



- (51) 국제특허분류:
H04W 72/12 (2009.01) H04W 24/02 (2009.01)
H04W 24/08 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/000825
- (22) 국제출원일: 2017년 1월 24일 (24.01.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0011401 2016년 1월 29일 (29.01.2016) KR
- (71) 출원인: 경상대학교산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION GYEONGSANG NATIONAL UNIVERSITY) [KR/KR]; 52828 경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동), Gyeongsangnam-do (KR).
- (72) 발명자: 반태원 (BAN, Tae Won); 46762 부산시 강서구 명지오션시티 11로 51 (명지동, 웅담 1차 아이슈타인 타운) 302동 701호, Busan (KR). 정방철 (JUNG, Bang

Chul); 53073 경상남도 통영시 서송정 3길 21-18 101호 (봉평동, 로즈빌), Gyeongsangnam-do (KR).

- (74) 대리인: 김영재 (KIM, Young Jae); 06731 서울시 서초구 서운로 26-1, 701호 (서초동, 보일빌딩 7층), Seoul (KR).

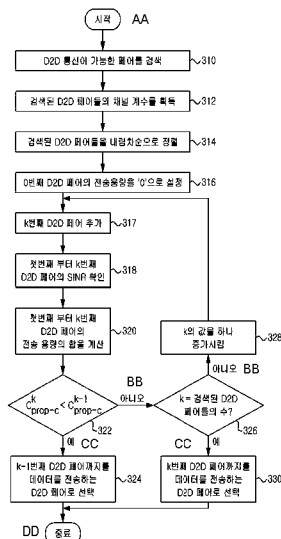
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR LINK SCHEDULING IN DEVICE-TO-DEVICE (D2D) DIRECT COMMUNICATION NETWORK

(54) 발명의 명칭 : 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법 및 장치



(57) Abstract: The present invention relates to a method and an apparatus for link scheduling comprising the steps of: searching device-to-device (D2D) pairs capable of a D2D communication; obtaining channel coefficient information of each of the searched D2D pairs; sorting the searched D2D pairs in descending order using the channel coefficient; calculating a sum rate when a k-th D2D pair in the sorted order of the searched D2D pairs is added; comparing the sum rate with a sum rate when a k-1-th D2D pair is added; and selecting D2D pairs which can maximize the sum rate, considering the comparison result.

(57) 요약서: 본 발명은 D2D 통신이 가능한 D2D 페어들을 검색하고, 상기 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수 정보를 획득하고, 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하고, 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합(sum rate)을 계산하고, k-1 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합과 비교하고, 비교결과를 고려하여 전송 용량의 합(sum rate)이 최대가 될 수 있는 D2D 페어들을 선택하는 링크 스케줄링 방법 및 장치에 관한 것이다.

- 310 ... Search D2D pair capable of D2D communication
312 ... Obtain channel coefficients of searched D2D pairs
314 ... Sort searched D2D pairs in descending order
316 ... Set sum rate of 0-th D2D pair to 0
317 ... Add k-th D2D pair
318 ... Confirm SINR of first D2D pair to k-th D2D pair
320 ... Calculate sum rate of first D2D pair to k-th D2D pair
322 ... Select up to k-1-th D2D pair as D2D pair for transmitting data
324 ... Select up to k-th D2D pair as D2D pair for transmitting data
326 ... Is k = number of searched D2D pairs?
328 ... Increase value of k by 1
330 ... Select up to k-th D2D pair as D2D pair for transmitting data
AA ... Start
BB ... No
CC ... Yes
DD ... End



ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, **공개:**

TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 셀룰러 이동통신 단말간 직접 통신 상황에서 단말간 통신 페어를 스케줄링하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근, 셀룰러를 이용한 장치간 직접 통신(D2D; Device to Device)은 다음과 같은 이유로 인해 많은 관심을 받고 있다.
- [3] 첫째, D2D 통신은 기지국들(BS들) 및 중계기와 같은 인프라를 추가 설치하지 않고 셀룰러 네트워크의 커버리지를 확장할 수 있다. 둘째, D2D 통신은 종래의 셀룰러 통신보다 더 높은 데이터 레이트, 더 낮은 지연, 낮은 소비 전력으로 데이터 서비스를 제공할 수 있다. 셋째, 셀룰러 네트워크의 커버리지 내에서 여러 D2D 통신 쌍의 동시 전송을 허용하는 공간 재사용 이득을 증가시킴으로써 스펙트럼 효율을 향상시킬 수 있다.
- [4] D2D 통신의 이러한 장점에 의해 3GPP(3rd generation partnership project)에서 표준화하기 시작하였다.
- [5] 한편, 다수의 학술 연구에서 D2D 통신에 관해서 연구하기 시작하였다.
- [6] 대표적으로, 셀룰러 네트워크의 무선 자원을 D2D 직접 통신에서 공유하는 것으로 인해 발생하는 간섭을 줄이는 방안, D2D 통신에 의해 점유되는 무선 자원을 셀룰러 통신이 사용하지 못하는 문제를 해결하는 방안, 셀룰러 통신과 D2D 통신 사이에서 최적의 통신 모드를 선택하는 방안, 무선 자원 및 전력 할당을 포함한 여러 자원을 공유하는 방안, D2D 통신과 셀룰러 통신 사이에서 간섭을 처리하는 방안 등이 연구되고 있다.
- [7] 하지만, 이전에 전송 용량(sum rate)이 최대화되도록 D2D 페어들을 스케줄링을 수행하는 연구는 진행된 바 없다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하고자 도출된 것으로서, 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법 및 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [9] 구체적으로, 본 발명은 D2D 통신이 가능한 D2D 페어들을 검색하고, 검색된 D2D 페어들 중에서 전송 용량(sum rate)이 최대화가 될 수 있는 D2D 페어들을 선택하여 통신하도록 하는 스케줄링 방법 및 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [10] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 장치는, 장치간 통신(D2D; Device to Device)이 가능한 페어를 검색하는 검색부; 상기 검색된 D2D 페어들을 각각의 채널 계수를 획득하는 채널 계수 획득부; 및 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하고, 0번째 D2D 페어의 전송 용량을 0으로 설정하고, 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k (k 는 1보다 큰 상수)번째 D2D 페어의 신호대 간섭 및 잡음비(SINR; Signal-to-interference-plus-noise ratio)을 확인하고, 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 k 개 페어의 전송 용량(sum rate)의 합을 계산하고, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 k 개 페어의 전송 용량의 합과 $k-1$ 번째 D2D 페어까지의 전송 용량의 합을 비교하고, 비교결과 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 상기 $k-1$ 번째 D2D 페어까지만 추가된 경우의 전송 용량의 합 보다 작은 경우, $k-1$ 번째 D2D 페어 까지만 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는 전송 용량 계산부를 포함한다.
- [11] 이때, 상기 전송 용량 계산부는, 상기 비교결과, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 $k-1$ 번째 D2D 페어까지만 추가된 경우의 전송 용량의 합보다 크면, 상기 k 의 값을 1 증가시키고, 상기 1 증가된 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 다시 계산하고, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합과 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 다시 비교할 수 있다.
- [12] 이때, 상기 전송 용량 계산부는, 상기 k 가 상기 검색된 D2D 전체 페어들의 수와 동일할 때까지 증가할 경우, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합 이상이면, 상기 검색된 D2D 전체 페어들 모두를 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택할 수 있다.
- [13] 이때, 상기 전송 용량 계산부는, 상기 복소 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬할 때, 상기 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수를 절댓값 제공하고, 절댓값 제공한 채널 계수의 크기가 큰 순서대로 정렬할 수 있다.
- [14] 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법은, 장치간 통신(D2D; Device to Device)이 가능한 페어를 검색하는 단계; 상기 검색된 D2D 페어들을 각각의 채널 계수 정보를 획득하는 단계; 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하는 단계; 0번째 D2D 페어의 전송 용량을 0으로 설정하는 단계; 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k (k 는 1보다 큰 상수)번째 D2D 페어의 신호대 간섭 및 잡음비(SINR; Signal-to-interference-plus-noise ratio)을 확인하는 단계; 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량(sum rate)의 합을 계산하는 단계; 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된

경우의 전송 용량의 합과 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 비교하는 단계; 및 비교결과 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합 보다 작은 경우, 상기 k-1번째 D2D 페어 까지만 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는 단계를 포함한다.

[15] 이때, 상기 비교결과 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합 이상이면, 상기 k의 값을 하나 증가시키는 단계를 더 포함하고, 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 계산하는 단계에서 이후의 단계를 반복할 수 있다.

[16] 이때, 링크 스케줄링 방법은, 상기 k가 상기 검색된 D2D 페어들의 수와 동일할 때까지 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량이 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량 이상이면, 상기 검색된 D2D 페어들 모두를 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[17] 이때, 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하는 단계는, 상기 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수를 절댓값 제공하고, 절댓값 제공한 채널 계수의 크기가 큰 순서대로 정렬할 수 있다.

발명의 효과

[18] 본 발명은 D2D 통신이 가능한 D2D 페어들을 검색하고, 상기 검색된 D2D 페어들을 각각의 채널 계수 정보를 획득하고, 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하고, 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량(sum rate)의 합을 계산하고, k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 비교하고, 비교결과를 고려하여 D2D 페어를 선택하는 기술에 관한 것으로, 검색된 D2D 페어들 중에서 전송 용량(sum rate)의 합이 최대화가 될 수 있는 D2D 페어들을 선택할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[19] 도 1은 일 실시예에 따른 장치간 통신 네트워크의 개략적인 구조를 도시한 도면이다.

[20] 도 2는 일 실시예에 따라 장치간 통신 페어를 스케줄링 하는 장치의 구성을 도시한 도면이다.

[21] 도 3은 일 실시예에 따라 전송 용량의 합이 최대가 되도록 장치간 통신 페어를 스케줄링 하는 과정을 도시한 흐름도이다.

