



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월05일

(11) 등록번호 10-1525978

(24) 등록일자 2015년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

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

(21) 출원번호 10-2014-0134299

(22) 출원일자 2014년10월06일

심사청구일자 2014년10월06일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150035599 A

기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도

(73) 특허권자

송실대학교산학협력단

서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)

(72) 발명자

신오순

서울특별시 동작구 상도로 369

강길모

서울특별시 동작구 상도로 369

김현민

서울특별시 동작구 상도로 369

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 이재운

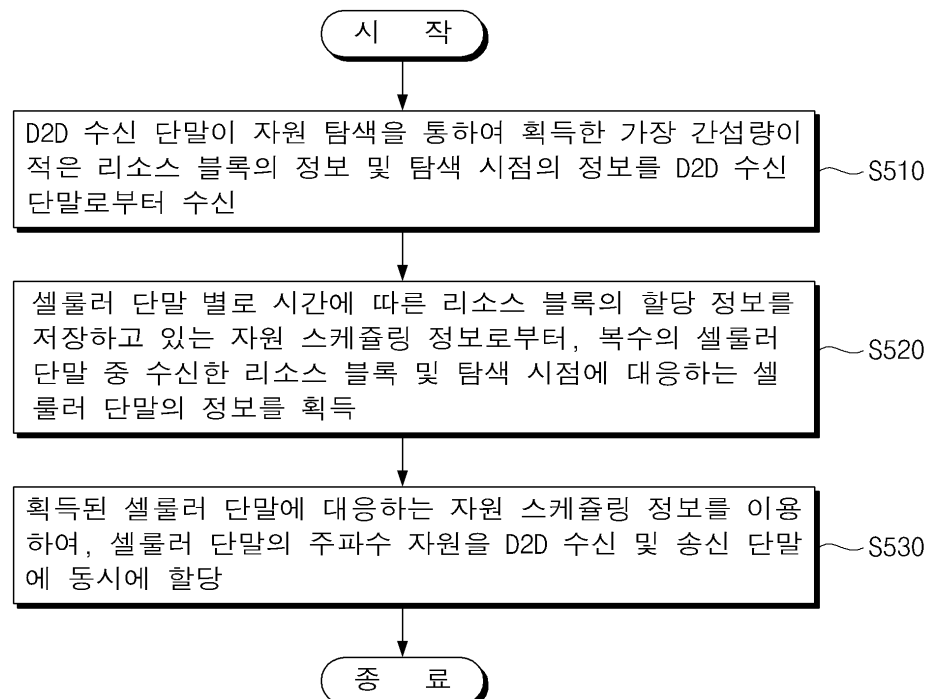
(54) 발명의 명칭 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 기지국과, 상기 기지국이 관할하는 셀 내에 존재하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말을 포함하는 셀룰러 시스템 내에서 상기 기지국을 이용한 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법에 있어서, D2D 수신 단말이 자원 탐색을 통하여 획득

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



특한 가장 간섭량이 적은 리소스 블록의 정보 및 탐색 시점의 정보를 상기 D2D 수신 단말로부터 수신하는 단계와, 상기 셀룰러 단말 별로 시간에 따른 리소스 블록의 할당 정보를 저장하고 있는 자원 스케줄링 정보로부터, 상기 복수의 셀룰러 단말 중 상기 수신한 리소스 블록 및 탐색 시점에 대응하는 셀룰러 단말의 정보를 획득하는 단계, 및 상기 획득된 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 이용하여, 상기 셀룰러 단말의 주파수 자원을 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하는 단계를 포함하는 D2D 자원 할당 방법을 제공한다.

상기 D2D 자원 할당 방법 및 그 장치에 따르면, D2D 단말로부터 간섭 인지에 기반한 최적의 셀룰러 자원을 피드백 받은 기지국이 이를 토대로 해당 셀룰러 단말과 동일 자원을 사용하도록 D2D 단말의 자원을 스케줄링함에 따라, 동적으로 변하는 셀룰러 자원을 D2D 단말이 효과적으로 공유할 수 있고 간섭의 영향을 최소화할 수 있는 이점이 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013R1A2A2A01011222

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업(핵심연구)

연구과제명 셀룰러 시스템 기반 D2D 통신을 위한 간섭제어 핵심기술연구

기 여 율 1/1

주관기관 숭실대학교 산학협력단

연구기간 2013.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

기지국과, 상기 기지국이 관할하는 셀 내에 존재하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말을 포함하는 셀룰러 시스템 내에서 상기 기지국을 이용한 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법에 있어서,

D2D 수신 단말이 자원 탐색을 통하여 획득한 가장 간섭량이 적은 리소스 블록의 정보 및 탐색 시점의 정보를 상기 D2D 수신 단말로부터 수신하는 단계;

상기 셀룰러 단말 별로 시간에 따른 리소스 블록의 할당 정보를 저장하고 있는 자원 스케줄링 정보로부터, 상기 복수의 셀룰러 단말 중 상기 수신한 리소스 블록 및 탐색 시점에 대응하는 셀룰러 단말의 정보를 획득하는 단계; 및

상기 획득된 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 이용하여, 상기 셀룰러 단말의 주파수 자원을 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하는 단계를 포함하는 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 자원 스케줄링 정보는,

메시간 구간마다 상기 리소스 블록의 할당 값이 동적으로 변화하는 스케줄링 정보인 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 주파수 자원을 할당하는 단계는,

상기 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하며,

상기 D2D 수신 단말은,

상기 메시지 구간마다 상기 셀룰러 단말에 할당된 리소스 블록과 동일한 리소스 블록을 동적으로 사용하여 상기 D2D 송신 단말과 통신을 수행하는 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 주파수 자원을 할당하는 단계는,

상기 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보 내에서 현재 시점에 대응하는 하나의 리소스 블록만을 추출하고, 상기 하나의 리소스 블록만으로 구성된 고정된 자원 스케줄링 정보를 생성하여 상기 셀룰러 단말과 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하고,

상기 D2D 수신 단말은,

상기 메시지 구간마다 상기 셀룰러 단말에 할당된 리소스 블록과 동일한 리소스 블록을 정적으로 사용하여 상기 D2D 송신 단말과 통신을 수행하는 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법.

청구항 5

청구항 5은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

청구항 3 또는 청구항 4에 있어서,

상기 D2D 수신 단말은,

상기 D2D 송신 단말로부터 응답이 오지 않으면, 상기 자원 탐색을 재시도하는 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법.

청구항 6

기지국과, 상기 기지국이 관할하는 셀 내에 존재하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말을 포함하는 셀룰러 시스템 내에서 상기 기지국에 포함된 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 장치에 있어서,

D2D 수신 단말이 자원 탐색을 통하여 획득한 가장 간섭량이 적은 리소스 블록의 정보 및 탐색 시점의 정보를 상기 D2D 수신 단말로부터 수신하는 탐색 자원 수신부;

상기 셀룰러 단말 별로 시간에 따른 리소스 블록의 할당 정보를 저장하고 있는 자원 스케줄링 정보로부터, 상기 복수의 셀룰러 단말 중 상기 수신한 리소스 블록 및 탐색 시점에 대응하는 셀룰러 단말의 정보를 획득하는 셀룰러 자원 검색부; 및

상기 획득된 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 이용하여, 상기 셀룰러 단말의 주파수 자원을 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하는 자원 할당부를 포함하는 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 자원 스케줄링 정보는,

메시간 구간마다 상기 리소스 블록의 할당 값이 동적으로 변화하는 스케줄링 정보인 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 자원 할당부는,

상기 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하며,

상기 D2D 수신 단말은,

상기 메시지 구간마다 상기 셀룰러 단말에 할당된 리소스 블록과 동일한 리소스 블록을 동적으로 사용하여 상기 D2D 송신 단말과 통신을 수행하는 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 장치.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 자원 할당부는,

상기 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보 내에서 현재 시점에 대응하는 하나의 리소스 블록만을 추출하고, 상기 하나의 리소스 블록만으로 구성된 고정된 자원 스케줄링 정보를 생성하여 상기 셀룰러 단말과 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하고,

상기 D2D 수신 단말은,

상기 메시지 구간마다 상기 셀룰러 단말에 할당된 리소스 블록과 동일한 리소스 블록을 정적으로 사용하여 상기 D2D 송신 단말과 통신을 수행하는 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 장치.

