



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월23일

(11) 등록번호 10-1595698

(24) 등록일자 2016년02월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 72/08 (2009.01) H04W 72/04 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04W 72/082 (2013.01)

H04W 72/0453 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0085249

(22) 출원일자 2015년06월16일

심사청구일자 2015년06월16일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110033079 A

KR1020110089311 A

KR1020130134821 A

KR1020100101280 A

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

장경희

서울특별시 마포구 신수로2길 26, 1103호 (현석동, 밤섬예가클래식아파트)

이운봉

인천광역시 남구 인하로 100, 제2기숙사 514호(용현동, 인하대학교)

칼립 지산

인천 남구 인하로 100, 전자공학과 이동통신연구실 (용현동, 인하대학교)

(74) 대리인

양성보

전체 청구항 수 : 총 10 항

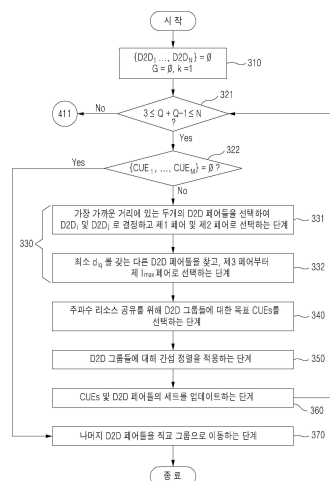
심사관 : 이재운

(54) 발명의 명칭 셀룰러 네트워크에서 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭탐지를 활용한 자원공유 방법 및 장치

(57) 요약

다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법 및 장치가 제시된다. 본 발명에서 제안하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법은 D2D 통신 요청을 초기화하고, D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정하는 단계, 상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 단계, 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 단계, 상기 D2D 그룹들에 대해 간섭 정렬을 적용하는 단계, 상기 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트하는 단계, 상기 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H04W 72/048 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711014156

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학 IT연구센터 육성·지원

연구과제명 스마트한 주파수 이용을 위한 스펙트럼 및 전파기술

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2015.01.01 ~ 2015.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법에 있어서,
D2D 통신 요청을 초기화하고, D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정하는 단계;
상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 단계;
주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 단계;
상기 D2D 그룹들에 대해 간섭 정렬을 적용하는 단계;
상기 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트하는 단계; 및
상기 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 단계
를 포함하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 D2D 통신 요청을 초기화하고, D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정하는 단계는,
 $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인지 판단하고, $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단하는 단계;
 $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인지 판단하고, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단하는 단계;
 $0 < N \leq 2$ 인지 판단하고, $0 < N \leq 2$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단하는 단계; 및
 $N = 0$ 인 경우 상기 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법의 수행을 종료하는 단계
를 포함하고,
여기에서 3은 상기 D2D 페어들의 하한선, $l_{\max}$ 는 상기 D2D 페어들의 상한선, N는 상기 D2D 페어들의 수를 나타내
는 것
을 특징으로 하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 단계는,
 $3 \leq l_{\max} \leq N$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하여
제1 D2D페어 및 제2 D2D 페어로 결정하고, 가까운 거리 순서대로 제 $l_{\max}$ D2D페어까지 결정하는 단계;
 $3 \leq N \leq l_{\max}$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하여
제1 D2D페어 및 제2 D2D 페어로 결정하고, 가까운 거리 순서대로 제N D2D페어까지 결정하는 단계; 및
 $0 < N \leq 2$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 임의의 D2D 페어를 선택하고, 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs
사이의 각도를 계산하는 단계

를 포함하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 단계는,

상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산하고, 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족할 경우, 해당 CUEs를 주파수 자원 공유 후보들로 선택하고, 상기 D2D 페어 및 상기 주파수 자원 공유 후보들로 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산하는 것

을 특징으로 하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우, 해당 D2D를 직교 그룹으로 이동하는 것

을 특징으로 하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

$0 < N \leq 2$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 임의의 D2D 페어를 선택하고, 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산하는 단계는,

상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족할 경우, 해당 CUEs를 주파수 자원 공유 후보들로 선택하고, 상기 D2D 페어 및 상기 주파수 자원 공유 후보들로 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산하는 것

을 특징으로 하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우, 해당 D2D를 직교 그룹으로 이동하는 것

을 특징으로 하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트하는 단계는,

상기 D2D 페어들로부터 최대 거리를 갖는 CUE를 찾고, 상기 CUE는 상기 D2D 페어를 갖는 주파수 자원 공유를 위해 선택되는 것

을 특징으로 하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 단계는,

상기 CUEs에 독립적인 추가적 주파수 자원을 사용할 수 있는 나머지 D2D페어들을 직교 그룹으로 이동하고, 상기 D2D 페어들 사이에 주파수 자원 할당을 고려하여, PF 스케줄링을 수행하는 것

을 특징으로 하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법.

청구항 10

다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 장치에 있어서,
 D2D 통신 요청을 초기화하고, D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정하는 초기화 및 검출부;
 상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 그룹핑부;
 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 선택부;
 상기 D2D 그룹들에 대해 간섭 정렬을 적용하는 간섭 제거부;
 상기 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트하는 업데이트부; 및
 상기 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 공유부
 를 포함하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 셀룰러 네트워크에서 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭탐지를 활용한 자원공유 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] D2D 통신은 높은 데이터 비율을 지원하고, 낮은 통신지연, 및 에너지 소모를 감소시키는 장점을 가지고 있고, 이것은 차세대 5G 모바일 통신 시스템의 주요 기법으로 고려될 수 있다.

[0003] D2D 통신은 5 세대 시스템을 위한 핵심 기술로 간주된다. 따라서, 더 높은 데이터 비율, 낮은 통신 지연뿐만 아니라 에너지 소비의 감소를 지원할 수 있다.

[0004] D2D 통신에서, D2D 페어(pair)는 두 가지 모드로 작동 할 수 있다: 직접 링크를 갖는 연결 모드, 및 직접 링크를 갖는 재사용 모드.

[0005] 직접 링크를 갖는 자원 재사용의 모드 때문에 잠재적으로 스펙트럼 효율 및 사용자 액세스 속도, 특히 네트워크의 트래픽 부하가 무거운 면에서 더 나은 네트워크 성능을 초래할 수 있다. 따라서, 이것은 D2D 통신의 주요 관심사가 되고 있다.

[0006] 하지만, 직접 링크 모드(direct link mode)를 갖는 자원의 재사용에서, D2D 페어는 CUEs(휴대폰 사용자들)과 동일한 주파수 자원(frequency resource)을 공유할 수 있다. 이것은 D2D 페어 및 CUEs 간에 상호 채널 간섭(CCI: co-channel interference)을 발생시킬 수 있고, 이것은 더 복잡한 QoS(quality-of-service) 요구사항들을 보장할 수 있다. 따라서, D2D 페어와 CUEs 간의 상호 채널 간섭은 셀룰러 네트워크에서 D2D 통신을 위한 주요 과제이다.