[22] 도 4는 일 실시예에 따른 전송 용량의 합이 최대가 되도록 장치간 통신 페어를 스케줄링 하는 알고리즘을 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[23] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 장치는, 장치간 통신(D2D; Device to

Device)이 가능한 페어를 검색하는 검색부; 상기 검색된 D2D 페어들을 각각의 채널 계수를 획득하는 채널 계수 획득부; 및 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하고, 0번째 D2D 페어의 전송 용량을 0으로 설정하고, 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k (k 는 1보다 큰 상수)번째 D2D 페어의 신호대 간섭 및 잡음비(SINR;

Signal-to-interference-plus-noise ratio)을 확인하고, 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 k 개 페어의 전송 용량(sum rate)의 합을 계산하고, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 k 개 페어의 전송 용량의 합과 $k-1$ 번째 D2D 페어까지의 전송 용량의 합을 비교하고, 비교결과 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 상기 $k-1$ 번째 D2D 페어까지만 추가된 경우의 전송 용량의 합 보다 작은 경우, $k-1$ 번째 D2D 페어 까지만 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는 전송 용량 계산부를 포함한다.

- [24] 이때, 상기 전송 용량 계산부는, 상기 비교결과, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 $k-1$ 번째 D2D 페어까지만 추가된 경우의 전송 용량의 합보다 크면, 상기 k 의 값을 1 증가시키고, 상기 1 증가된 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 다시 계산하고, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합과 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 다시 비교할 수 있다.
- [25] 이때, 상기 전송 용량 계산부는, 상기 k 가 상기 검색된 D2D 전체 페어들의 수와 동일할 때까지 증가할 경우, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합 이상이면, 상기 검색된 D2D 전체 페어들 모두를 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택할 수 있다.
- [26] 이때, 상기 전송 용량 계산부는, 상기 복소 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬할 때, 상기 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수를 절댓값 제공하고, 절댓값 제공한 채널 계수의 크기가 큰 순서대로 정렬할 수 있다.
- [27] 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법은, 장치간 통신(D2D; Device to Device)이 가능한 페어를 검색하는 단계; 상기 검색된 D2D 페어들을 각각의 채널 계수 정보를 획득하는 단계; 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하는 단계; 0번째 D2D 페어의 전송 용량을 0으로 설정하는 단계; 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k (k 는 1보다 큰 상수)번째 D2D 페어의 신호대 간섭 및 잡음비(SINR; Signal-to-interference-plus-noise ratio)을 확인하는 단계; 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량(sum rate)의 합을 계산하는 단계; 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합과 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 비교하는 단계; 및 비교결과 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의

합이 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합 보다 작은 경우, 상기 k-1번째 D2D 페어 까지만 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는 단계를 포함한다.

[28] 이때, 상기 비교결과 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합 이상이면, 상기 k의 값을 하나 증가시키는 단계를 더 포함하고, 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 계산하는 단계에서 이후의 단계를 반복할 수 있다.

[29] 이때, 링크 스케줄링 방법은, 상기 k가 상기 검색된 D2D 페어들의 수와 동일할 때까지 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량이 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량 이상이면, 상기 검색된 D2D 페어들 모두를 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[30] 이때, 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하는 단계는, 상기 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수를 절댓값 제공하고, 절댓값 제공한 채널 계수의 크기가 큰 순서대로 정렬할 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

[31] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.

[32] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[33] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[34] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로

해석되어야 한다. 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [35] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [36] 이하, 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [37] 이하에서는, 본 발명의 일 실시 예에 따른 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법 및 장치를 첨부된 도 1 내지 도 4를 참조하여 상세히 설명한다.
- [38] 도 1은 일 실시예에 따른 장치간 통신 네트워크의 개략적인 구조를 도시한 도면이다.
- [39] 도 1을 참조하면, 장치간 통신 네트워크는 N개의 D2D 페어들과 기지국(100)으로 구성되며, D2D 페어는 한쌍의 송신 장치(111, 121, 141)와 수신 장치(112, 122, 142)를 포함하여 구성된다.
- [40] 이때, 송신 장치(111, 121, 141)와 수신 장치(112, 122, 142)는 모두 동일한 주파수 대역을 공유하고, 셀룰러 통신과 D2D 통신 사이의 간섭을 회피하기 위해서 D2D 통신 링크에서 주파수 대역의 일부 무선 자원을 전용해서 사용할 수 있다.
- [41] D2D 통신은 셀룰러 네트워크의 업 링크 주파수 대역 또는 다운 링크 주파수 대역 중 하나를 공유 할 수 있지만, 다운 링크 보다는 업 링크를 공유 할 가능성이 높다. 따라서, D2D 통신에서 채널 추정을 위해서 셀룰러 업 링크의 레퍼런스 신호를 사용하거나 별도의 레퍼런스 신호를 사용할 수도 있다.
- [42] 본 발명에서 송신 장치(i)와 수신 장치(j) 사이의 채널 계수를 h_{ij} 라 하며, 일반적으로 제로평균(zero mean)과 분산(λ_{ij})과 함께 송신된다. 이때, 분산(λ_{ij})은 경로 손실을 반영할 수 있다.
- [43] 모든 수신 장치(112, 122, 142)는 기준 신호에 기초하여, 송신 장치(111, 121, 141)로부터 채널 계수를 추정할 수 있다.
- [44] 본 발명에서 ρ 는 D2D 장치들의 송신신호 전력 대 잡음 전력의 비율로

정의하고, 이하의 설명에서 손실 없는 신호대 잡음비(SNR; Signal to Noise Ratio)로 칭한다. 또한 모든 장치(111, 121, 141, 112, 122, 142)는 동일한 SNR을 가진 것으로 한다.