청구항 10

청구항 10은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

청구항 8 또는 청구항 9에 있어서,

상기 D2D 수신 단말은,

상기 D2D 송신 단말로부터 응답이 오지 않으면, 상기 자원 탐색을 재시도하는 간접 인지 기반의 D2D 자원 할당 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 간접 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법 및 그 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기지국과 D2D 간의 협력을 통한 간접 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 셀룰러 시스템에서 단말 간 직접통신(Device-to-Device 통신: D2D 통신)에 대한 연구 개발 및 표준화가 진행 중에 있다. D2D 통신은 지리적으로 근접한 단말들이 기지국 또는 AP(Access Point)와 같은 기존 인프라를 거치지 않고, 직접적으로 정보를 주고받는 기술이다.

[0003] 도 1은 D2D 통신 기술의 개념을 보여주는 도면이다. 기존 인프라 기반의 통신은 단말이 기지국을 거쳐 통신하는 방법이고 D2D 통신은 기지국을 거치지 않고 단말 간 직접 통신을 수행한다.

[0004] 셀룰러 시스템에서 근접한 거리의 단말들이 D2D 통신을 하면 기지국의 부하를 분산 시킬 수 있으며, 상대적으로 단거리를 전송함으로써 단말의 전력 소모를 줄일 수 있고, 전송 지연(Latency) 또한 줄일 수 있다. 전체 시스템 관점에서는 D2D 단말이 기존의 셀룰러 단말과 동일한 주파수를 공유하여 공간적으로 주파수를 재사용함으로써 주파수 이용 효율을 향상시키는 효과가 있다.

[0005] 이러한 D2D 통신은 근접성 기반의 신규 서비스를 가능하게 하고, 동시에 셀룰러 시스템의 주파수 효율을 향상시킬 수 있는 방법이다. 일반적으로 D2D 단말은 주파수 효율 향상을 위해 셀룰러 단말과 기존의 셀룰러 주파수 자원을 공유한다. 여기서 D2D 단말과 셀룰러 단말 간에 상호 간섭이 발생할 수 있으며 이를 적절히 제어할 수 있는 자원 할당 기술이 필요하다.

[0006] D2D 링크는 셀룰러 링크와 자원을 공유하기 때문에 필연적으로 간섭 문제가 발생하고 이를 적절히 제어하지 못하면 D2D 통신이 어려울 뿐만 아니라 셀룰러 사용자의 성능까지 저하시키는 문제를 초래할 수 있다. 단일 셀 환경에서 D2D 링크가 셀룰러 상향링크 자원을 공유하는 경우 간섭의 종류는 크게 세 가지가 존재한다. 즉, 셀룰러 단말이 D2D 단말에 주는 간섭, D2D 단말이 기지국에 주는 간섭, D2D 링크 상호 간의 간섭이 존재한다. 셀룰러 기반 D2D 통신을 위해서는 효과적인 간섭 제어가 매우 중요하고 이는 자원할당을 통해 이루어질 수 있다.

[0007] 셀룰러 기반 D2D 통신이 비면허 주파수 대역에서의 D2D 통신과 차별화되는 부분은 기지국이 자원 할당을 포함한 D2D 통신 제어에 관여할 수 있다는 점이다. 도 2는 셀룰러 기반 D2D 통신을 기지국의 개입 정도에 따라 세 가지 형태로 분류한 도면이다. 분산형(Distributed) D2D는 데이터 신호 및 제어 신호의 전달 시에 기지국이 전혀 개입하지 않으며, 중앙집중형(Centralized) D2D는 제어 신호는 기지국을 통해 전달하고 데이터 신호만 단말 간에 직접 전달한다.

[0008] 또한 중앙집중형 D2D 방식은 기지국이 링크들의 채널정보 또는 거리정보를 수집하여 이를 토대로 D2D 자원을 할당하는 방식으로, 성능은 우수하나 신호 처리의 부하가 크고 재난 상황과 같이 기지국이 제 기능을 하지 못하는 상황에서는 적용하기 어려운 단점이 있다. 그리고 분산형 D2D의 경우 D2D가 주변 간섭을 인지하여 스스로 자원을 할당하는 방식으로, 기지국이 받는 부하는 없지만 셀룰러 사용자의 자원할당이 동적으로 변하기 때문에 D2D 단말이 이를 제어하는데 어려움이 있다.