[0007] 다중 CUEs 및 D2D(Device-to-Device) 페어가 셀 안에 공존할 수 있다. 다중 D2D 페어는 동일한 주파수 자원을 공유하기 위해 그룹을 형성할 수 있고, 이것들은 셀 안에서 다중 D2D 그룹들이 될 수 있고, eNB는 적응성 안테나 어레이(AAA: adaptive antenna arrays)를 구비할 수 있다.

[0008] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 셀룰러 네트워크 안의 다중 D2D 페어들의 시스템 모델을 나타내는 도면이다.

[0009] CUEs 및 D2D 그룹들/페어들(groups/pairs)은 동일한 주파수 자원을 공유할 수 있지만, 각각의 사용자들의 주파수 자원은 최대 하나의 D2D 그룹/페어에서 공유될 수 있다.

[0010] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가능한 인트라-셀 DL 간섭(intra-cell Downlink interference) 시나리오를 나타내는 도면이다.

[0011] 모든 CUEs 및 D2D 페어들이 동시에 동작하고, 동일한 그룹 안의 다른 D2D 페어들은 상기 동일한 주파수 자원을 공유한다. 여기에서, 도 2에 나타난 것과 같이 3 종류의 DL(Downlink) 인트라-셀 간섭(intra-cell interference)을 반드시 고려해야 한다.

[0012] 도 2를 참조하면, (a)eNB Tx 에서 D2D로의 간섭, (b)D2D Tx 에서 휴대폰 사용자로의 간섭, (c)D2D Tx 에서 다

른 D2D Rx로의 간섭의 3 종류의 가능한 인트라-셀 DL 간섭(intra-cell Downlink interference) 시나리오를 나타내었다.

[0013] IA는 종래기술에서 제안된 유효 간섭 관리 접근법 이다. IA를 사용함으로써, 다중 D2D 페어는 동일한 자원 블록을 공유하는 그룹을 형성 할 수 있다. 그것은 시스템 효율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 다른 D2D 간의 간섭을 제거할 수 있다. AAA는 간섭을 제거하고, 시스템 용량을 개선하기 위해 상당히 개선된 솔루션을 제공하는 새로운 기법이다.

[0014] 따라서, 이것은 주파수 자원 공유의 경우에 공존하는 D2D 페어들 및 CUEs의 경우를 위해 매우 적합하고, 또한 HPBW의 제로 게인 아웃사이드(zero gain outside)를 얻을 수 있다.

[0015] 최대 하나의 그룹에서 CUE's RBs 각각은 공유될 수 있고, 그러므로 D2D 그룹들/페어들 및 CUEs 사이의 간섭을 다룰 수 있고, 상기 D2D 페어들 간의 간섭들은 주요 목표이다. 그러므로, 셀 성능을 개선하고, CCI의 이슈를 해결하기 위한 스펙트럼 공유 기법을 필요로 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 HPBW의 계산의 설계 과제이다. HPBW이 작으면, 다시 말해, 더 많은 CUEs가 주파수 자원 공유를 위한 후보로서 선택될 수 있다. 그러므로, 이것은 주파수 자원 공유를 위한 최적으로 공유된 CUE를 선택할 확률을 증가시킬 수 있다.

[0017] 다음으로, 각 그룹에서 D2D 페어의 수를 결정하는 방법의 다른 설계 과제이다. 각각의 그룹 내의 D2D 페어의 수는 설계에 계산 복잡도에 영향을 미칠 것이며, 시스템 성능에 영향을 줄 수 있다.

[0018] 마지막으로, 이러한 시나리오에 적합한 간섭 정렬의 종류인 최종 설계 과제이다. 일반적으로 IA를 구현하는 두 가지 방법이 있다. 첫 번째 방법은 심볼-확장 IA이다. 다른 하나는 각각의 단말기에 다중 안테나들의 지원이다.

[0019] 본 발명에서는 이러한 과제를 해결함으로써 셀 성능을 개선하고, CCI의 이슈를 해결하기 위한 스펙트럼 공유 기법을 제안한다.

과제의 해결 수단

[0020] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법은 D2D 통신 요청을 초기화하고, D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정하는 단계, 상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 단계, 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 단계, 상기 D2D 그룹들에 대해 간섭 정렬을 적용하는 단계, 상기 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트하는 단계, 상기 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 D2D 통신 요청을 초기화하고, D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정하는 단계는 $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인지 판단하고, $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단하는 단계, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인지 판단하고, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단하는 단계, $0 < N \leq 2$ 인지 판단하고, $0 < N \leq 2$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단하는 단계, $N = 0$ 인 경우 상기 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법의 수행을 종료하는 단계를 포함하고, 여기에서 3은 상기 D2D 페어들의 하한선, $l_{\max}$ 는 상기 D2D 페어들의 상한선, N는 상기 D2D 페어들의 수를 나타낸다.

[0022] 상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 단계는 $3 \leq l_{\max} \leq N$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하여 제1 D2D 페어 및 제2 D2D 페어로 결정하고, 가까운 거리 순서대로 제 $l_{\max}$ D2D 페어까지 결정하는 단계, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하여 제1 D2D 페어 및 제2 D2D 페어로 결정하고, 가까운 거리 순서대로 제 N D2D 페어까지 결정하는 단계,

$$0 < N \leq 2$$

이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 임의의 D2D 페어를 선택하고, 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산하는 단계를 포함한다.

[0023] 상기 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 단계는 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산하고, 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족할 경우, 해당 CUEs를 주파수 자원 공유 후보들로 선택하고, 상기 D2D 페어 및 상기 주파수 자원 공유 후보들로 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다.

[0024] 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우, 해당 D2D를 직교 그룹으로 이동한다.

$$0 < N \leq 2$$

이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 임의의 D2D 페어를 선택하고, 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산하는 단계는 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족할 경우, 해당 CUEs를 주파수 자원 공유 후보들로 선택하고, 상기 D2D 페어 및 상기 주파수 자원 공유 후보들로 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다.

[0026] 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우, 해당 D2D를 직교 그룹으로 이동한다.

[0027] 상기 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트하는 단계는 상기 D2D 페어들로부터 최대 거리를 갖는 CUE를 찾고, 상기 CUE는 상기 D2D 페어를 갖는 주파수 자원 공유를 위해 선택된다.

[0028] 상기 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 단계는 상기 CUEs에 독립적인 추가적 주파수 자원을 사용할 수 있는 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하고, 상기 D2D 페어들 사이에 주파수 자원 할당을 고려하여, PF 스케줄링을 수행한다.