[45] 대응하는 N개의 이진수들과 함께 소수(decimal number)(d)를 $0 \leq d \leq 2^N - 1$ 로 정의하면, $b_i(d)$ ($1 \leq i \leq N$)는 아래 <수학식 1>과 같이 표현될 수 있다.

[46] [수학식 1]

$$[47] \quad b_i(d) = \begin{cases} 1, & \text{if transmitter } i \text{ is allowed to transmit} \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

[48] 본 발명은 링크 스케줄링 알고리즘을 통해 i번째 D2D 페어의 활동성을 확인할 수 있다.

[49] 다음과 같이 송신 데이터를 동시에 전송하는 D2D 페어들의 수(d)가 $1(d) \triangleq \sum_{i=1}^N b_i(d)$ 로 주어지면, D2D 페어의 i번째 수신 장치의 신호대 간섭 및 잡음비(SINR; Signal-to-interference-plus-noise ratio)(γ_i^d)는 아래 <수학식 2>와 같이 표현될 수 있다.

[50] [수학식 2]

$$[51] \quad \gamma_i^d = \frac{b_i(d)\rho|h_{ii}|^2}{\sum_{k=1, k \neq i}^N b_k(d)\rho|h_{ki}|^2 + 1}$$

[52] 그리고, 주어진 d에 대한 D2D 통신 네트워크의 전송 용량(sum rate)의 합은 아래 <수학식 3>과 같이 표현될 수 있다.

[53] [수학식 3]

$$[54] \quad C^d = \sum_{i=1}^N \log_2(1 + \gamma_i^d)$$

[55] 만약, 모든 송신 장치들로부터 수신 장치들로의 채널 이득이 수신 장치들에 의해서 추정될 수 있고, 수신 장치가 추정한 채널 이득을 기지국으로 전달할 수 있다면, 기지국은 데이터 전송에 대한 전송 용량에 대한 최적의 D2D 페어를 결정할 수 있다. 최적의 전송 용량은 아래 <수학식 4>와 같이 계산될 수 있다.

[56] [수학식 4]

$$[57] \quad C_{\text{opt}} = \max_{1 \leq d \leq 2^N - 1} C^d$$

[58] 여기서, 송신 장치의 수는 1에서 N까지 변경 가능하다.

[59]

[60] 상기 <수학식 4>는 다음과 같은 방법으로 근사화 될 수 있고, 대응하는 최적의

평균 전송 비율을 획득할 수 있다.

- [61] 만약, ρ 가 점진적으로 낮아진다면, <수학식 3>의 전송 용량은 아래의 <수학식 5>와 같이 근사화 될 수 있다.

$$[62] \quad C^d = \sum_{i=1}^N \log_2 \left(1 + \frac{b_i(d)\rho|h_{ii}|^2}{\sum_{k=1, k \neq i}^N b_k(d)\rho|h_{ki}|^2 + 1} \right) \\ \approx \sum_{i=1}^N \log_2 (1 + b_i(d)\rho|h_{ii}|^2)$$

- [63] 여기서, $\rho \rightarrow 0$ 이고, 1과 비교할 때, 간섭 $\sum_{k=1, k \neq i}^N b_k(d)\rho|h_{ki}|^2$ 는 무시할 수 있기 때문에 <수학식 5>와 같이 근사화 될 수 있다. 그리고, <수학식 5>은 $b_i(d) = 1 \forall i$ 일 때 최대화 될 수 있다.

- [64] 모든 D2D 페어들이 데이터 ($b_i(d) = 1 \forall i$)를 송신할 수 있도록 허용하는 경우, 아래 <수학식 6>과 같이 표현되는 최적의 전송 속도에 도달할 수 있다.

- [65] [수학식 6]

$$[66] \quad C_{\text{opt}}^{\text{low}} \triangleq \sum_{i=1}^N \log_2 (1 + \rho|h_{ii}|^2)$$

- [67] 만약, ρ 가 점진적으로 높아지고, 다수의 D2D 통신 페어들이 데이터 ($1(d) \geq 2$)를 송신하면, 대응하는 전송 용량의 합 ($C^{d,1(d) \geq 2}$)은 아래의 <수학식 7>와 같이 근사화 될 수 있다.

- [68] [수학식 7]

$$[69] \quad C^{d,1(d) \geq 2} \approx \sum_{i=1}^N \log_2 \left(1 + \frac{b_i(d)\rho|h_{ii}|^2}{\sum_{k=1, k \neq i}^N b_k(d)\rho|h_{ki}|^2} \right) \\ = \sum_{i=1}^N \log_2 \left(1 + \frac{b_i(d)|h_{ii}|^2}{\sum_{k=1, k \neq i}^N b_k(d)|h_{ki}|^2} \right)$$

- [70] 한편, 만약 D2D 페어의 i 번째 송신 장치가 단독으로 데이터를 송신하는 경우 ($1(d) = 1$ and $b_i(d) = 1$), 간섭이 존재하지 않고, 대응하는 전송률($C^{d,1(d)=1}$)은 아래 <수학식 8>과 같이 표현될 수 있다.