[0009] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제2008-0028347호(2008.03.31 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 기지국과 D2D 단말이 상호 협력적으로 D2D 자원할당을 수행하는 혼합형 D2D 방식을 사용하여 기존의 중앙집중형 및 분산형 D2D 방식의 문제점을 보완할 수 있는 간접 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법 및 그 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은, 기지국과, 상기 기지국이 관할하는 셀 내에 존재하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말을 포함하는 셀룰러 시스템 내에서 상기 기지국을 이용한 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법에 있어서, D2D 수신 단말이 자원 탐색을 통하여 획득한 가장 간섭량이 적은 리소스 블록의 정보 및 탐색 시점의 정보를 상기 D2D 수신 단말로부터 수신하는 단계와, 상기 셀룰러 단말 별로 시간에 따른 리소스 블록의 할당 정보를 저장하고 있는 자원 스케줄링 정보로부터, 상기 복수의 셀룰러 단말 중 상기 수신한 리소스 블록 및 탐색 시점에 대응하는 셀룰러 단말의 정보를 획득하는 단계, 및 상기 획득된 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 이용하여, 상기 셀룰러 단말의 주파수 자원을 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하는 단계를 포함하는 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법을 제공한다.
- [0012] 여기서, 상기 자원 스케줄링 정보는, 매시간 구간마다 상기 리소스 블록의 할당 값이 동적으로 변화하는 스케줄링 정보일 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 주파수 자원을 할당하는 단계는, 상기 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하며, 상기 D2D 수신 단말은, 상기 매시간 구간마다 상기 셀룰러 단말에 할당된 리소스 블록과 동일한 리소스 블록을 동적으로 사용하여 상기 D2D 송신 단말과 통신을 수행할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 주파수 자원을 할당하는 단계는, 상기 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보 내에서 현재 시점에 대응하는 하나의 리소스 블록만을 추출하고, 상기 하나의 리소스 블록만으로 구성된 고정된 자원 스케줄링 정보를 생성하여 상기 셀룰러 단말과 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하고, 상기 D2D 수신 단말은, 상기 매시간 구간마다 상기 셀룰러 단말에 할당된 리소스 블록과 동일한 리소스 블록을 정적으로 사용하여 상기 D2D 송신 단말과 통신을 수행할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 D2D 수신 단말은, 상기 D2D 송신 단말로부터 응답이 오지 않으면, 상기 자원 탐색을 재시도할 수 있다.
- [0016] 그리고, 본 발명은, 기지국과, 상기 기지국이 관할하는 셀 내에 존재하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말을 포함하는 셀룰러 시스템 내에서 상기 기지국에 포함된 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 장치에 있어서, D2D 수신 단말이 자원 탐색을 통하여 획득한 가장 간섭량이 적은 리소스 블록의 정보 및 탐색 시점의 정보를 상기 D2D 수신 단말로부터 수신하는 탐색 자원 수신부와, 상기 셀룰러 단말 별로 시간에 따른 리소스 블록의 할당 정보를 저장하고 있는 자원 스케줄링 정보로부터, 상기 복수의 셀룰러 단말 중 상기 수신한 리소스 블록 및 탐색 시점에 대응하는 셀룰러 단말의 정보를 획득하는 셀룰러 자원 검색부, 및 상기 획득된 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 이용하여, 상기 셀룰러 단말의 주파수 자원을 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당하는 자원 할당부를 포함하는 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따른 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법 및 그 장치에 따르면, D2D 단말로부터 간섭 인지에 기반한 최적의 셀룰러 자원을 피드백 받은 기지국이 이를 토대로 해당 셀룰러 단말과 동일 자원을 사용하도록 D2D 단말의 자원을 스케줄링함에 따라, 동적으로 변하는 셀룰러 자원을 D2D 단말이 효과적으로 공유할 수 있고 간섭의 영향을 최소화할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 D2D 통신 기술의 개념을 보여주는 도면이다.
- 도 2는 셀룰러 기반 D2D 통신을 기지국의 개입 정도에 따라 세 가지 형태로 분류한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에서 고려하는 셀룰러 시스템 모델의 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 장치의 구성도이다
- 도 5는 도 4를 이용한 자원 할당 방법의 흐름도이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 및 데이터 전송 흐름을 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 동적 동기화 스케줄링 방법을 위한 예시도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 정적 동기화 스케줄링 방법을 위한 예시도이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법의 모의 실험 결과를 레이아웃 옵션 별로 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법에서 D2D의 위치에 따른 CUE의 상대적인 SINR을 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법에 대한 Throughput 성능 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0020] 본 발명은 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법 및 그 장치에 관한 것으로서, 단말 간 직접통신(D2D 통신; Device-to-Device)을 지원하는 셀룰러 시스템에서 D2D 단말이 셀룰러 단말과 효과적으로 주파수 자원을 공유할 수 있도록 하는 방법을 제시한다.
- [0021] 이를 위해 본 발명의 실시예는 기지국과 D2D 단말이 상호 협력적으로 D2D 자원할당을 수행하는 혼합형 D2D 방식의 자원 할당 기법을 제안하며 기존의 중앙집중형 D2D 및 분산형 D2D 방식의 단점을 보완하도록 한다.
- [0022] 먼저 D2D 단말(D2D 수신 단말)은 간섭 인지 기술에 기반하여 셀 내의 주변에 존재하는 셀룰러 자원의 간섭 상황을 인지하고 자신의 D2D 링크와 공유하기에 가장 적합한 셀룰러 자원을 결정한다. D2D 단말은 이 정보를 기지국으로 보고하며, 기지국은 이 정보를 바탕으로 해당 셀룰러 자원에 대응하는 단말이 어떤 셀룰러 단말인지 확인한다. 이후 기지국은 해당 셀룰러 단말과 D2D 단말에게 동일한 자원을 할당해 줌으로써 간섭의 영향을 줄이면서 셀룰러와 D2D 링크가 효과적으로 자원을 공유하도록 한다.
- [0023] 도 3은 본 발명의 실시예에서 고려하는 셀룰러 시스템 모델의 구성도이다. 셀룰러 시스템 내에는 기지국(BS)과, 상기 기지국(BS)이 관할하는 셀 내에 존재하는 복수의 셀룰러 단말(CUE: Cellular User Equipment), 그리고 복수의 D2D 단말(D2D UE: D2D User Equipment)을 포함한다.
- [0024] 본 발명의 실시예는 단일 셀 환경에서 셀룰러 단말과 D2D 단말이 셀룰러 상향링크 자원을 공유하는 시나리오를 가정한다. 이는 일반적으로 상향링크 자원을 공유하는 것이 단말의 송신 RF 체인 재사용 및 간섭 측면에서 효과적인 것으로 알려져 있기 때문이다.
- [0025] 도 3에서 D2D 단말(D2D UE)들은 D2D 송신 단말(D2D Tx)과 D2D 수신 단말(D2D Rx)이 쌍(Pair)을 이루고 있으며, D2D 송신 단말과 D2D 수신 단말은 일정 거리 내에 존재한다고 가정한다. 또한, 각 셀룰러 단말의 송신 전력은 기지국에서의 수신 신호대 잡음비(SNR)가 기 설정된 목표치 값이 되도록 설정된다고 가정한다.
- [0026] 그리고 셀룰러 상향링크 자원은 N개의 자원블록(RB; Resource Block)으로 구성되어 있고 각 셀룰러 단말(CUE)은 하나의 RB를 할당받아서 상향링크 전송을 하는 것으로 가정한다. D2D (Tx/Rx) 단말은 셀룰러 단말(CUE)에 할당된 RB를 공유하는데, 편의상 D2D 링크별로 하나의 RB를 공유하는 것으로 가정한다.
- [0027] 도 3은 설명의 편의상 셀 내에 하나의 D2D 단말 페어를 도시하고 있으나 기지국(BS)이 관할하는 셀(기지국을 기준으로 하는 원형의 셀 영역) 내에서는 다수의 D2D 단말 페어가 존재할 수 있다.
- [0028] D2D 통신에서 D2D 송신 단말은 D2D 수신 단말로 직접 데이터를 전송한다. 물론, D2D 송신 단말과 D2D 수신 단말은 오로지 송신과 수신 기능에 각각 국한되지 않으며 데이터 전송에 대한 응답이나 확인, 사전에 기지국과의 정보 교류 등을 위한 신호의 송수신과 같은 통신 기능을 가지고 있다.
- [0029] 본 발명의 실시예에서는 D2D 수신 단말이 셀룰러 자원을 공유하기 위하여 셀룰러 단말로부터 받는 간섭의 크기를 측정하여 최적의 통신 성능을 얻을 수 있는 자원을 결정한다. 즉, D2D 수신 단말은 다수의 셀룰러 단말들로부터 오는 간섭량을 인지하기 위해 간섭 인지 기반의 기술을 사용한다. D2D 수신 단말은 셀룰러 단말들이 가진 RB들에 대해 센싱을 수행하여 간섭이 가장 적은 RB를 선택한다.
- [0030] 예를 들어, D2D 수신 단말은 간섭 인지 기술 중에서 스펙트럼 센싱 방법(Spectrum Sensing) 또는 캐리어 센싱 방법(Carrier Sensing)을 사용하여, 주변에 존재하는 모든 셀룰러 단말의 주파수 자원 중에서 간섭이 가장 작은 셀룰러 단말의 주파수 자원을 탐색할 수 있게 된다. 여기서, 스펙트럼 센싱 방법은 인지 무선 시스템에서 부사용자가 주사용자의 스펙트럼 사용 여부를 판단하기 위한 기술로 에너지 검출, 신호 특성 검출 등이 대표적이다. 에너지 검출의 경우 검출된 에너지 값이 가장 작은 RB를 탐색하면 된다. 상기의 스펙트럼 센싱 및 캐리어 센싱

기법은 기 공지된 기술로서 구체적인 설명은 생략한다.