[0029] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 장치는 D2D 통신 요청을 초기화하고, D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정하는 초기화 및 검출부, 상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 그룹핑부, 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 선택부, 상기 D2D 그룹들에 대해 간섭 정렬을 적용하는 간섭 제거부, 상기 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트하는 업데이트부, 상기 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 공유부를 포함한다.

발명의 효과

[0030] 본 발명의 실시예들에 따르면 제안하는 기술은 시스템의 효율을 개선할 수 있고, CUEs 및 D2D 그룹들/페어들 간의 간섭을 감소시킬 수 있고, 동일한 그룹에서 다른 D2D 페어들 사이의 간섭을 피할 수 있다. 또한 CUEs 및 D2D 그룹들/페어들 사이의 거리를 고려해야 한다. 다시 말해, 상기 거리가 멀면 D2D 그룹들/페어들로부터 CUEs 로의 간섭을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 셀룰러 네트워크 안의 다중 D2D 페어들의 시스템 모델을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가능한 인트라-셀 DL 간섭(intra-cell Downlink interference) 시나리오를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 장치의 구성을 나타내

는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본 발명을 설명하기에 앞서 아래의 가정을 기반으로 한다.

먼저, eNB가 S일 때 배열의 수는, 각 사용자 단말(UE: user-equipment)는 Q 안테나를 구비할 수 있고, M CUEs 및 N D2D 페어들은 셀 내에 균일하게 분산될 수 있다.

그리고, 인근 D2D 페어들은 $G = \{g_1, g_2, \dots, g_k\}$ 와 같은 D2D 그룹을 형성할 수 있고, 여기에서 G는 상기 모든 가능한 D2D 그룹들의 집합을 나타낼 수 있다.

g_k 를 k번째 D2D 그룹이라 가정하고, 여기에서 k는 D2D 그룹들의 전체 수이고, N은 D2D 페어들의 수이다. 각각의 그룹에서 상기 D2D 페어는 겹치지 않고, 다시 말해, $g_k \cap g_t = \emptyset, k \neq t$ 이다. 몇몇 D2D 페어들이 D2D 그룹들을 형성하지 않고 존재하기 때문에 모든 그룹들에서 D2D 페어들의 수는 N으로 같지 않을 수 있다.

D2D 그룹들/페어들에 의해 공유되기 위한 가능한 CUEs가 없을 경우, 상기 D2D 그룹들/페어들에 의해 적용된 상기 주파수 자원은 상기 CUEs와 직교할 수 있다. 그러므로, CUEs 및 D2D 그룹들/페어들 사이에 간섭이 발생하지 않는다. G_m 은 CUE_m과 동일한 주파수 자원을 공유할 수 있는 하나의 D2D 그룹/단일 D2D 페어에서의 상기 D2D 페어들의 세트를 나타낸다.

IA(Interference Alignment)에 대하여 구속조건 가용성(feasibility constraint)을 만족하기 위한 각 그룹에서 허용된 D2D 페어들의 수를 필요로 한다. 그러므로, 각 그룹에서 허용되는 상기 D2D 페어들의 수는 $l_{\max} = 2Q - 1$ 이지만, 상기 실제 D2D 페어들의 수는 상기 D2D 페어들의 수의 제한 때문에 도 3에 나타난 것과 같이 결정 조건에 기반한다.

예를 들어, 결정 조건이 $3 \leq l_{\max} \leq N$ 이면, $l_{\max}$ 및 3은 각각 각 그룹 내의 D2D 페어들의 수의 상한선 및 하한선을 결정한다. 이와 같이, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 이면, 각 그룹 내의 D2D 페어들의 수의 상한선 및 하한선을 결정한다. $0 \leq N \leq 2$ 의 경우, 이러한 방법은 IA로부터 어떠한 게인(gain)에 도달하지 않기 때문에 그룹화 방법을 필요로 하지 않는다. D2D 페어의 D2D_{TX} 및 D2D_{RX} 사이의 상대거리가 상기 셀 반지름(radius)보다 상당히 작고, 또한 계산의 복잡성을 감소시키기 때문에 상기 D2D 페어의 기준위치와 같은 상기 D2D_{RX}의 위치를 사용할 수 있다.

도 1에 나타난 것과 같이, β_{mi} 는 CUE_m 및 D2D_i 사이의 각으로 결정되고, 이것은 아래와 같이 계산될 수 있다.

eNB, CUE_m 및 D2D_i의 좌표는 각각 다음과 같이 나타낸다: $A = (x_{eNB}, y_{eNB})$, $B_m = (x_{CUE_m}, y_{CUE_m})$, 및 $C_i = (x_{D2D_i}, y_{D2D_i})$. 상기 eNB 및 CUE_m 사이의 벡터는 $\vec{AB}_m = (x_{CUE_m} - x_{eNB}, y_{CUE_m} - y_{eNB})$ 이고, eNB 및 D2D_i 사이의 벡터는 $\vec{AC}_i = (x_{D2D_i} - x_{eNB}, y_{D2D_i} - y_{eNB})$ 이다. β_{mi} 는 $\vec{AB}_m$ 및 $\vec{AC}_i$ 사이의 각도이고, 다시 말해, $\beta_{mi} = \angle(\vec{AB}_m, \vec{AC}_i)$ 이다. 그러면, 상기 계산식은 수학식1과 같이 나타낼 수 있다.

$$\beta_{mi} = \arccos \left[\frac{\vec{AB}_m \cdot \vec{AC}_i}{(|\vec{AB}_m| \times |\vec{AC}_i|)} \right]$$

