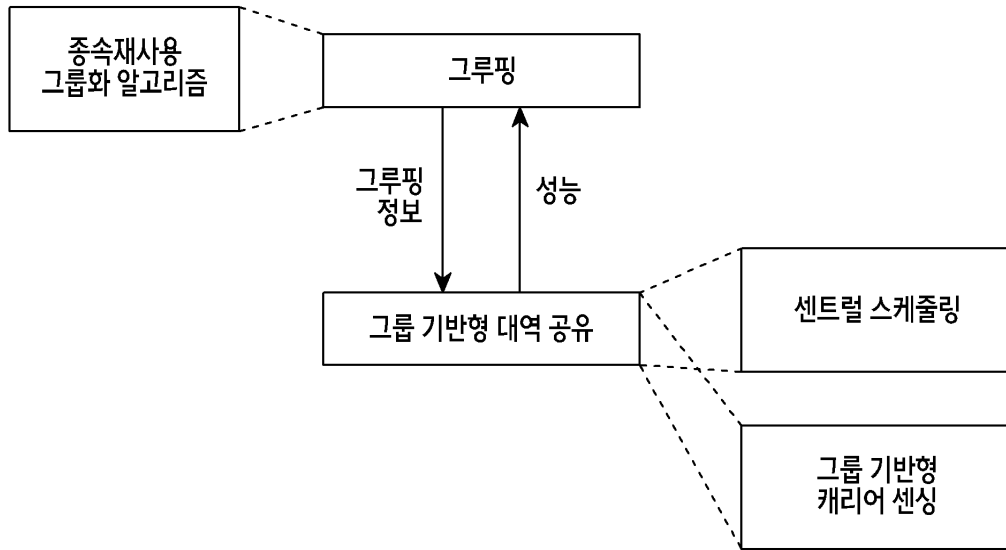
도면3



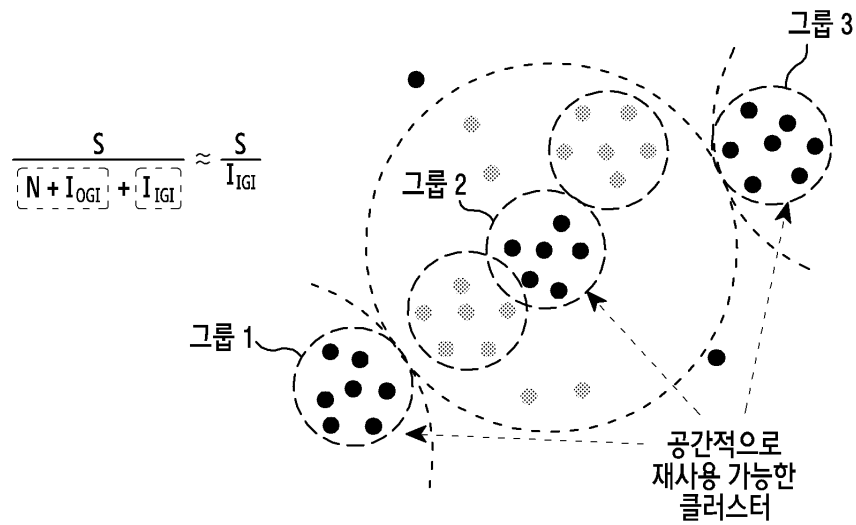
도면4



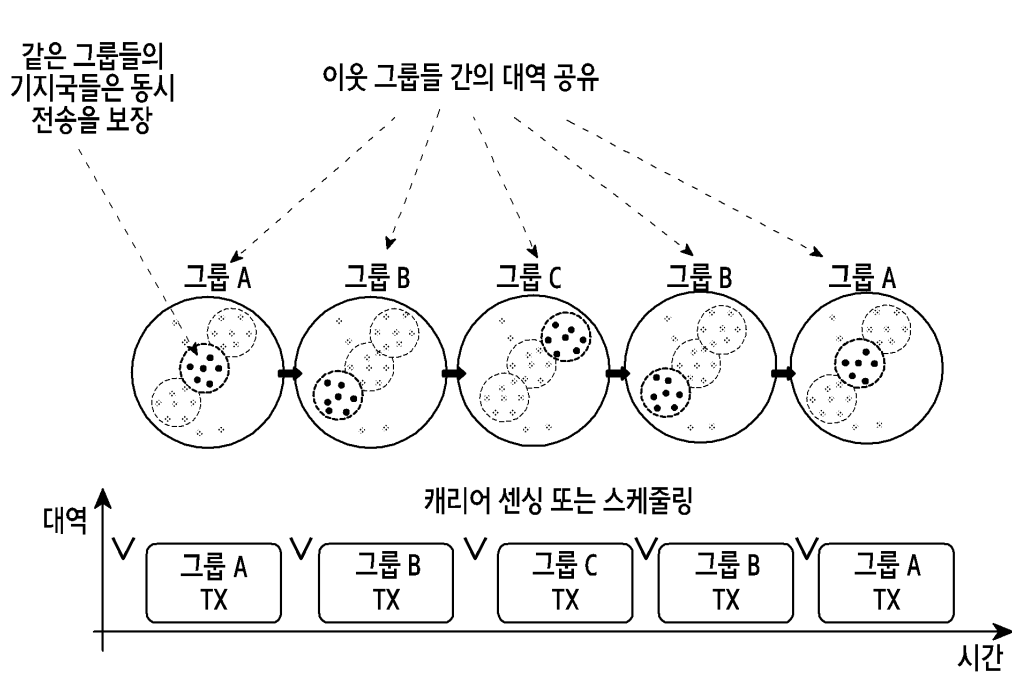
도면5



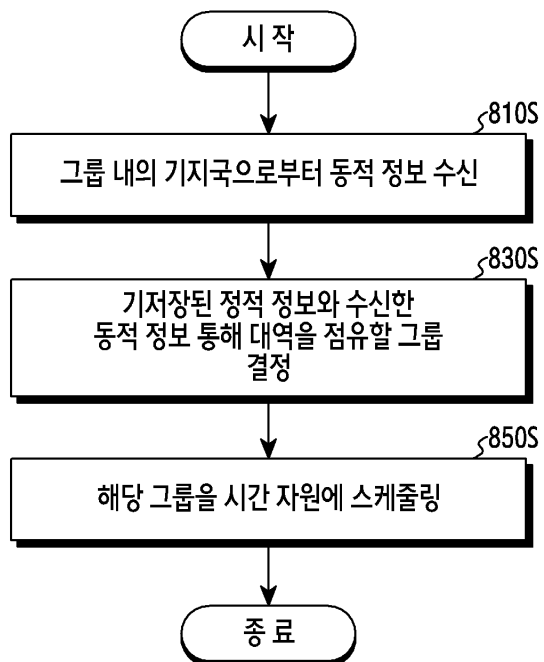
도면6



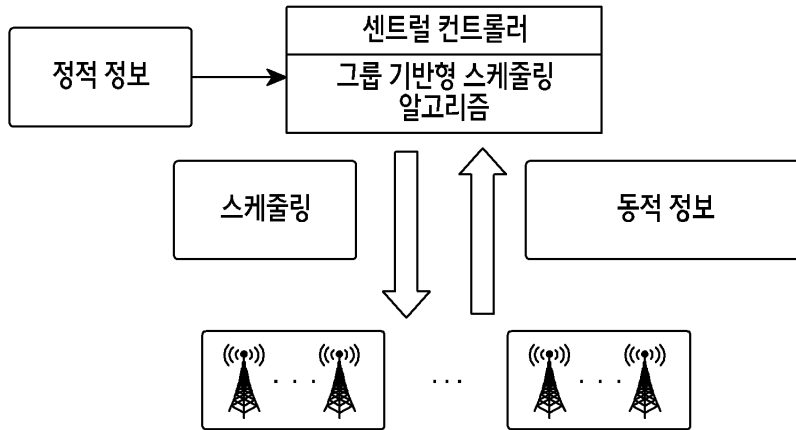