- [0031] 도 3의 경우, 특정 D2D 수신 단말이 받는 간섭을 도식적으로 보여준다. 만일 셀 내의 다수의 셀룰러 단말들이 동일한 송신 전력을 사용하고, 거리에 따른 경로손실만 고려하는 경우, D2D 수신 단말에서 가장 멀리 떨어진 셀룰러 단말에 할당된 RB에서 가장 최소의 간섭이 측정될 것이다.
- [0032] 물론 실제 환경에서는 셀룰러 단말마다 송신 전력이 다르고 섀도우(Shadow) 효과 및 페이딩(Fading)의 영향으로 최적의 RB에 해당되는 셀룰러 단말이 단순히 가장 멀리 있는 셀룰러 단말이 아닐 수도 있다. 하지만 채널 상황이 변하지 않는다면 간섭 인지 과정에서 가장 간섭이 작다고 판단된 RB를 공유하는 것이 가장 바람직하다.
- [0033] 본 발명의 실시예에서 자원 할당을 수행하는 주체는 기지국(BS)으로서 이하에서 설명하는 자원 할당 장치는 기지국에 포함된 것을 의미한다. 여기서, 자원 할당을 위한 주체는 기지국이지만 자원 할당을 위한 간섭 정보는 D2D 단말에서의 간섭 인지(ex, 스펙트럼 센싱)에 의해 결정된다. 이러한 과정을 통해 동적으로 변하는 셀룰러 자원을 D2D 링크가 효과적으로 공유할 수 있다.
- [0034] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 장치 및 그 방법에 관하여 더욱 상세히 설명한다.
- [0035] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 장치의 구성도이고, 도 5는 도 4를 이용한 자원 할당 방법의 흐름도이다. 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 장치(100)는 탐색 자원 수신부(110), 셀룰러 자원 검색부(120), 자원 할당부(130), 스케줄링 DB(140)를 포함한다.
- [0036] 우선 셀 내의 다수의 셀룰러 단말(CUE)에는 시간에 따라 서로 직교하는 주파수 자원이 할당되어 있다. 기지국(BS)은 각 셀룰러 단말에 할당된 자원에 대한 RB(Resource Block) 정보를 시간과 주파수 축으로 구성된 자원 할당 맵에 저장하고 있다. 본 실시예에 따르면 셀 내의 다수의 셀룰러 단말 중에서도 D2D 단말에 대한 간섭의 영향이 최소인 셀룰러 단말의 주파수 자원을 D2D 단말에 할당한다.
- [0037] 우선 D2D 수신 단말(D2D Rx)은 간섭 인지(ex, 스펙트럼 센싱)를 이용하여 주변에서 감지되는 리소스 블록(RB) 중 가장 간섭량이 적은 리소스 블록(RB)의 정보를 탐색한다. 이후, D2D 수신 단말(D2D Rx)은 상기 탐색된 리소스 블록의 정보 및 그 탐색 시점에 대한 정보를 기지국(BS)에 보고하면서, 이와 동시에 기지국(BS)에 자원 할당을 요청한다.
- [0038] 이하에서는 상기의 내용을 바탕으로 기지국(BS)의 관점에서 설명한다. 우선, 기지국(BS) 내의 탐색 자원 수신부(110)는 상기 D2D 수신 단말(D2D Rx)이 자원 탐색을 통하여 획득한 가장 간섭량이 적은 리소스 블록의 정보 및 탐색 시점에 대한 정보를 D2D 수신 단말(D2D Rx)로부터 수신한다(S510).
- [0039] 기지국(BS)은 사전에 각 셀룰러 단말에 대한 자원 스케줄링 정보를 스케줄링 DB(140)에 저장하고 있다. 여기서, 스케줄링 DB(140)에 기 저장된 자원 스케줄링 정보란 셀 내의 셀룰러 단말 각각에 대한 시간에 따른 리소스 블록의 할당 정보를 의미한다. 즉, 자원 스케줄링 정보에는 하나의 셀룰러 단말에 대하여 매시간 구간마다 리소스 블록 값이 동적으로 할당되도록 스케줄링이 되어 있다.
- [0040] S510 단계 이후, 상기 기지국(BS)은 상기 스케줄링 DB(140)에 저장된 자원 스케줄링 정보를 바탕으로, 상기 탐색 시점에 대응하는 시점에 해당 리소스 블록이 할당되었던 셀룰러 단말이 어떤 셀룰러 단말인지 확인할 수 있다. 즉, 셀룰러 자원 검색부(120)는 상기 자원 스케줄링 정보를 참조하여, 상기 복수의 셀룰러 단말 중 상기 수신한 리소스 블록 및 탐색 시점에 대응하는 셀룰러 단말의 정보를 획득한다(S520).
- [0041] 다음, 자원 할당부(130)는 상기 스케줄링 DB(140) 내의 자원 스케줄링 정보 내에서 상기 획득된 셀룰러 단말에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 이용하여, 상기 셀룰러 단말의 주파수 자원을 상기 D2D 수신 단말 및 D2D 송신 단말에 동시에 할당한다(S530).
- [0042] 이에 따라, 상기 D2D 수신 단말과 D2D 송신 단말은 상기 자원 할당부(130)로부터 할당받은 주파수 자원을 이용하여 단말 간 직접 데이터 통신을 수행하면 된다. 결과적으로 D2D 단말은 가장 최소의 간섭을 가지는 셀룰러 단말의 RB를 공유하여 통신을 수행한다. 또한, D2D 단말은 해당 셀룰러 단말에 대해 동적으로 가변하는 자원 스케줄링 정보를 그대로 따라가면 되므로 해당 셀룰러 단말의 RB가 시간에 따라 동적으로 바뀐다 하더라도 주파수 자원을 그에 대응되도록 공유할 수 있게 된다.
- [0043] 일반적으로 셀룰러 네트워크에서 셀룰러 단말에 대한 자원할당은 스케줄링 주기로 변하기 때문에 D2D 단말이 자원 탐색 과정에서 찾은 RB이 무의미해지는 문제점이 발생하는데, 본 발명에서는 상기와 같이 기지국에 도움을 받아 D2D 단말의 최적 RB과 같은 시간 때 해당 RB를 할당받은 셀룰러 단말을 기준으로 동기화된 스케줄링을 통

하여 D2D 및 셀룰러 자원할당을 수행하므로 이러한 문제점을 해결할 수 있다.

- [0044] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 및 데이터 전송 흐름을 나타내는 도면이다. 앞서 설명한 바와 같이, 먼저 D2D 통신을 하고자 하는 D2D 수신 단말(D2D Rx)은 간섭 인지를 통한 자원 탐색을 통해 최적의 RB를 판별한다. 그리고, 판별된 최적의 RB와 탐색 시점에 대한 정보를 기지국(BS)에 보고하면서 이와 동시에 자원 할당을 요청한다.
- [0045] 그러면, 기지국(BS)은 셀 내의 복수의 셀룰러 단말 중에서 D2D 수신 단말(D2D Rx)이 자원 탐색을 수행한 시점 정보 및 상기 최적의 RB 정보와 모두 대응하는 하나의 셀룰러 단말(CUE)을 확인한다. 이를 위해 기지국(BS)은 자원 스케줄링 정보를 일정 시간 동안 저장하는 것이 필요할 수 있다.
- [0046] 이후, 기지국(BS)은 셀룰러 단말(CUE)과 D2D 단말(D2D Rx, D2D Tx)의 자원 스케줄링을 동기화시키고 이 동기화 정보를 각 단말에 브로드캐스팅(Broadcasting)한다. 이와 같은 과정을 통하여, D2D 단말은 자원 탐색 과정에서 간섭이 가장 적다고 판단된 셀룰러 단말(CUE)과 동일한 RB를 지속적으로 공유하는 것이 가능하게 된다.
- [0047] D2D 통신을 수행하는 과정 중에 NACK(Negative Acknowledgment)가 많이 발생하게 되면, 단말의 이동 등으로 간섭 상황이 바뀌었을 가능성이 크므로, D2D 수신 단말(D2D Rx)은 자원의 재탐색을 수행하고 위와 동일한 방법으로 기지국(BS)으로부터 RB를 할당받을 수 있다.
- [0048] 자원 탐색에 소요되는 시간과 기지국에 보고하는데 걸리는 피드백 지연은 기본적으로 셀룰러 단말의 CQI(Channel Quality Indicator) 측정 및 피드백 지연에 동일하다고 가정할 수 있다. 따라서 CQI 수준의 정확도를 갖는 간섭 측정이 가능하며 피드백 지연에 의한 채널 변화는 미약하다고 할 수 있다. 3GPP LTE 규격에 따르면, CQI 피드백 지연은 4개의 subframe 구간, 즉 4ms이다. 이는 단말이 100km/hr의 속도로 이동하는 경우 약 11cm의 거리를 움직이는 시간으로 피드백 지연에 따른 채널 변화는 미미할 것으로 예상된다.
- [0049] 이상과 같은 본 발명의 실시예는 구체적으로는 두 가지 실시예로 구분될 수 있다. 하나는 동적 동기화 스케줄링 방법이고, 다른 하나는 정적 동기화 스케줄링 방법이다.
- [0050] 전자의 경우는 시간에 따라 동적으로 스케줄링되어 있는 셀룰러 단말의 자원 정보를 그대로 D2D 단말에 할당하여, D2D 단말을 셀룰러 단말의 할당 자원에 맞게 동적 동기화하는 경우이다.
- [0051] 후자의 경우는 시간에 따라 동적으로 스케줄링되어 있는 셀룰러 단말의 자원 스케줄링 정보를 하나의 RB를 가지는 고정된 스케줄링 정보로 변경하고, 이 고정된 스케줄링 정보를 D2D 단말과 셀룰러 단말에 할당하여, D2D 단말을 정적 동기화하는 경우이다.
- [0052] 먼저, 도 7을 참조하여 동적 동기화 스케줄링의 세부적인 과정을 설명하면 다음과 같다. 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 동적 동기화 스케줄링 방법을 위한 예시도이다.
- [0053] 도 7에는 기지국의 상향링크 스케줄링 도표가 도시되어 있으며, 이는 각 셀룰러 단말에 대한 자원 스케줄링 정보에 해당된다. 이를 참조하면, 자원 스케줄링 정보는 하나의 셀룰러 단말에 대하여 매시간 구간(T1, T2, ...)마다 상기 리소스 블록의 할당 값이 동적으로 변화하는 것을 알 수 있다.
- [0054] 예를 들어, 셀룰러 단말 UE6의 스케줄링 정보의 경우, T1과 T2 시간에는 RB6이, T3와 T4 시간에는 RB7이, T5 시간에는 RB6이, T6과 T7 시간에는 RB5로 할당되는 것으로 스케줄링되어 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0055] 우선, T1 시간 동안 D2D 수신 단말(D2D Rx)은 자원 탐색을 수행하여 간섭량이 가장 적은 RB를 선택한다(도 7의 D2D 자원 탐색 도표 참조).
- [0056] 다음, T2 시간에 D2 수신 단말(D2D Rx)은 이 RB6에 대한 정보와 이 정보가 탐색된 시점(T1)에 대한 정보를 기지국(BS)으로 보고하면서 자원 할당을 요청한다. 그러면, 기지국(BS)에서는 전달받은 RB6에 대한 정보를 확인한 후, 도 7의 상향링크 스케줄링 도표 상에서 이전의 T1 시간의 스케줄링 정보를 확인하여, 해당 셀룰러가 UE6임을 확인한다.
- [0057] 그리고 T3 시간에 기지국(BS)은 셀룰러 사용자들에 대한 스케줄링을 참조하여, T3 시간에 UE6에 할당되는 RB7을 D2D 단말(D2D Tx, D2D Rx)에 동시에 할당한다.
- [0058] T4 시간에 D2D 단말(D2D Tx, D2D Rx)은 UE6가 사용하는 RB7를 사용하여 서로 통신한다.
- [0059] 이후부터 D2D 단말(D2D Tx, D2D Rx)은 매 시간구간마다 기지국(BS)으로부터의 스케줄링 정보를 확인하여 UE6가 사용하는 RB와 동일한 RB를 사용하여 통신한다. T3 시간 이후의 D2D 할당 자원은 도 7의 우측에 있는 D2D 스케

줄링 도표를 참조하면 된다.