수학식1

- [0042] α_m 는 CUE_m의 HPBW(Half Power Beam Width) 이고 다른 α_m 는 시스템 성능에 영향을 미칠 수 있다. 게다가 $g^\perp$ 는 직교 그룹을 결정할 수 있다. $N^\perp$ 는 상기 직교 그룹들에서 D2D 페어들의 수를 결정할 수 있다.
- [0043] 제안하는 기술은 시스템의 효율을 개선할 수 있고, CUEs 및 D2D 그룹들/페어들 간의 간섭을 감소시킬 수 있고, 상기 동일한 그룹에서 다른 D2D 페어들 사이의 간섭을 피할 수 있다.
- [0044] CUEs 및 D2D 그룹들/페어들 사이의 거리를 고려해야 한다. 다시 말해, 상기 거리가 멀면 D2D 그룹들/페어들로부터 CUEs로의 간섭을 감소시킬 수 있다.
- [0045] 본 발명에서, eNB로부터 D2D 그룹들/페어들로의 간섭을 줄이기 위해 AAA를 eNB 사이트에 적용한다. HPBW 및 거리 변수들이 공유된 CUE의 선택을 위한 조건들을 결정하기 위해 사용된다.
- [0046] 동일한 그룹에서 다른 D2D 페어들 사이에 간섭을 효과적으로 제거하기 위해, 그룹에 대한 다중 안테나들을 갖는 IA의 기법을 적용할 수 있다.
- [0047] D2D 그룹들/페어들로부터 CUEs로의 간섭을 감소시키기 위해, D2D 그룹들/페어들 및 CUEs 사이에 더 큰 거리를 갖고 공유하는 주파수 자원을 위한 상기 CUEs를 선택할 수 있다. 또한, 상기 D2D 페어들의 수가 그룹을 형성하기 위한 그룹화 조건을 만족하지 못하는 경우를 고려할 수 있다.
- [0048] 따라서, CUE의 스펙트럼을 개별적으로 공유해야 한다. 게다가, 몇몇 D2D 페어들은 CUEs와 주파수 자원을 공유할 수 없다. 그러므로, 이러한 D2D 페어들은 그룹화(Grouping) 및 IA(GIA) 기법을 활용해야 한다.
- [0049] 본 발명에서 D2D 그룹들/페어들 및 CUEs가 동일한 RBs를 공유할 수 있다는 시나리오에 초점을 둔다. 최대 하나의 그룹에서 CUE's RBs 각각은 공유될 수 있고, 그러므로 D2D 그룹들/페어들 및 CUEs 사이의 간섭을 다룰 수 있고, 상기 D2D 페어들 간의 간섭들은 주요 목표이다. 그러므로, 셀 성능을 개선하고, CCI의 이슈를 해결하기 위한 스펙트럼 공유 기법을 제안한다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0050] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0051] D2D 통신 요청을 초기화(310)하고, D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정하는 단계(321, 322), 상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 단계(330), 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 단계(340), 상기 D2D 그룹들에 대해 간섭 정렬을 적용하는 단계(350), 상기 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트하는 단계(360), 상기 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 단계(370)를 포함할 수 있다.
- [0052] D2D 통신 요청을 초기화(310)하는 단계에서 모든 D2D 페어가 eNB로 연결 요청을 전송하는 동안 다중 CUEs는 접속상태일 수 있다. D2D 그룹들의 세트는 초기에는 비어있는 상태이다.
- [0053] D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정하는 단계(321, 322)는, $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인지 판단(321)하고, $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단(322)하는 단계, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인지 판단(411)하고, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단(412)하는 단계, $0 < N \leq 2$ 인지 판단(511)하고, $0 < N \leq 2$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단(512)하는 단계; 및 $N = 0$ 인 경우 상기 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법의 수행을 종료하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0054] 여기에서 3은 상기 그룹 내의 D2D 페어들의 하한선, $l_{\max}$ 는 상기 그룹 내의 D2D 페어들의 상한선, N는 상기 D2D 페어들의 수를 나타낸다.
- [0055] 다시 말해, $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인 경우, CUEs의 수가 제로(zero)인지 아닌지 판단한다. 제로가 아닐 경우, 단계(330)로 이동한다. 제로인 경우에는 단계(370)로 이동하고, 직교 그룹들(orthogonal groups)을 형성하고, 이 후 단계를 종료한다.

- [0056] $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인 경우, CUEs의 수가 제로(zero)인지 아닌지 판단한다. 제로가 아닐 경우, 단계(411)로 이동한다. 제로인 경우에는 단계(370)로 이동하고, 직교 그룹들(orthogonal groups)을 형성하고, 이 후 단계를 종료한다.
- [0057] $0 < N \leq 2$ 인 경우, CUEs의 수가 제로(zero)인지 아닌지 판단한다. 제로가 아닐 경우, 단계(513)로 이동한다. 제로인 경우에는 단계(370)로 이동하고, 직교 그룹들(orthogonal groups)을 형성하고, 이 후 단계를 종료한다. $N = 0$ 인 경우에도 단계를 종료한다. 도 4 내지 도 6을 참조하여 더욱 상세히 설명한다.
- [0058] 상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 단계(330)는, 상기 $3 \leq l_{\max} \leq N$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하여 제1 D2D 페어 및 제2 D2D 페어로 결정(331)하고, 가까운 거리 순서대로 상기 제 $l_{\max}$ D2D 페어까지 결정(332)하는 단계를 포함한다.
- [0059] 이를 그룹화 방법1이라 하고 더욱 상세히 설명하면, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하고, 이 두 개의 D2D 페어들을 $D2D_i$, 및 $D2D_j$ 로 나타내는 낸다. 이 두 개의 D2D 페어들은 k번째 그룹에서 제1 페어 및 제2 페어로 선택될 수 있다.
- [0060] 그리고 다음으로 최소 거리 d_{iq} 를 갖는 다른 D2D 페어들을 찾고, 그룹화 방법1에 기반한 그룹에서 각각 제3, 제4, ..., 제 $l_{\max}$ D2D 페어로 선택될 수 있다. 이후, 단계(340)로 이동한다. 여기에서 d_{iq} 는 d_{iq} with $q \in \{1, 2, \dots, N\}, q \neq i$ 를 갖는 i번째 D2D 페어 및 q번째 D2D 사이의 거리를 나타낸다.
- [0061] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0062] $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인지 판단(321)하고, $3 \leq l_{\max} \leq N$ 이 아닌 경우, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인지 판단(411)한다. 그리고, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단(412)한다.
- [0063] 상기 $3 \leq N \leq l_{\max}$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하여 제1 D2D 페어 및 제2 D2D 페어로 결정(421)하고, 가까운 거리 순서대로 상기 제N D2D 페어까지 결정(422)하는 단계를 포함한다.
- [0064] 그리고, 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 단계(340)부터 다시 시작한다.
- [0065] 이를 그룹화 방법2이라 하고 더욱 상세히 설명하면, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하고, 이 두 개의 D2D 페어들을 $D2D_i$, 및 $D2D_j$ 로 나타내는 낸다. 이 두 개의 D2D 페어들은 k번째 그룹에서 제1 페어 및 제2 페어로 선택될 수 있다.
- [0066] 그리고 다음으로 최소 거리 d_{iq} 를 갖는 다른 D2D 페어들을 찾고, 그룹화 방법2에 기반한 그룹에서 각각 제3, 제4, ..., 제N 페어로 선택될 수 있다. 이후, 단계(340)로 이동한다.
- [0067]
- [0068] 도 5는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0069] $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인지 판단(411)하고, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 이 아닌 경우, $0 < N \leq 2$ 인지 판단(511)한다. 그리고,

$0 < N \leq 2$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단(512)한다.