도면7



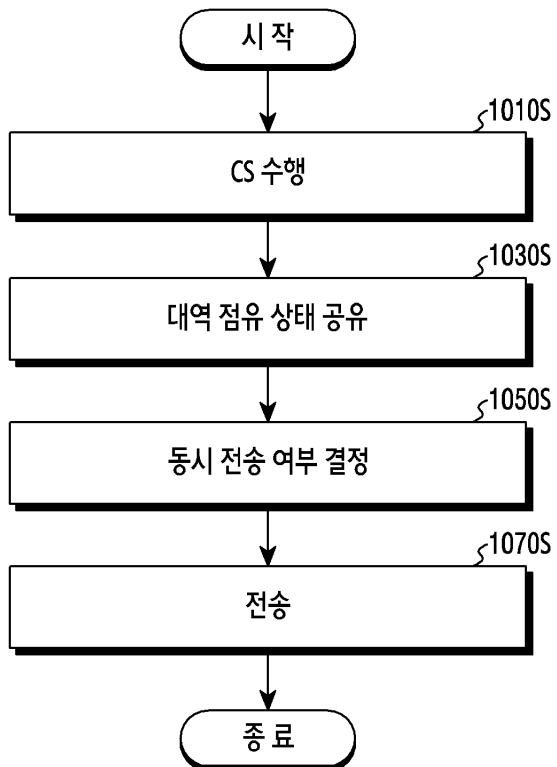
도면8



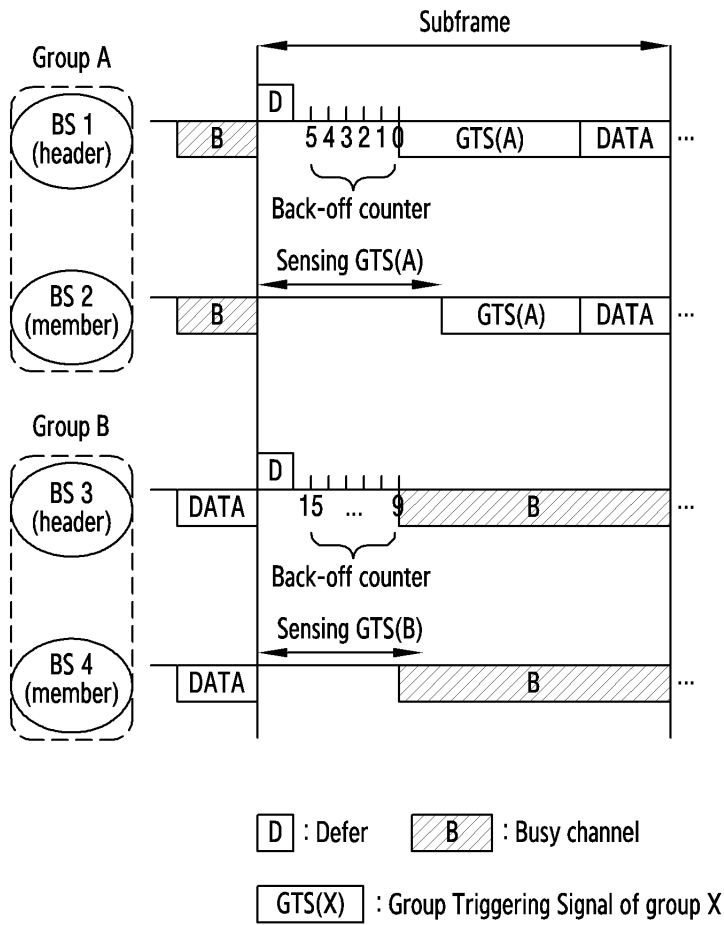
도면9



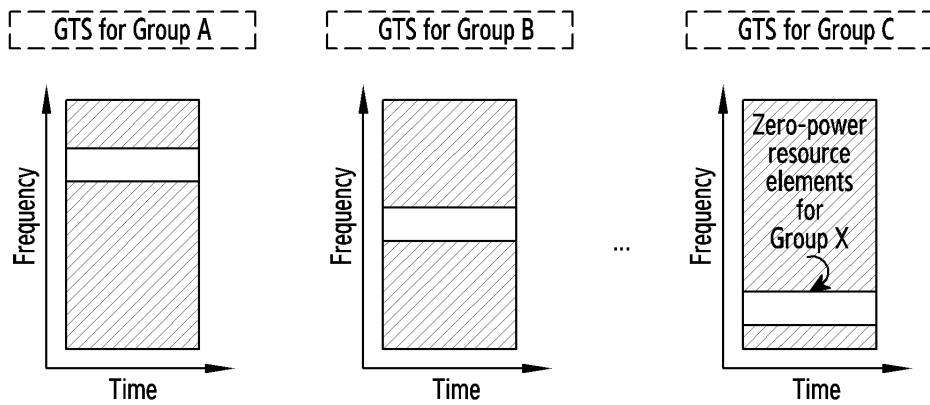
도면10



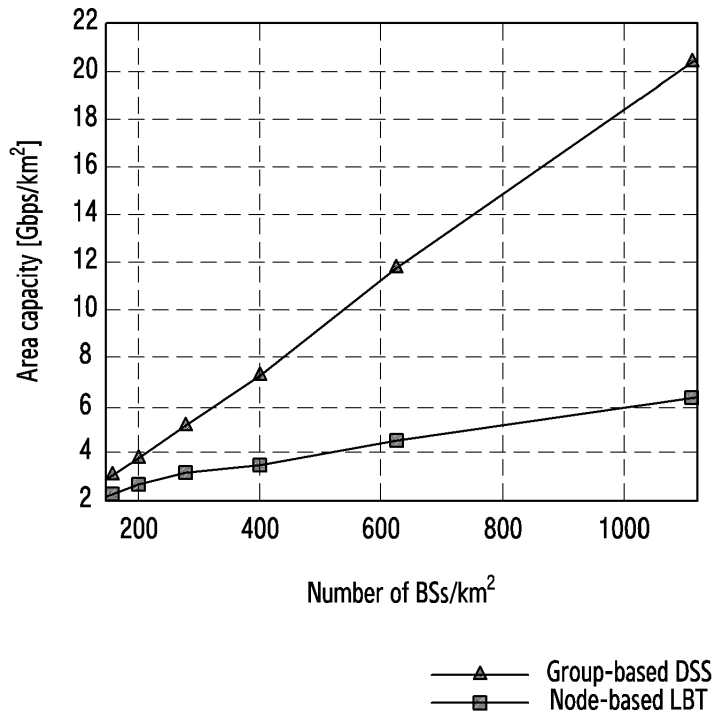
도면11



도면12

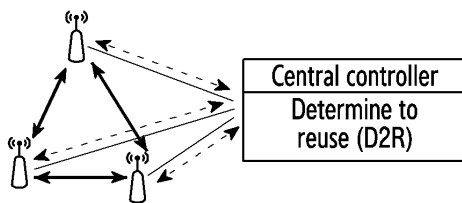