- [71] [수학식 8]

$$[72] \quad C^{d,1(d)=1} = \log_2 (1 + \rho|h_{ii}|^2)$$

- [73] <수학식 7>에서 $C^{d,1(d) \geq 2}$ 가 주어진 채널 이득에 대해서 일정한 동안에, ρ 가 무한대가 되므로 $C^{d,1(d)=1}$ 가 무한대가 되기 때문에 <수학식 8>에서 $C^{d,1(d)=1}$ 는

<수학식 7>의 $C^{d,1(d)} \geq 2$ 보다 항상 크다.

[74]

[75] <수학식 7>에서 $\sum_{k=1, k \neq i}^N b_k(d) \rho |h_{ki}|^2$ 가 0(zero)이 될 때, $C^{d,1(d)} \geq 2$ 또는

무한대가 된다. 그러나 이 경우의 확률은 0과 같다.

[76] 따라서, 높은 전송 용량으로 데이터가 송신되도록 하나의 D2D 페어를 허용한다.

[77] D2D 통신 페어들 중에서 가장 높은 채널 이득으로 선택하면 다음의 <수학식 9>와 같이 표현될 수 있다.

[78] [수학식 9]

[79]

$$s = \arg \max_{1 \leq i \leq N} |h_{ii}|^2$$

[80] 그리고, 아래 <수학식 10>과 같이 표현되는 최적의 전송 속도에 도달할 수 있다.

[81] [수학식 10]

[82]

$$C_{\text{opt}}^{\text{high}} \triangleq \log_2 (1 + \rho |h_{ss}|^2)$$

$$\approx \log_2 (\rho |h_{ss}|^2)$$

[83] 도 2는 일 실시예에 따라 장치간 통신 페어를 스케줄링 하는 장치의 구성을 도시한 도면이다.

[84] 도 2를 참조하면, 본 발명의 링크 스케줄링 장치(200)는 제어부(210), 검색부(212), 채널 계수 획득부(214), 전송 용량 계산부(216), 통신부(220) 및 저장부(230)를 포함할 수 있다.

[85] 본 발명의 링크 스케줄링 장치(200)는 기지국(100)의 내부에 포함되도록 구성될 수 있으며, 기지국(100)의 외부에 위치하여 기지국(100)과 통신하는 형태로 구성될 수도 있다.

[86] 통신부(220)는 수신기(Receiver)와 송신기(transmitter)를 포함하는 통신 인터페이스 장치로서, 유선 또는 무선으로 데이터를 송수신한다. 통신부(220)는 D2D 페어의 정보를 수신하기 위해서 단말기(장치)들과 통신할 수 있다. 통신부(108)는 안테나(미도시)를 통해 입출력 되는 데이터의 무선신호를 송수신 처리하는 기능을 수행한다. 예를 들어, 송신인 경우, 송신할 데이터를 채널 코딩(Channel coding) 및 확산(Spreading)한 후, RF처리하여 송신하는 기능을 수행하고, 수신인 경우, 수신된 RF신호를 기저대역신호로 변환하고 상기 기저대역신호를 역 확산(De-spreading) 및 채널 복호(Channel decoding)하여 데이터를 복원하는 기능을 수행한다.

- [87] 저장부(230)는 링크 스케줄링 장치(200)의 전반적인 동작을 제어하기 위한 운영체제, 응용 프로그램 및 저장용 데이터 등을 저장하고, 또한 본 발명에 따라 D2D 페어 정보, 획득 또는 계산된 D2D 페어의 SINR 및 전송 용량(sum rate) 정보 등을 저장한다. 저장부(230)는 플래시 메모리, 하드 디스크 드라이브 등을 포함하는 스토리지 디바이스일 수 있다.
- [88] 검색부(212)는 통신부(220)를 통해 장치들과 통신하여 장치간(D2D; Device to Device) 통신이 가능한 페어를 검색한다.
- [89] 채널 계수 획득부(214)는 검색된 D2D 페어들을 각각의 채널 계수를 통신부(220)를 통해 수신하거나 또는 획득한다.
- [90] 전송 용량 계산부(216)는 채널 계수를 이용해서 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하고, 0번째 D2D 페어의 전송 용량을 0으로 설정하고, 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k (k 는 1보다 큰 상수)번째 D2D 페어의 신호대 간섭 및 잡음비(SINR; Signal-to-interference-plus-noise ratio)을 확인하고, 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량(sum rate)을 계산하고, k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량과 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량을 비교하고, 비교결과 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량이 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량 보다 작은 경우, $k-1$ 번째 D2D 페어 까지만 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택한다. 이때, k 번째 D2D 페어의 SINR과 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량을 계산하는 방법은 이후 도 3을 참조하여 보다 상세히 후술한다.
- [91] 전송 용량 계산부(216)는 비교결과, k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량이 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량 이상이면, k 의 값을 하나 증가 시키고, k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량을 다시 계산하고, k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량과 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량을 다시 비교할 수 있다.
- [92] 또한, 전송 용량 계산부(216)는 k 가 검색된 D2D 페어들의 수와 동일할 때까지 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량이 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량 이상이면, 검색된 D2D 페어들 모두를 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택할 수 있다.
- [93] 한편, 전송 용량 계산부(216)는 채널 계수를 이용해서 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬할 때, 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수를 절댓값 제공하고, 절댓값 제공한 채널 계수의 크기가 큰 순서대로 정렬할 수 있다.
- [94] 제어부(210)는 링크 스케줄링 장치(200)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 그리고, 제어부(210)는 검색부(212), 채널 계수 획득부(214) 및 전송 용량 계산부(216)의 기능을 수행할 수 있다. 제어부(210), 검색부(212), 채널 계수 획득부(214) 및 전송 용량 계산부(216)를 구분하여 도시한 것은 각 기능들을 구별하여 설명하기 위함이다. 따라서 제어부(210)는 검색부(212), 채널 계수 획득부(214) 및 전송 용량 계산부(216) 각각의 기능을 수행하도록