[0070] 상기 $0 < N \leq 2$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 임의의 D2D 페어를 선택하고, 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산(513)하는 단계를 포함한다. 그리고, 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 단계(340)부터 다시 시작한다.

[0071] 상기 $0 < N \leq 2$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 임의의 D2D 페어를 선택하고, 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산하는 단계는 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족할 경우, 해당 CUEs를 주파수 자원 공유 후보들로 선택한다. 그리고, 상기 D2D 페어 및 상기 주파수 자원 공유 후보들로 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다. 반면에, 각도가 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우, 해당 D2D를 직교 그룹으로 이동한다.

[0072] 예를 들어, i번째 D2D 페어를 임의로 선택하고, $D2D_i$ 및 모든 CUEs, 다시 말해 $\{\beta_{1i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 사이의 각도를 계산한다. 그리고, $\beta_{mi} \geq \alpha_m / 2, \beta_{mi} \in \{\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 을 판단한다. 이러한 조건을 만족할 경우, 다음 계산 단계로 이동한다. 그렇지 않으면, $D2D_i$ 를 직교 그룹 $\mathcal{G}^\perp$ 으로 이동하고, 다시 말해 다른 직교 그룹은 직교 주파수 자원을 사용하고, 이것은 GIA 기법으로 결정될 수 있다. 그리고, 조건 $\beta_{mi} \geq \alpha_m / 2, \beta_{mi} \in \{\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 을 만족하는 해당 CUEs는 주파수 자원 공유(frequency resource sharing)를 위한 후보들로 선택된다.

[0073] 그리고, $D2D_i$ 및 상기 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다. $D2D_i$ 로부터 최대 거리를 갖는 CUE를 찾고, 이것은 $D2D_i$ 를 포함하는 상기 D2D 그룹/페어를 갖는 주파수 자원 공유를 위해 선택될 수 있다. 이후, 단계(350)으로 이동할 수 있다.

[0074] 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택하는 단계(340)는 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산하고, 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족할 경우, 해당 CUEs를 주파수 자원 공유 후보들로 선택한다. 그리고, 상기 D2D 페어 및 상기 주파수 자원 공유 후보들로 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다. 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우, 해당 D2D를 직교 그룹으로 이동한다.

[0075] 더욱 상세하게는 $D2D_i$ 및 모든 CUEs, 다시 말해 $\{\beta_{1i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 사이의 각도를 계산한다. 그리고, $\beta_{mi} \geq \alpha_m / 2, \beta_{mi} \in \{\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 을 판단한다. 이러한 조건을 만족할 경우, 다음 계산으로 이동한다. 조건을 만족하지 못하는 경우, $D2D_i$ 를 직교 그룹(orthogonal group) $\mathcal{G}^\perp$ 으로 이동한다. 다른 직교 그룹은 직교 주파수 자원을 사용하고, 이것은 GIA 기법으로 결정될 수 있다. 그리고, 조건 $\beta_{mi} \geq \alpha_m / 2, \beta_{mi} \in \{\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 을 만족하는 해당 CUEs는 주파수 자원 공유(frequency resource sharing)를 위한 후보들로 선택된다.

[0076] 이후, $D2D_i$ 및 상기 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다. $D2D_i$ 로부터 최대 거리를 갖는 CUE를 찾고, 이것은 $D2D_i$ 를 포함하는 상기 D2D 그룹/페어를 갖는 주파수 자원 공유를 위해 선택될 수 있다.

[0077] 다음으로 단계(350)에서 상기 D2D 그룹들에 대해 간섭 정렬을 적용할 수 있다.

[0078] 상기 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트하는 단계(360)는 상기 D2D 페어들로부터 최대 거리를 갖는 CUE를 찾고, 상기 CUE는 상기 D2D 페어를 갖는 주파수 자원 공유를 위해 선택된다.

[0079] 이때, 선택된 CUEs 및 D2D 페어들을 제거하고, CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트 한다. 두 세트들 중 어느 하나가 비어있는 경우, 위 단계는 단계(321)부터 반복될 수 있다. 그렇지 않으면 단계를 종료한다.

[0080] 상기 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 단계(370)는 상기 CUEs에 독립적인 추가적 주파수 자원을 사용할 수 있는 나머지 D2D페어들을 직교 그룹으로 이동하고, 상기 D2D 페어들 사이에 주파수 자원 할당을 고려하여 PF 스케줄링을 수행한다.

[0081] CUEs에 독립적인 추가적 주파수 자원을 사용할 수 있는 D2D가 남아있기 때문이다. 그러므로, D2D 그룹들/페어들

및 CUEs 사이에 간섭이 없다. 그룹화 방법1, 그룹화 방법2 및 IA의 적용은 또한 이러한 기법으로 개선될 수 있다. D2D 그룹들/페어들 간에 주파수 자원 할당을 고려하여, 이러한 D2D 그룹들/페어들을 위한 PF 스케줄링을 수행한다. 직교 그룹 형성 세부 절차는 도 6에서 설명한다.

[0082] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0083] 직교 그룹 $\mathcal{G}^\perp$ 의 초기화(610)를 수행하고, $3 \leq Q + Q - 1 \leq N^\perp$ 인지 판단(621)한다. $3 \leq Q + Q - 1 \leq N^\perp$ 일 경우, 그룹화 방법1을 수행(622)하고, 간섭 정렬을 적용(623)한다. 그리고, 직교 그룹을 업데이트 하고(624), 단계(621)부터 반복한다.

[0084] 반면에 $3 \leq Q + Q - 1 \leq N^\perp$ 이 아닌 경우, $3 \leq N^\perp \leq Q + Q - 1$ 인지 판단(631)한다. $3 \leq N^\perp \leq Q + Q - 1$ 일 경우, 그룹화 방법2를 수행(632)하고, 간섭 정렬을 적용(633)한다. 그리고, 직교 그룹을 업데이트 하고(634), 단계를 종료한다.

[0085] $3 \leq N^\perp \leq Q + Q - 1$ 이 아닌 경우, $0 < N^\perp \leq 2$ 인지 판단(641)한다. $0 < N^\perp \leq 2$ 일 경우, 나머지 D2D 페어들에 대하여 PF 스케줄링을 수행(642)하고, 단계를 종료한다. $0 < N^\perp \leq 2$ 이 아닌 경우에도 단계를 종료한다.

[0086] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

[0087] 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 장치(700)는 초기화 및 검출부(710), 그룹평부(720), 선택부(730), 간섭 제거부(740), 업데이트부(750) 및 공유부(760)를 포함할 수 있다.

[0088] 초기화 및 검출부(710)는 D2D 통신 요청을 초기화하고, D2D 페어들 및 CUEs의 수를 결정한다.