도면13

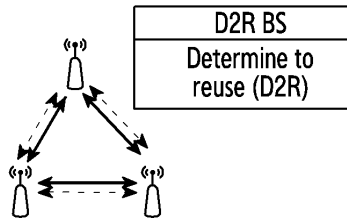


도면14

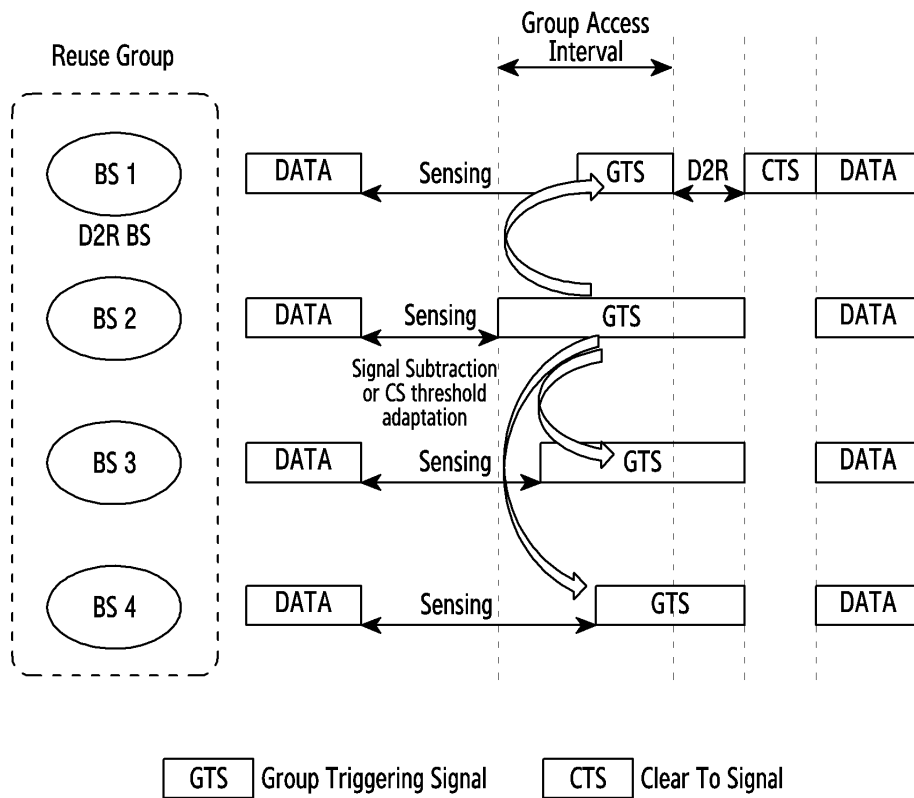
- Wire-lined



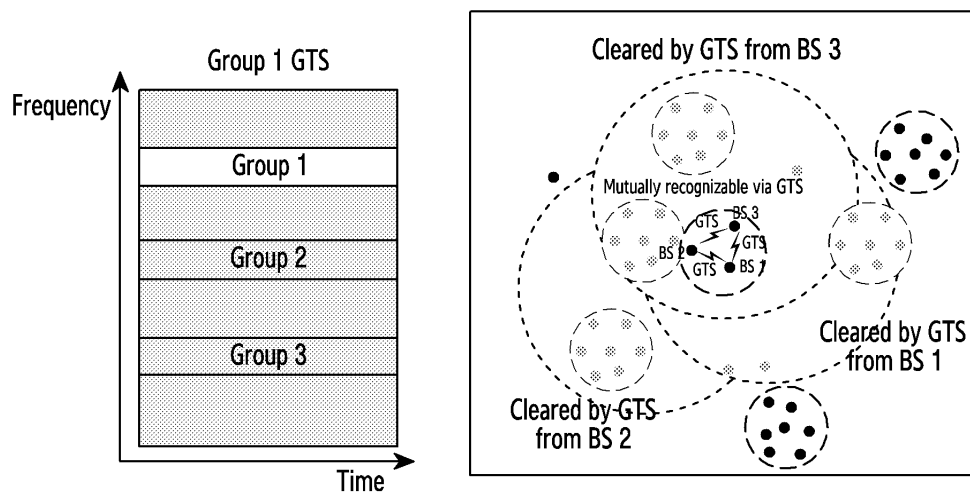
- Wireless



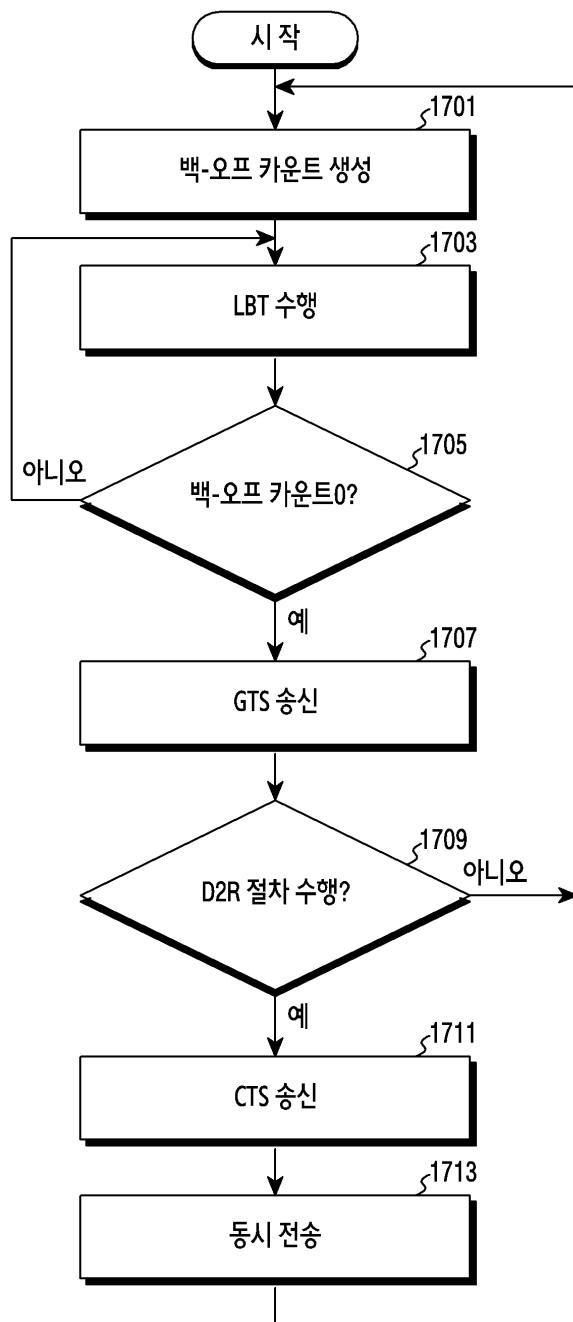