- [0060] 이와 같이, 동적 동기와 스케줄링 방법의 경우, 주파수 자원 할당 시, 해당 셀룰러 단말(UE6)에 대응하는 자원 스케줄링 정보를 두 D2D 단말(D2D Tx, D2D Rx)에 동시에 할당한다. 할당되는 자원 스케줄링 정보는 앞서와 같이 매 시간구간 따라 UE6에 할당되는 리소스 블록의 할당 값이 동적으로 변화하고 있다. 따라서, 이 경우, D2D 수신 단말(D2D Rx)은, 매시간 구간마다 UE6에 할당된 리소스 블록과 동일한 리소스 블록을 동적으로 사용하여 D2D 송신 단말(D2D Tx)과 통신을 수행하게 된다.
- [0061] 또한, 이와 같은 데이터 통신 과정에서, 상기 D2D 수신 단말(D2D Rx)은, 상기 D2D 송신 단말(D2D Tx)로부터 응답이 오지 않으면, 상기 자원 탐색을 재시도한다. 도 7의 경우 T8 시간에 자원 탐색을 재수행하여 가장 간섭이 적은 자원을 RB3로 탐색하고, 기지국은 이 T8 시점과 RB3 자원에 대응하는 셀룰러 단말인 UE1을 선택하고, 이후 시간부터 이 UE1에 할당된 주파수 자원을 D2D 단말에 공유한다.
- [0062] 다음은 정적 동기화 스케줄링 방법을 설명한다. 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 정적 동기화 스케줄링 방법을 위한 예시도이다.
- [0063] 이러한 정적 동기화 스케줄링 방법의 경우, 하나의 셀룰러 단말에 대하여 매시간 구간(T1, T2, ...)마다 리소스 블록(RB)의 할당 값이 동적으로 변화하는 자원 스케줄링 정보를 하나의 RB만으로 구성된 고정된 자원 스케줄링 정보로 변경하여 D2D 단말과 자원을 공유한다. 또한, 이를 위해 셀룰러 단말의 스케줄링 정보 또한 상기 고정된 자원 스케줄링 정보로 동기화한다. 그 세부적인 과정은 다음과 같다.
- [0064] 우선, T1 시간에 D2D 수신 단말(D2D Rx)은 자원 탐색을 수행하여 간섭 양이 가장 적은 RB6을 선택한다.
- [0065] 다음, D2 수신 단말(D2D Rx)은 이 RB6에 대한 정보와 이 정보가 탐색된 시점(T1)에 대한 정보를 기지국(BS)으로 보고하면서 자원 할당을 요청한다. 기지국(BS)에서는 전달받은 RB6에 대한 정보를 확인한 후, 이전 T1 시간의 스케줄링 정보를 확인하여 해당 셀룰러가 UE6임을 확인한다. 여기까지는 앞서 도 7의 정적 동기화 스케줄링 방법에서와 동일하다.
- [0066] 이후의 T3 시간부터는 T3 시간에 UE6에 할당되어 있는 RB7만을 이용하여 스케줄링 정보를 고정하여 사용한다. 또한 이 고정된 스케줄링 정보는 UE6과 D2D 단말에 동시 할당된다. 도 8에 도시된 기지국의 상향링크 스케줄링에 대한 도표는 상기 고정된 스케줄링 정보에 해당되는 것으로서 앞서 도 7과는 상이한 것을 확인할 수 있다. 즉, T3 시간에 기지국(BS)은 고정된 스케줄링을 참조하여 T3 시간에 UE6에 할당되는 RB7을 D2D 단말(D2D Tx, D2D Rx)에 동시에 할당한다. T4 시간에서 또한 D2D 단말(D2D Tx, D2D Rx)은 UE6이 사용하는 RB7를 사용하여 통신한다.
- [0067] 이후부터 기지국은 UE6에 대한 스케줄링 정보를 RB7에 고정하고 D2D의 자원 스케줄링 또한 마찬가지로 RB7에 고정되도록 한다. 따라서, D2D 단말(D2D Tx, D2D Rx)은 매 시간구간마다 RB7를 이용하여 서로 통신한다.
- [0068] 이와 같이, 정적 동기와 스케줄링 방법의 경우, 주파수 자원 할당 시, 해당 셀룰러 단말(UE6)에 대응하는 자원 스케줄링 정보 내에서 현재 시점에 대응하는 하나의 리소스 블록만을 추출하고, 상기 하나의 리소스 블록만으로 구성된 고정된 자원 스케줄링 정보를 생성하여 상기 셀룰러 단말(UE6)과 상기 D2D 수신 단말(D2D Rx) 및 D2D 송신 단말(D2D Tx)에 동시에 할당하는 방법을 사용한다.
- [0069] 이에 따라, 상기 D2D 수신 단말(D2D Rx)은, 매시간 구간마다 상기 UE6에 할당된 리소스 블록과 동일한 리소스 블록 RB7만을 정적으로 사용하여 D2D 송신 단말(D2D Tx)과 통신을 수행한다. 물론 이 경우 또한, 상기 D2D 수신 단말(D2D Rx)은, D2D 송신 단말(D2D Tx)로부터 응답이 오지 않으면, 상기 자원 탐색을 재시도하고, 상기의 과정을 반복한다.
- [0070] 결론적으로, 도 7에 도시된 동적 동기화 스케줄링 방법은 셀룰러 스케줄링 정보를 중심으로 D2D 스케줄링을 맞추는 방식이다. 셀룰러의 스케줄링 정보는 동적으로 변하기 때문에 이에 따라 D2D의 스케줄링을 변화시켜야 하며, D2D는 자원할당 정보를 셀룰러와 마찬가지로 수시로 확인해야 한다.
- [0071] 도 8에 도시된 정적 동기화 스케줄링은 D2D의 자원 탐색 정보를 중심으로 셀룰러 스케줄링 정보를 고정시키는 방식이다. 셀룰러 단말의 스케줄링 고정으로 인하여 셀룰러 성능이 하향될 수는 있으나, D2D는 첫 자원할당 후 자원 재탐색 전까지 추가적인 스케줄링 정보를 확인하지 않아도 되므로 부하가 줄어드는 장점이 있다.
- [0072] 이상과 같은 본 발명의 실시예에 따르면, D2D 단말이 간섭 인지 기술을 이용하여 스스로 자원 탐색을 수행하므로 중앙집중형 D2D 방식보다 기지국의 부하를 줄일 수 있으며, 분산형 D2D 방식에서 셀룰러 스케줄링의 동적 변

화로 인한 제어의 문제점을 기지국의 보조를 받아 셀룰러 단말과 D2D 단말 간의 동기화 스케줄링을 통하여 해결할 수 있다.

이하에서는 본 발명의 실시예에 대한 모의 실험 결과를 설명한다.

LTE-Advanced 시스템에서는 D2D 기술의 성능 평가를 위해 다음과 같이 여섯 가지의 Layout Option이 정의되어 있다.

1) Option 1: Urban macro (500m ISD) + 1 RRH / Indoor Hotzone per cell

2) Option 2: Urban macro (500m ISD) + 1 Dual stripe per cell

3) Option 3: Urban macro (500m ISD) (all UEs outdoor)

4) Option 4: Urban macro (500m ISD) + 3 RRH / Indoor Hotzone per cell

5) Option 5: Urban macro (1732m ISD)

6) Option 6: Urban macro (100m ISD)

Option 1, 2, 3, 4, 6의 경우는 3GPP Case 1에 정의된 파라미터를 사용하고, Option 5의 경우는 3GPP Case 3 파라미터를 사용한다. 제안하는 자원할당 기법의 성능 평가를 위해 가장 일반적인 환경인 Option 1과 Option 3을 고려하였다. Option 1 환경에서는 전체 단말 중 2/3는 소형 셀 내에, 나머지 1/3은 소형 셀 밖의 매크로 셀 내에 균일하게 배치하였다. Option 3 환경에서는 매크로 셀 내에 모든 사용자들을 균일하게 배치하였다.