[0089] 모든 D2D 페어가 eNB로 연결 요청을 전송하는 동안 다중 CUEs는 접속상태일 수 있다. D2D 그룹들의 세트는 초기에는 비어있는 상태이다.

[0090] 초기화 및 검출부(710)는 $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인지 판단하고, $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단한다. 그리고, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인지 판단하고, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단한다. 그리고, $0 < N \leq 2$ 인지 판단하고, $0 < N \leq 2$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단하고, $N = 0$ 인 경우 상기 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 방법의 수행을 종료한다. 여기에서 3은 상기 D2D 페어들의 하한선, $l_{\max}$ 는 상기 D2D 페어들의 상한선, N 는 상기 D2D 페어들의 수를 나타낸다.

[0091] 그룹평부(720)는 상기 결정된 D2D 페어들 및 CUEs의 수에 따른 D2D 그룹들의 그룹화 방법을 수행한다.

[0092] 상기 $3 \leq l_{\max} \leq N$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하여 제1 D2D페어 및 제2 D2D 페어로 결정하고, 가까운 거리 순서대로 상기 제1_{max} D2D 페어까지 결정한다.

[0093] 이를 그룹화 방법1이라 하고 더욱 상세히 설명하면, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하고, 이 두 개의 D2D 페어들을 D2D_i, 및 D2D_j로 나타내는 낸다. 이 두 개의 D2D 페어들은 k번째 그룹에서 제1 페어 및 제2 페어로 선택될 수 있다.

[0094] 그리고 다음으로 최소 거리 d_{iq} 를 갖는 다른 D2D 페어들을 찾고, 그룹화 방법1에 기반한 그룹에서 각각 제3, 제

4, ..., 제 $l_{\max}$ D2D 페어로 선택될 수 있다. 여기에서 d_{iq} 는 d_{iq} with $q \in \{1, 2, \dots, N\}, q \neq i$ 를 갖는 i 번째 D2D 페어 및 q 번째 D2D 사이의 거리를 나타낸다.

[0095] 또한, $3 \leq l_{\max} \leq N$ 인지 판단하고, $3 \leq l_{\max} \leq N$ 이 아닌 경우, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인지 판단한다. 그리고, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단한다.

[0096] 상기 $3 \leq N \leq l_{\max}$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하여 제1 D2D 페어 및 제2 D2D 페어로 결정하고, 가까운 거리 순서대로 상기 제N D2D 페어까지 결정한다.

[0097] 이를 그룹화 방법2이라 하고 더욱 상세히 설명하면, 가장 가까운 거리에 있는 두 개의 D2D 페어들을 선택하고, 이 두 개의 D2D 페어들을 $D2D_i$, 및 $D2D_j$ 로 나타내는 낸다. 이 두 개의 D2D 페어들은 k 번째 그룹에서 제1 페어 및 제2 페어로 선택될 수 있다.

[0098] 그리고 다음으로 최소 거리 d_{iq} 를 갖는 다른 D2D 페어들을 찾고, 그룹화 방법2에 기반한 그룹에서 각각 제3, 제4, ..., 제N 페어로 선택될 수 있다.

[0099] $3 \leq N \leq l_{\max}$ 인지 판단(411)하고, $3 \leq N \leq l_{\max}$ 이 아닌 경우, $0 < N \leq 2$ 인지 판단한다. 그리고, $0 < N \leq 2$ 인 경우 CUEs의 수가 제로인지 판단한다. $0 < N \leq 2$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 임의의 D2D 페어를 선택하고, 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산한다.

[0100] 상기 $0 < N \leq 2$ 이고, CUEs의 수가 제로가 아닐 경우, 임의의 D2D 페어를 선택하고, 상기 D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산할 때, 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족할 경우, 해당 CUEs를 주파수 자원 공유 후보들로 선택한다. 그리고, 상기 D2D 페어 및 상기 주파수 자원 공유 후보들로 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다. 반면에, 각도가 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우, 해당 D2D를 직교 그룹으로 이동한다.

[0101] 예를 들어, i 번째 D2D 페어를 임의로 선택하고, $D2D_i$ 및 모든 CUEs, 다시 말해 $\{\beta_{1i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 사이의 각도를 계산한다. 그리고, $\beta_{mi} \geq \alpha_m / 2, \beta_{mi} \in \{\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{Mi}\}, \beta_{mi} \geq \alpha_m / 2, \beta_{mi} \in \{\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 을 판단한다. 이러한 조건을 만족할 경우, 다음 계산 단계로 이동한다. 그렇지 않으면, $D2D_i$ 를 직교 그룹 $\mathcal{G}^\perp$ 으로 이동하고, 다시 말해 다른 직교 그룹은 직교 주파수 자원을 사용하고, 이것은 GIA 기법으로 결정될 수 있다. 그리고, 조건 $\beta_{mi} \geq \alpha_m / 2, \beta_{mi} \in \{\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 을 만족하는 해당 CUEs는 주파수 자원 공유(frequency resource sharing)를 위한 후보들로 선택된다.

[0102] 그리고, $D2D_i$ 및 상기 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다. $D2D_i$ 로부터 최대 거리를 갖는 CUE를 찾고, 이것은 $D2D_i$ 를 포함하는 상기 D2D 그룹/페어를 갖는 주파수 자원 공유를 위해 선택될 수 있다.

[0103] 선택부(730)는 주파수 자원 공유를 위해 상기 그룹화 된 D2D 그룹들에 대한 목표 CUEs를 선택한다.

[0104] D2D 페어 및 모든 CUEs 사이의 각도를 계산하고, 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족할 경우, 해당 CUEs를 주파수 자원 공유 후보들로 선택한다. 그리고, 상기 D2D 페어 및 상기 주파수 자원 공유 후보들로 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다. 상기 각도가 미리 정해진 조건을 만족하지 못하는 경우, 해당 D2D를 직교 그룹으로 이동한다.

[0105] 더욱 상세하게는 $D2D_i$ 및 모든 CUEs, 다시 말해 $\{\beta_{1i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 사이의 각도를 계산한다. 그리고, $\beta_{mi} \geq \alpha_m / 2, \beta_{mi} \in \{\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 을 판단한다. 이러한 조건을 만족할 경우, 다음 계산으로 이동한다. 조건을 만족하지 못하는 경우, $D2D_i$ 를 직교 그룹(orthogonal group) $\mathcal{G}^\perp$ 으로 이동한다. 다른 직교 그룹은 직교 주파수 자원을 사용하고, 이것은 GIA 기법으로 결정될 수 있다. 그리고, 조건

$\beta_{mi} \geq \alpha_m / 2, \beta_{mi} \in \{\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{Mi}\}$ 을 만족하는 해당 CUEs는 주파수 자원 공유(frequency resource sharing)를 위한 후보들로 선택된다.