구성된(configured) 적어도 하나의 프로세서를 포함할 수 있다. 또한, 제어부(110)는 검색부(212), 채널 계수 획득부(214) 및 전송 용량 계산부(216) 각각의 기능 중 일부를 수행하도록 구성된(configured) 적어도 하나의 프로세서를 포함할 수 있다.

[95]

[96] 이하, 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법을 아래에서 도면을 참조하여 설명한다.

[97] 도 3은 일 실시예에 따라 전송 용량이 최대화 되도록 장치간 통신 페어를 스케줄링 하는 과정을 도시한 흐름도이다.

[98] 도 3을 참조하면, 본 발명의 링크 스케줄링 장치는 장치간(D2D; Device to Device) 통신이 가능한 페어들을 모두 검색한다(310).

[99] 그리고, 링크 스케줄링 장치는 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수 정보를 피드백과 시그널링등을 통해서 획득하고(312), 획득된 채널 계수를 이용해서 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬한다(314). 이때, 링크 스케줄링 장치는 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수(h_{ii})를 절댓값 제공하고, 절댓값 제공한 채널 계수($|h_{ii}|$)의 크기가 큰 순서대로 정렬할 수 있다.

[100] 그리고, 링크 스케줄링 장치는 0번째 D2D 페어의 전송 용량을 0으로 설정하여 초기화 한다. 또한, 링크 스케줄링 장치는 k의 값을 1로 설정한다(316).

[101] 링크 스케줄링 장치는 k번째 D2D 페어를 추가한다(317).

[102] 그리고, 링크 스케줄링 장치는 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 첫 번째 D2D 페어부터 k(k는 1보다 큰 상수)번째 D2D 페어까지 각각의 D2D 페어들의 신호대 간섭 및 잡음비(SINR; Signal-to-interference-plus-noise ratio)를 확인한다(318). 이때, k번째 D2D 페어의 SINR은 아래 <수학식 11>을 통해 계산될 수 있다.

[103] [수학식 11]

[104]

$$\gamma_i = \begin{cases} \rho |h_{i1}|^2, & \text{if } k = 1 \\ \frac{\rho |h_{ii}|^2}{\sum_{j=1, j \neq i}^k \rho |h_{ji}|^2 + 1}, & \text{if } k > 1 \end{cases}$$

[105]

[106] 여기서 γ_i 는 내림차순으로 정렬된 D2D 페어들을 중에서 i번째 D2D 페어의 수신기에서 수신된 SINR을 나타내고, ρ 는 송신신호의 신호대 잡음비(SNR; Signal to Noise Ratio)을 나타내고, h_{ji} 는 내림차순으로 정렬된 D2D 페어들 중에서 j번째 페어의 송신기와 i번째 페어의 수신기 사이의 채널 계수를 나타낸다.

[107] 그리고, 링크 스케줄링 장치는 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 첫 번째

D2D 페어부터 k번째 D2D 페어까지 각각의 D2D 페어들의 전송 용량(sum rate)의 합을 계산한다(320). 이때, k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량은 아래 <수학식 12>과 통해 계산될 수 있다.

[108] [수학식 12]

$$[109] \quad C_{\text{prop-c}}^k = \sum_{i=1}^k \log_2(1 + \gamma_i)$$

[110] 여기서, $C_{\text{prop-c}}^k$ 는 내림차순으로 정렬된 D2D 페어들 중에서 k번째 D2D 페어가 추가된 경우 첫번째 D2D 페어부터 k번째 D2D 페어까지의 전송 용량의 합을 나타내고, γ_i 는 내림차순으로 정렬된 D2D 페어들 중에서 i번째 D2D 페어의 수신기에서 수신된 SINR을 나타낸다.

[111] 그리고, 링크 스케줄링 장치는 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합과 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 비교한다(322)

[112] 322단계의 비교결과 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합보다 작으면, 링크 스케줄링 장치는 k-1번째 D2D 페어 까지만 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택한다(324).

[113] 322단계의 비교결과 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합 이상이면, 링크 스케줄링 장치는 k가 검색된 D2D 페어들의 수와 같은지 확인한다(326).

[114] 326단계의 확인결과 k가 검색된 D2D 페어들의 수와 같지 않으면, 링크 스케줄링 장치는 k의 값을 하나 증가 시키고(334), 318단계로 돌아가 이후 일련의 과정을 반복 수행한다.

[115] 326단계의 확인결과 k가 검색된 D2D 페어들의 수와 같으면, 링크 스케줄링 장치는 검색된 D2D 페어들 모두를 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택한다(330).

[116]

[117] 도 4는 일 실시예에 따른 전송 용량의 합이 최대화 되도록 장치간 통신 페어를 스케줄링 하는 알고리즘을 도시한 도면이다.