모든 통신링크(셀룰러-기지국, 셀룰러-RRH(스몰 셀), D2D Tx-D2D Rx) 및 간섭링크(CUE-D2D Rx, D2D Tx-기지국, D2D Tx-RRH, D2D Tx-Other D2D Rx)에는 거리에 따른 경로손실과 서로 독립적인 Rayleigh 페이딩을 적용하였다. 경로손실 지수(Exponent)는 공통적으로 3.5로 설정하였다.

표 1은 모의실험에 적용한 주요 파라미터 값을 정리한 것이다.

표 1

파라미터	값
전체 UE의 수	100
CUE의 수	2/3 or 1/3 UE's
D2D UE의 수	1/3 or 2/3 UE's
RB의 수	100
CUE의 SNR 목표치	20dB
매크로 셀 반경	167m (500m ISD)
소형 셀 반경	40m
D2D 최대 통신 거리	40m

셀 안의 전체 UE 수는 100으로 설정하였고, CUE(Cellular User)의 수가 D2D 사용자보다 많은 경우(CUE가 2/3, D2D 사용자가 1/3)와 CUE의 수가 D2D 사용자보다 적은 경우(CUE가 1/3, D2D UE가 2/3)로 나누어서 성능을 비교하였다. CUE의 숫자와 RB의 수는 일치시켜 CUE마다 하나의 RB가 할당된다고 가정하였고, CUE의 송신전력 결정을 위한 목표 SNR 값은 편의상 20dB로 고정하였다. 매크로 셀 반경은 500m ISD의 한 섹터에 해당되는 167m로 설정하였다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법의 모의 실험 결과를 레이아웃 옵션 별로 나타낸 도면이다.

도 9의 (a)는 Option 1의 경우 CUE의 위치에 따른 D2D 링크의 상대적 SINR 값을 나타낸 것이다. 이러한 (a)의 경우는 D2D UE가 소형 셀로부터 먼 위치에 있는 경우로서 소형 셀 내에 있는 CUE와 매크로 셀 부근의 CUE의 자원을 공유할 때 가장 높은 SINR을 나타낸다. 이는 CUE의 전력제어 때문에 eNB(기지국)와 가까운 CUE는 먼 곳에 위치한 CUE보다 낮은 전력으로 송신하고, 또한 소형 셀의 CUE는 매크로 셀의 CUE보다 낮은 전력을 사용하여 D2D가 받은 간섭이 상대적으로 약하기 때문이다.

도 9의 (b)는 D2D UE가 eNB(기지국)와 소형 셀의 중간 지점에 위치하는 경우이다. 이때는 eNB(기지국)와 RRH(소형 셀) 부근의 CUE의 자원을 공유할 때 가장 높은 SINR을 얻을 수 있게 된다.

도 9의 (c)는 D2D UE가 소형 셀 내에 위치하는 경우이다. 소형 셀 내의 CUE의 자원은 높은 간섭을 받게 되어 사

용하기 어렵다. 따라서, 소형 셀에 위치한 D2D UE는 eNB(기지국)에 가까운 CUE의 자원을 공유할 때 간섭이 최소화된다.

[0090] 도 9의 (d)는 Option 3 환경에서의 CUE의 위치에 따른 D2D의 상대적 SINR 값을 나타낸 것이다. Option 3 환경에서는 매크로 셀 내에 모든 UE들이 균일하게 분포하고 있어 도 9의 (b)의 경우와 마찬가지로 eNB(기지국)와 가까운 CUE의 자원을 공유할수록 높은 SINR을 얻을 수 있게 된다.

[0091] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법에서 D2D의 위치에 따른 CUE의 상대적인 SINR을 나타낸 도면이다. 도 10에서 알 수 있듯이 CUE가 받는 간섭을 줄이기 위해서는 D2D가 eNB(기지국) 및 RRH(소형 셀)와 일정 거리 이상 떨어져 있거나 D2D의 전송 전력을 줄여야 하는 문제가 있다. 이 문제를 해결하기 위한 방법으로 매크로 셀의 D2D UE는 소형 셀의 CUE의 자원을 공유하고, 소형 셀의 D2D UE는 매크로 셀의 CUE의 자원을 공유할 수 있다.

[0092] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법에 대한 Throughput 성능 결과를 나타내는 도면이다.

[0093] 우선, 도 11의 (a)는 CUE가 D2D UE보다 많은 경우 Option 1 환경에서 제안하는 자원할당 기법을 적용한 경우와 분산형 D2D 자원 할당의 경우에 대한 D2D UE의 성능, CUE의 성능 및 전체 셀의 Throughput 성능을 비교하였다.

[0094] 분산형 D2D 자원할당은 eNB의 개입 없이 D2D UE 자체적으로 자원할당을 하는 경우로서 CUE의 자원 정보가 스케줄링 주기로 변하기 때문에 간섭을 인지하는 것이 무의미하다. 결과적으로 D2D가 임의로 CUE 자원을 선택하여 사용하는 것으로 볼 수 있어서 Random Pairing으로 명명하였다. 제안하는 자원할당 기법을 적용하여 셀룰러 시스템에서 D2D 통신을 지원하면 Random Pairing의 경우보다 상당한 D2D 성능 이득 이득을 얻을 수 있으며 셀룰러 시스템의 성능 손실 또한 적음을 확인할 수 있다. 결과적으로 제안한 기법의 전체 셀 Throughput 이득은 Random Pairing 보다 훨씬 크다는 점을 확인할 수 있다.

[0095] 도 11의 (b)는 CUE가 D2D UE보다 많은 경우 Option 3 환경에서의 성능 비교를 나타낸 것이다. 소형 셀이 존재하지 않는 경우 D2D는 CUE로부터 더 큰 간섭을 받게 된다. 이러한 환경에서 제안한 기법과 Random Pairing의 성능은 극명한 차이를 보이게 된다. Random Pairing은 D2D의 성능 이득이 적고 CUE의 성능 손실로 인하여 전체 셀의 성능 향상을 기대할 수 없다. 하지만 제안한 기법을 적용하는 경우 D2D 성능은 Random Pairing에 비해 훨씬 큰 이득을 얻을 수 있으며 전체 셀의 성능 향상 폭 또한 매우 큼을 확인할 수 있다.

[0096] 도 11의 (c)와 (d)는 Option 1 환경과 Option 3 환경에서 CUE보다 D2D UE수가 더 많은 경우로서, D2D UE가 선택할 수 있는 자원이 도 11의 (a)와 (b)보다 상대적으로 적기 때문에 하나의 CUE 자원을 다수의 D2D UE가 경우가 많이 발생한다. 따라서 D2D로부터 CUE가 받는 간섭이 크기 때문에 CUE의 성능 감소 폭이 매우 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 앞선 결과와 마찬가지로 제안한 기법을 적용하면 Random Pairing 보다 D2D 및 전체 셀 성능에서 큰 이득을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

[0097] 이상과 같은 본 발명에 따른 간섭 인지 기반의 D2D 자원 할당 방법 및 그 장치에 따르면, D2D 단말로부터 간섭 인지에 기반한 최적의 셀룰러 자원을 피드백 받은 기지국이 이를 토대로 해당 셀룰러 단말과 동일 자원을 사용하도록 D2D 단말의 자원을 스케줄링함에 따라, 동적으로 변하는 셀룰러 자원을 D2D 단말이 효과적으로 공유할 수 있고 간섭의 영향을 최소화할 수 있는 이점이 있다.