도면15



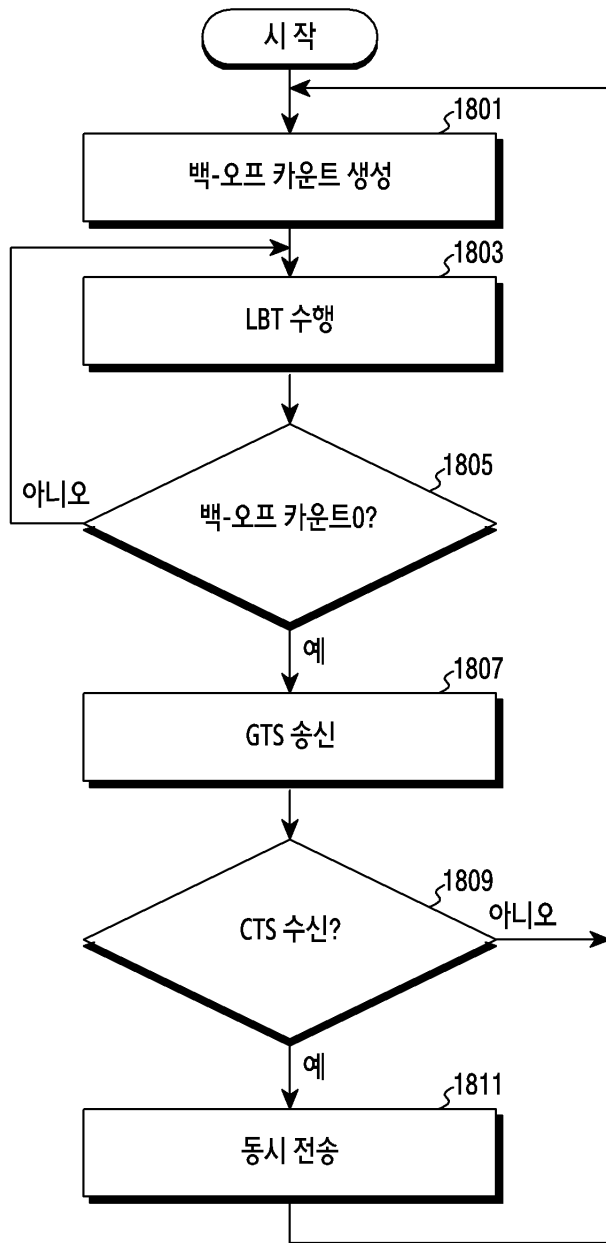
도면16



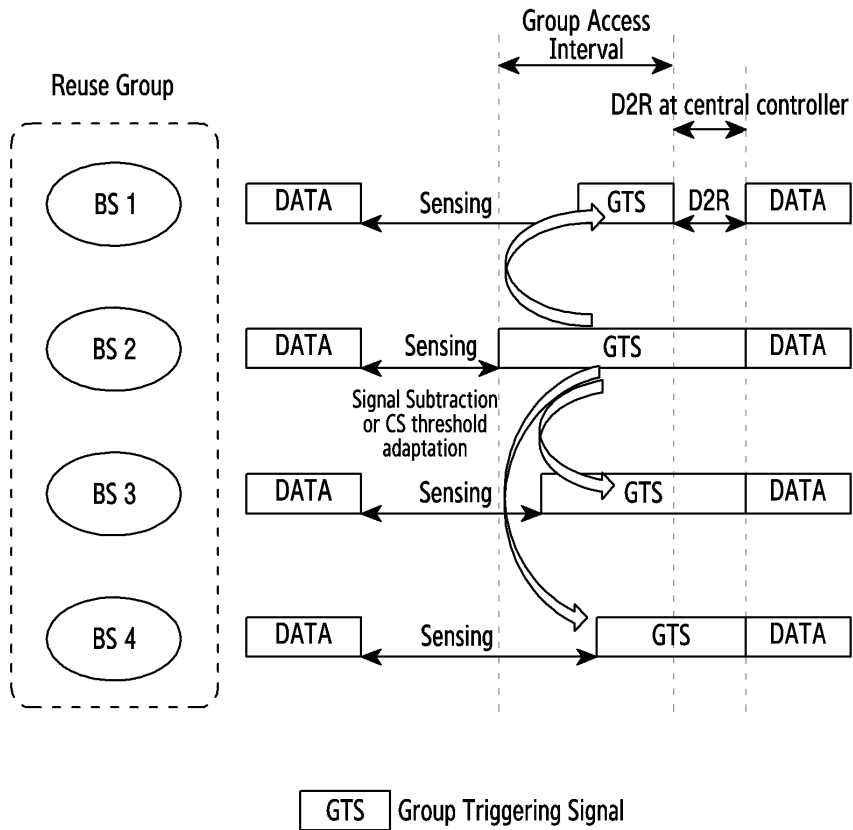
도면17



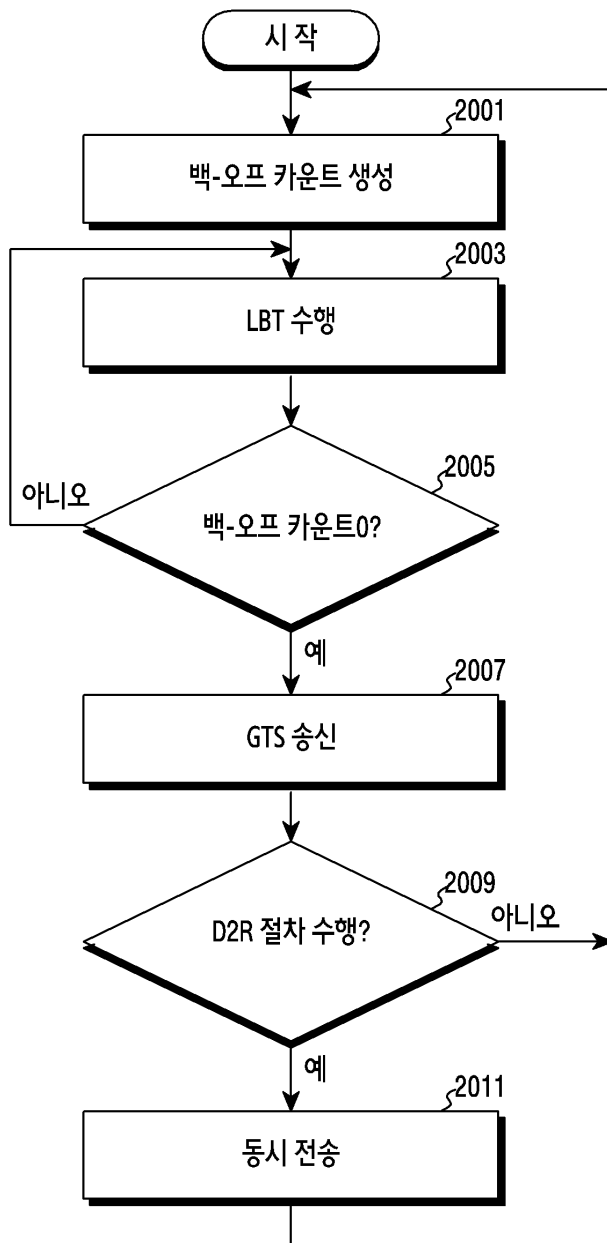
도면18



도면19



도면20



도면21

Parameters	Value
system bandwidth	20MHz per carrier
carrier frequency	5.0GHz
the number of component carriers	1
BS antenna configuration	2D Omni-directional. 1Tx-2Rx (cross-polarized)
BS / UE Tx power	23dBm
the number of users	3 per LAA BS
CCA slot size	9 μ s
channel model	ITU Indoor Hotspot
modulation and coding scheme	AMC with target block error rate 1%
channel coding	turbo code
scheduling algorithm	proportional fairness
overhead	16.19% control channel overhead in one subframe
minimum/maximum back-off size	16/ 1024 CCA slots
ED threshold	-82dBm
minimum channel occupancy time	10 ms

도면22

	Performance	
	Average system capacity	Transmission failure probability
LBT	142.32 Mbps	38.7%
EDTA	157.61 Mbps	40.4%
Proposed	250.69 Mbps	11.5%

도면23