[118] 도 4를 참조하면, 전송 용량의 합이 최대화 되도록 장치간 통신 페어를 스케줄링 하는 대략적인 소스코드를 확인할 수 있다.

[119]

[120] 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, FPGA(field programmable gate 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.

- [121] 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(embody)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.
- [122] 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.
- [123] 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.

- [124] 그러므로, 다른 구현들, 다른 시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

산업상 이용가능성

- [125] 본 발명은 D2D 통신이 가능한 D2D 페어들을 검색하고, 상기 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수 정보를 획득하고, 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하고, 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합(sum rate)을 계산하고, k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합과 비교하고, 비교결과를 고려하여 전송 용량의 합(sum rate)이 최대가 될 수 있는 D2D 페어들을 선택하는 링크 스케줄링 방법 및 장치에 관한 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 장치간 통신(D2D; Device to Device)이 가능한 페어를 검색하는 검색부; 상기 검색된 D2D 페어들을 각각의 채널 계수 정보를 획득하는 채널 계수 정보 획득부; 및
상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하고, 0번째 D2D 페어의 전송 용량을 0으로 설정하고, 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 1부터 k (k 는 1보다 큰 상수)번째 D2D 페어의 신호대 간섭 및 잡음비(SINR; Signal-to-interference-plus-noise ratio)을 확인하고, 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합(sum rate)을 계산하고, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합과 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 비교하고, 비교결과 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 상기 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합 보다 작은 경우, $k-1$ 번째 D2D 페어 까지만 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는 전송 용량 계산부를 포함하는 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 전송 용량 계산부는,
상기 비교결과, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합 이상이면, 상기 k 의 값을 하나 증가 시키고, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 다시 계산하고, 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합과 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 다시 비교하는
단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 전송 용량 계산부는,
상기 k 가 상기 검색된 D2D 페어들의 수와 동일할 때까지 상기 k 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량이 $k-1$ 번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량 이상이면, 상기 검색된 D2D 페어들 모두를 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는
단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 전송 용량 계산부는,
상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬할 때, 상기 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수를 절댓값 제공하고, 절댓값 제공한 채널 계수의 크기가 큰 순서대로 정렬하는

단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 장치.
 [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 k번째 D2D 페어의 SINR은,
 아래 <수학식 13>을 통해 계산되는
 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법.
 [수학식 13]

$$\gamma_i = \begin{cases} \rho |h_{11}|^2, & \text{if } k = 1 \\ \frac{\rho |h_{22}|^2}{\sum_{j=1, j \neq i}^k \rho |h_{ji}|^2 + 1}, & \text{if } k > 1 \end{cases}$$

여기서, γ_i 는 내림차순으로 정렬된 D2D 페어들을 중에서 i번째 D2D 페어의 수신기에서 수신된 SINR을 나타내고, ρ 는 송신신호의 신호대 잡음비(SNR; Signal to Noise Ratio)을 나타내고, h_{ji} 는 송신기 j와 수신기 i 사이의 채널 계수를 나타낸다.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량은,
 아래 <수학식 14>과 통해 계산되는
 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 장치.
 [수학식 14]

$$C_{\text{prop-c}}^k = \sum_{i=1}^k \log_2(1 + \gamma_i)$$

여기서, $C_{\text{prop-c}}^k$ 는 k번째 D2D 페어가 추가된 경우 첫번째 D2D 페어부터 k번째 D2D 페어까지의 전송 용량의 합을 나타내고, γ_i 는 내림차순으로 정렬된 D2D 페어들을 중에서 i번째 D2D 페어의 수신기에서 수신된 SINR을 나타낸다.

[청구항 7] 장치간 통신(D2D; Device to Device)이 가능한 페어를 검색하는 단계;
 상기 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수 정보를 획득하는 단계;
 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로 정렬하는 단계;
 0번째 D2D 페어의 전송 용량을 0으로 설정하는 단계;
 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 k(k는 1보다 큰 상수)번째 D2D 페어의 신호대 간섭 및 잡음비(SINR; Signal-to-interference-plus-noise ratio)을 확인하는 단계;
 상기 검색된 D2D 페어들을 정렬된 순서대로 상기 k번째 D2D 페어가

추가된 경우의 전송 용량의 합(sum rate)을 계산하는 단계;
 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량과 k-1번째 D2D 페어가
 추가된 경우의 전송 용량의 합을 비교하는 단계; 및
 비교결과 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이
 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합보다 작은 경우, 상기
 k-1번째 D2D 페어 까지만 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는
 단계를 포함하는
 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
 상기 비교결과 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량이
 k-1번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량 이상이면, 상기 k의 값을
 하나 증가 시키는 단계를 더 포함하고,
 상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합을 계산하는
 단계에서 이후의 단계를 반복하는
 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법.

[청구항 9] 제8항에 있어서,
 상기 k가 상기 검색된 D2D 페어들의 수와 동일할 때까지 상기 k번째 D2D
 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합이 k-1번째 D2D 페어가 추가된
 경우의 전송 용량의 합이상이면, 상기 검색된 D2D 페어들 모두를
 데이터를 전송하는 D2D 페어로 선택하는 단계를 더 포함하는
 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법.