[0098] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

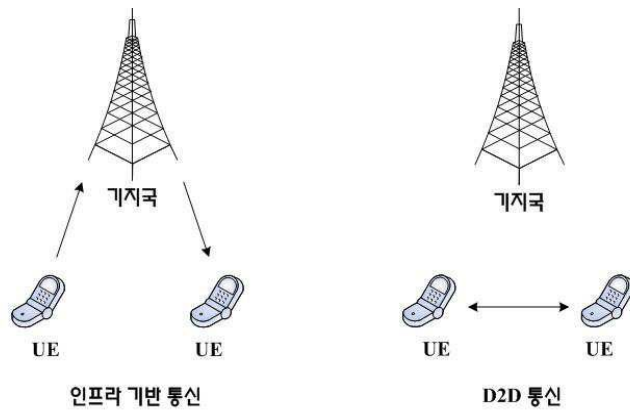
부호의 설명

[0099]

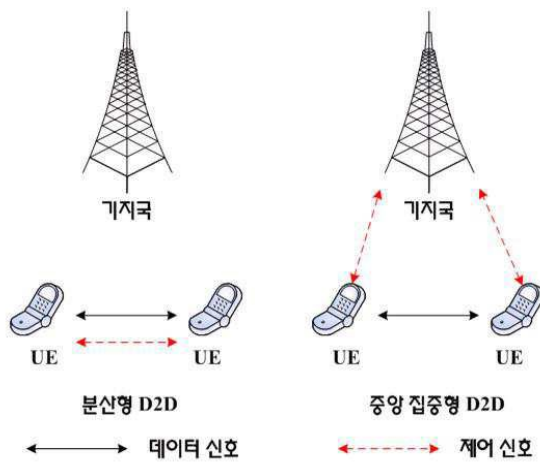
100: 자원 할당 장치	110: 탐색 자원 수신부
120: 셀룰러 자원 검색부	130: 자원 할당부
140: 스케줄링 DB	