- [0106] 이후, D2D_i 및 상기 선택된 CUEs 사이의 거리를 계산한다. D2D_i로부터 최대 거리를 갖는 CUE를 찾고, 이것은 D2D_i를 포함하는 상기 D2D 그룹/페어를 갖는 주파수 자원 공유를 위해 선택될 수 있다.
- [0107] 간섭 제거부(740)는 상기 D2D 그룹들에 대해 간섭 정렬을 적용한다.
- [0108] 업데이트부(750)는 CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트한다. 업데이트부(750)는 상기 D2D 페어들로부터 최대 거리를 갖는 CUE를 찾고, 상기 CUE는 상기 D2D 페어를 갖는 주파수 자원 공유를 위해 선택된다. 이때, 선택된 CUEs 및 D2D 페어들을 제거하고, CUEs 및 D2D 페어들의 세트를 업데이트 한다.
- [0109] 공유부(760)는 D2D 페어들 중 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동한다.
- [0110] 공유부(760)는 CUEs에 독립적인 추가적 주파수 자원을 사용할 수 있는 나머지 D2D 페어들을 직교 그룹으로 이동하고, 상기 D2D 페어들 사이에 주파수 자원 할당을 고려하여 PF 스케줄링을 수행한다.
- [0111] CUEs에 독립적인 추가적 주파수 자원을 사용할 수 있는 D2D가 남아있기 때문이다. 그러므로, D2D 그룹들/페어들 및 CUEs 사이에 간섭이 없다. 그룹화 방법1, 그룹화 방법2 및 IA의 적용은 또한 이러한 기법으로 개선될 수 있다. D2D 그룹들/페어들 간에 주파수 자원 할당을 고려하여, 이러한 D2D 그룹들/페어들을 위한 PF 스케줄링을 수행한다.
- [0112] 본 발명은 AAA 및 IA의 기법에 기반한 셀룰러 네트워크에서 다중 D2D 그룹 통신을 위한 간섭-탐지 및 자원-공유 기법을 제안한다.
- [0113] 상기 AAA의 적용은 특정 방향으로의 신호 조준을 도울 수 있고, 그러므로 CUEs 및 D2D 그룹들/페어들 사이의 주파수 자원 공유에 대한 이점이 있다. 따라서, 이것은 상기 시스템 효율을 개선할 수 있다.
- [0114] 그룹화 방법의 경우, 다중 안테나를 갖는 상기 IA는 동일한 그룹에서 다른 D2D 페어들 사이에 간섭을 제거하기 위한 효율적인 방법이다. 게다가, 다중 안테나를 갖는 상기 IA는 심볼 확장 IA와 비교하여 채널의 자유도를 크게 증가시킬 수 있다. 그러므로 상기 시스템의 효율을 잠재적으로 개선할 수 있다. 또한, 제안하는 발명은 D2D 그룹들/페어들 및 CUEs 사이의 거리를 고려할 수 있다. 따라서, 이것은 큰 경로 손실로 인한 D2D 그룹들/페어들로부터 CUEs로의 간섭을 감소시킬 수 있다.
- [0115] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0116] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록

매체에 저장될 수 있다.

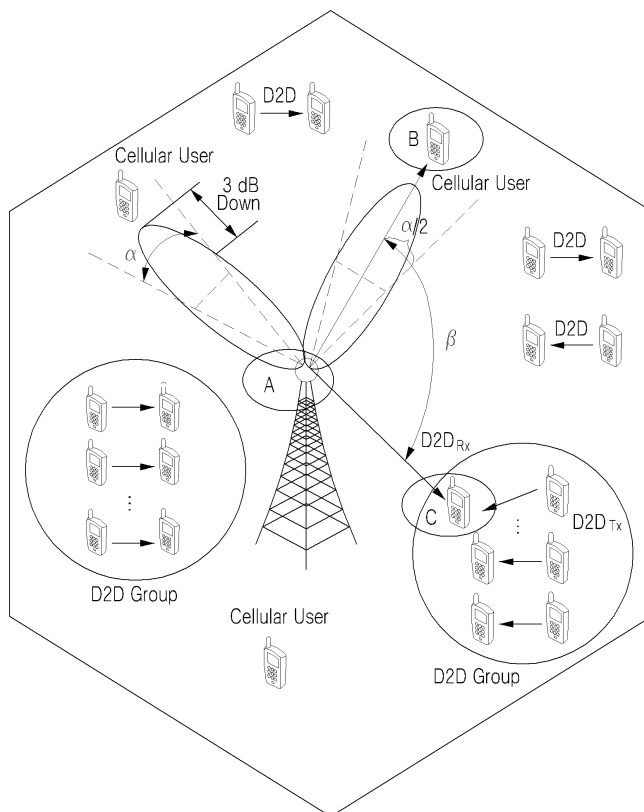
[0117] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0118] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

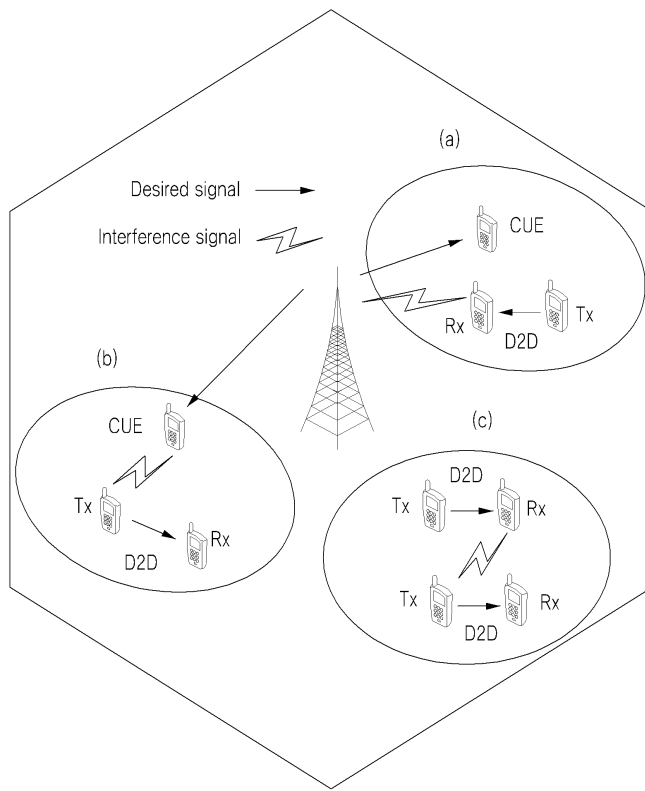
[0119] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

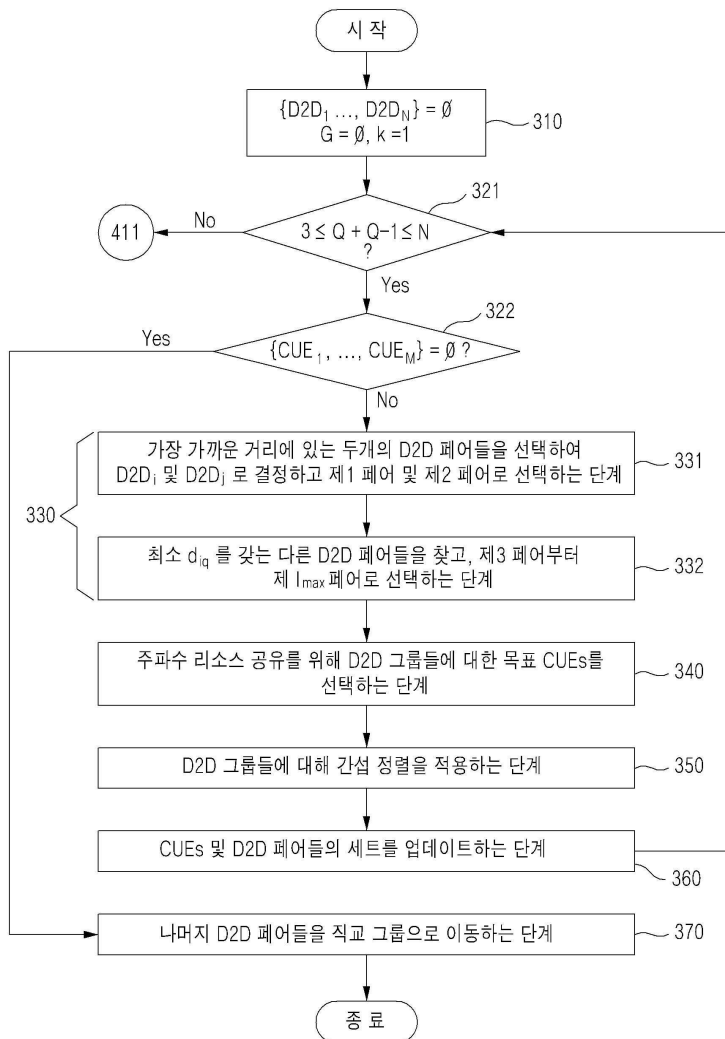
도면1



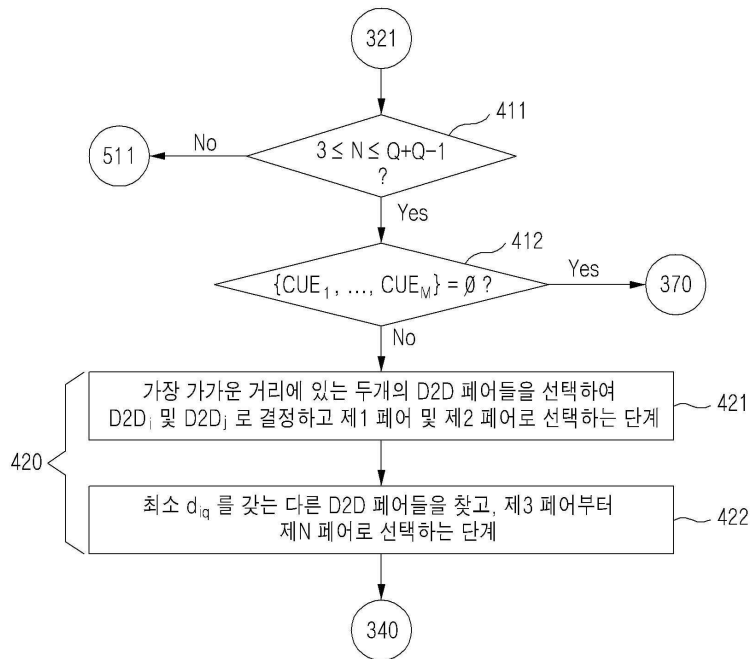
도면2



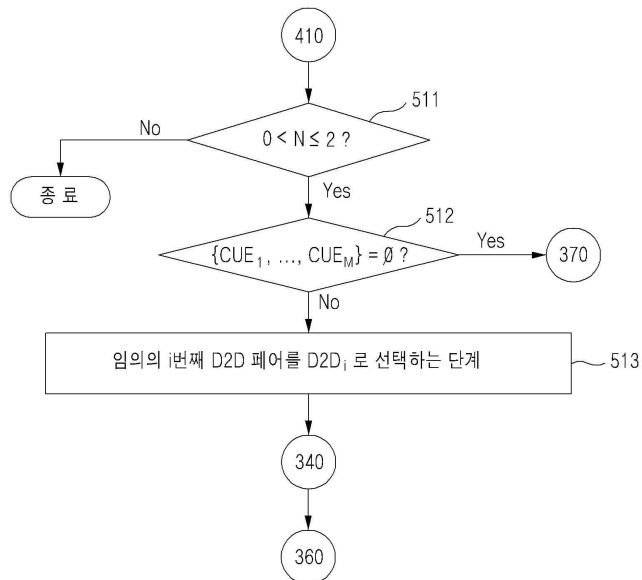
도면3



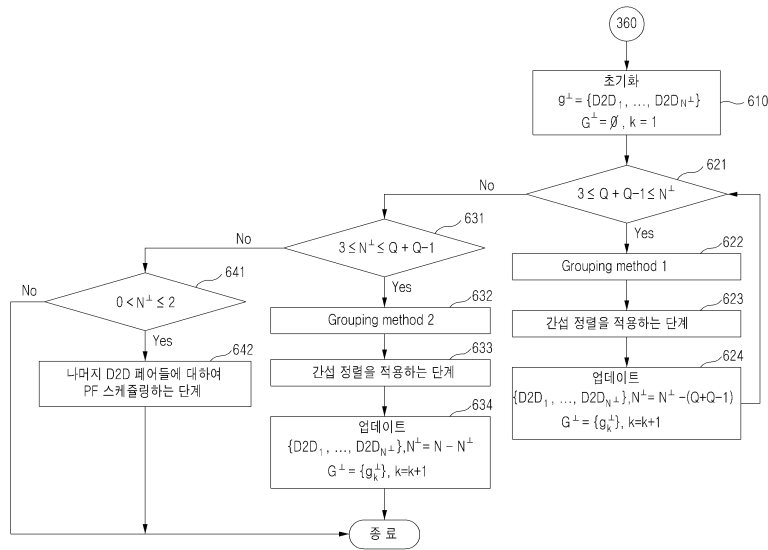
도면4



도면5



도면6



도면7