도면

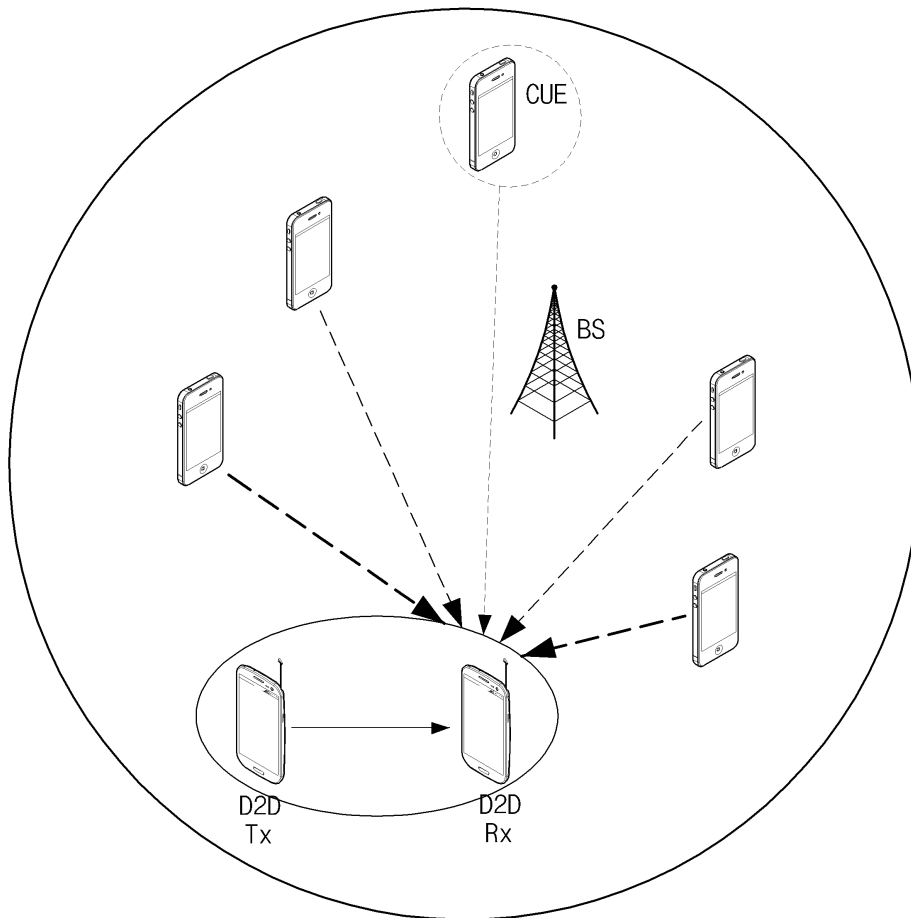
도면1



도면2



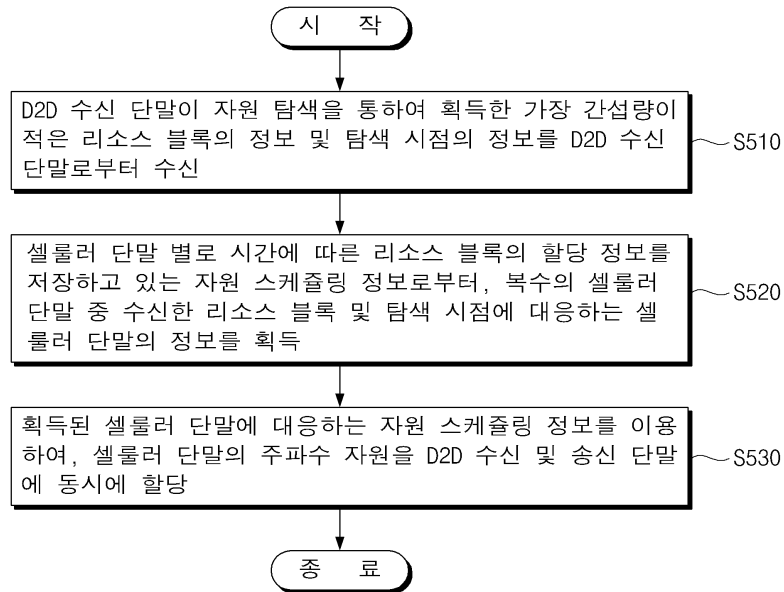
도면3



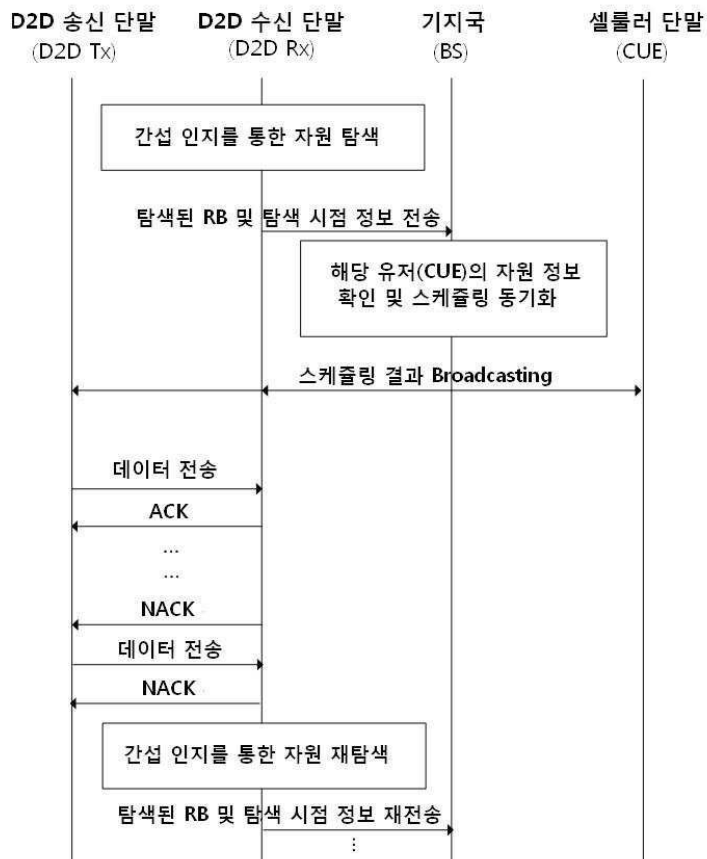
도면4



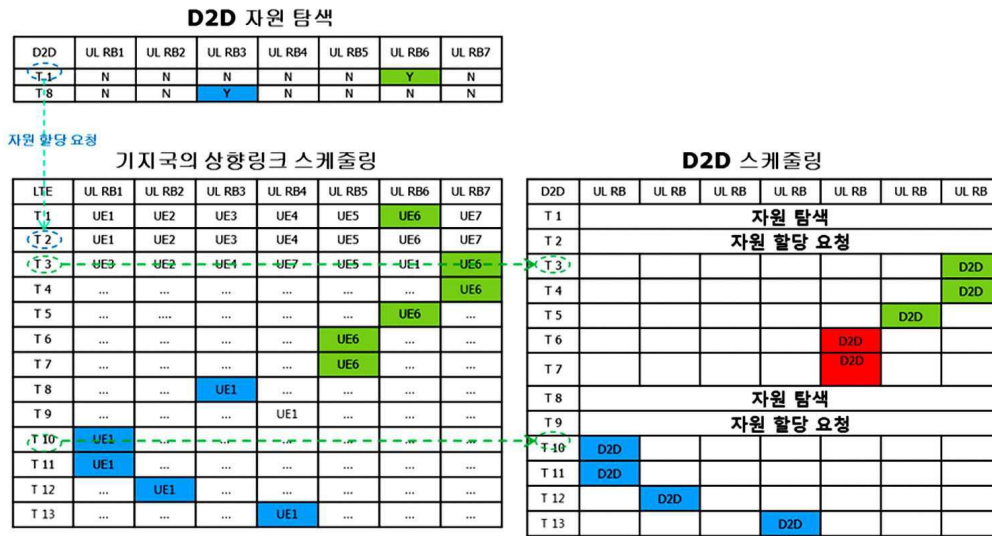
도면5



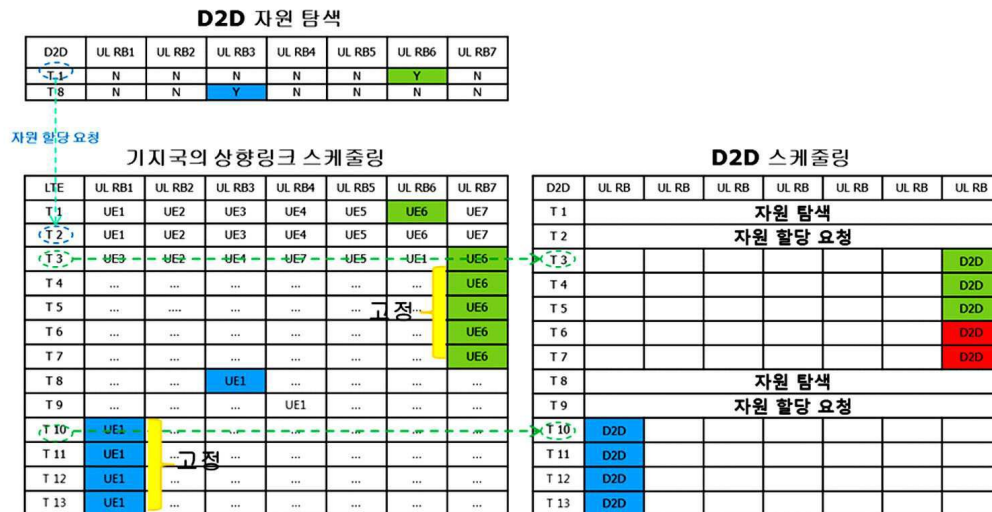
도면6



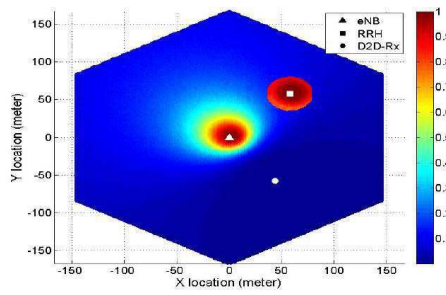
도면7



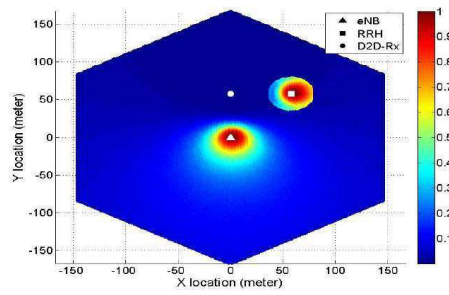
도면8



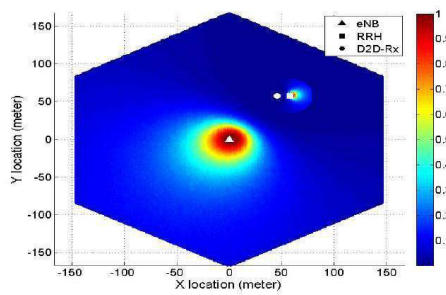
도면9



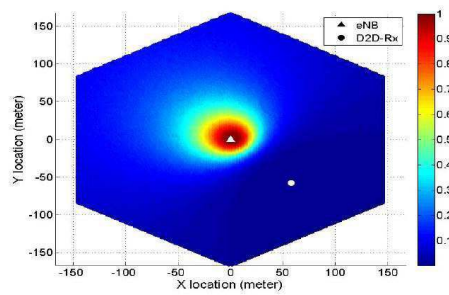
(a) Option 1 (Example 1)



(b) Option 1 (Example 2)

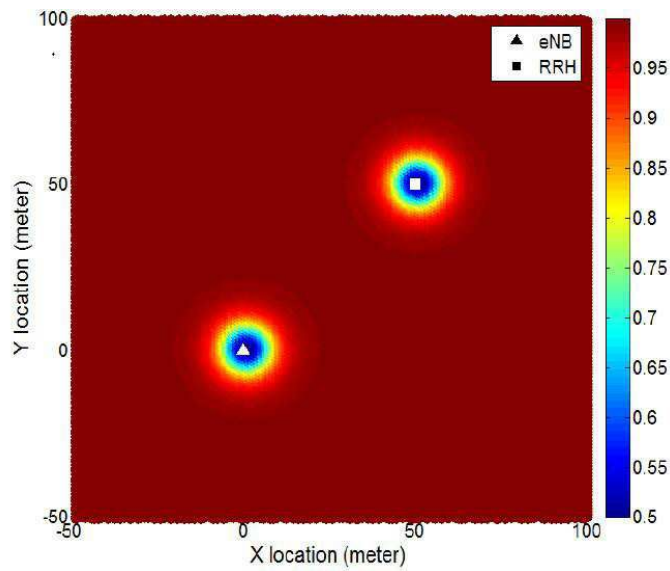


(c) Option 1 (Example 3)

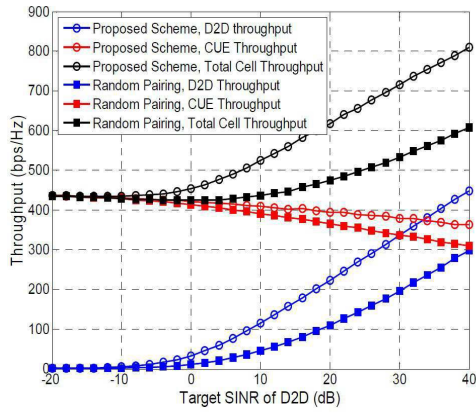


(d) Option 3

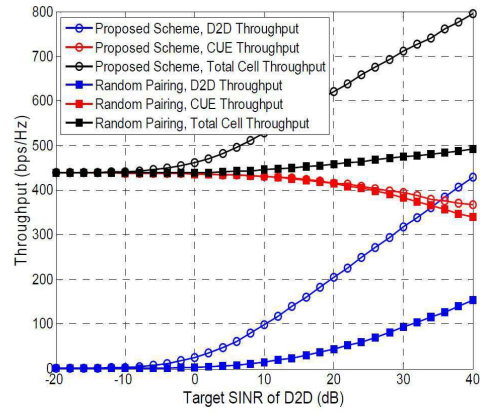
도면10



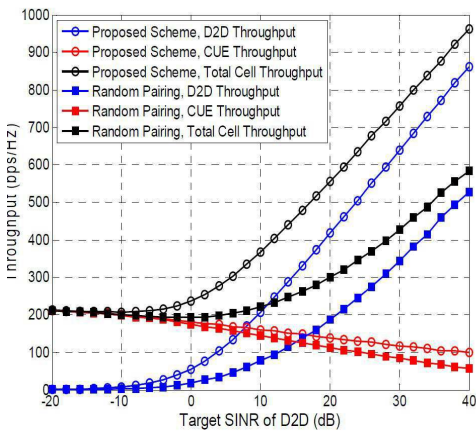
도면11



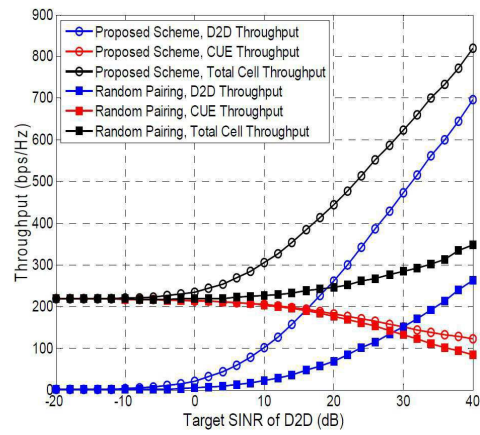
(a)



(b)



(c)



(d)