[청구항 10] 제7항에 있어서,
 상기 채널 계수를 이용해서 상기 검색된 D2D 페어들을 내림차순으로
 정렬하는 단계는,
 상기 검색된 D2D 페어들 각각의 채널 계수를 절댓값 제공하고, 절댓값
 제공한 채널 계수의 크기가 큰 순서대로 정렬하는
 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법.

[청구항 11] 제7항에 있어서,
 상기 k번째 D2D 페어의 SINR은,
 아래 <수학식 15>을 통해 계산되는
 단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법.
 [수학식 15]

$$\gamma_k = \begin{cases} \rho |h_{11}|^2, & \text{if } k = 1 \\ \frac{\rho |h_{22}|^2}{\sum_{j=1, j \neq i}^k \rho |h_{j2}|^2 + 1}, & \text{if } k > 1 \end{cases}$$

여기서, γ_i 는 내림차순으로 정렬된 D2D 페어들을 중에서 i번째 D2D 페어의 수신기에서 수신된 SINR을 나타내고, ρ 는 송신신호의 신호대 잡음비(SNR; Signal to Noise Ratio)을 나타내고, γ_{ji} 는 송신기 j와 수신기 I 사이의 채널 계수를 나타낸다.

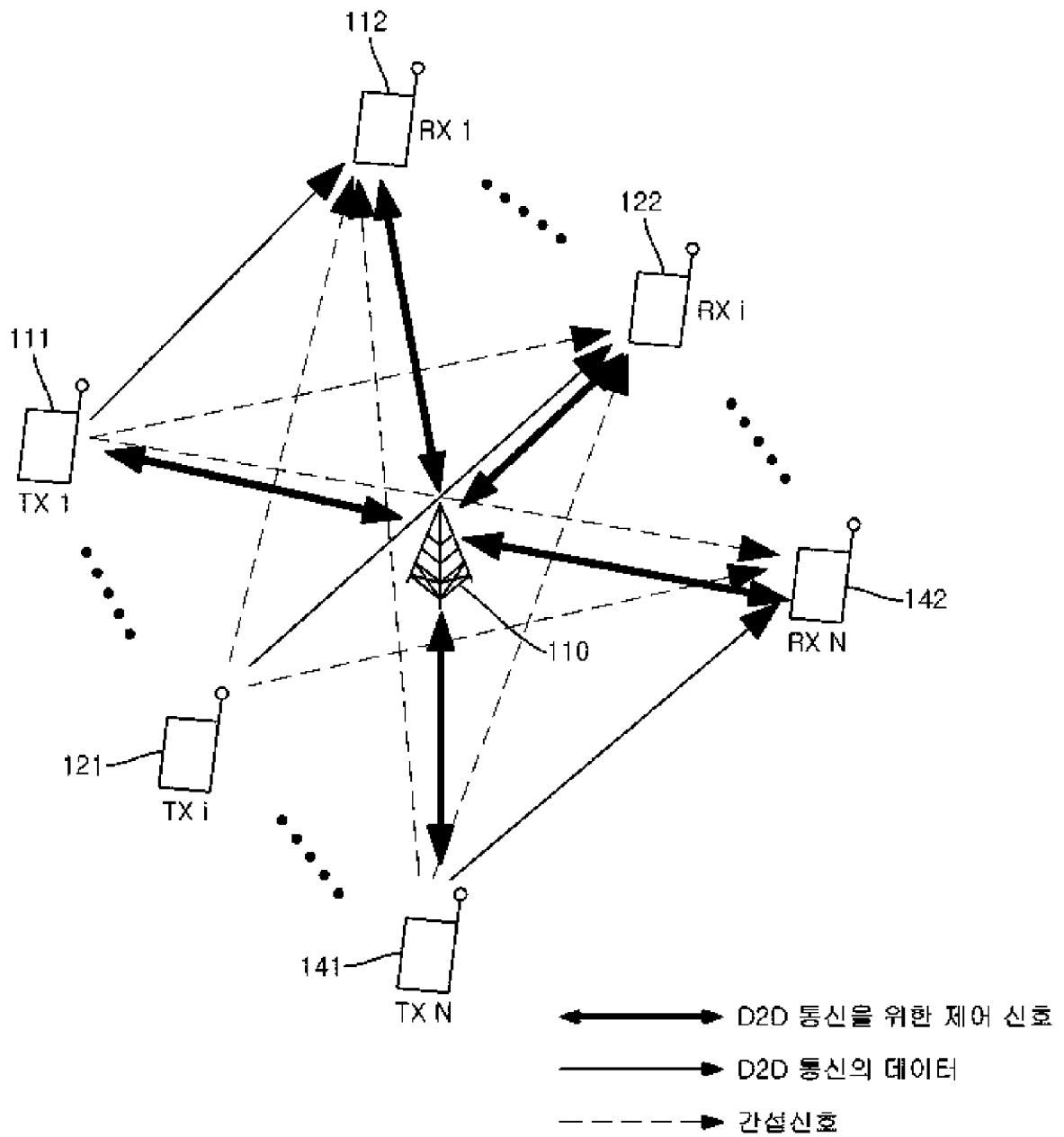
- [청구항 12] 제7항에 있어서,
상기 k번째 D2D 페어가 추가된 경우의 전송 용량의 합은,
아래 <수학식 16>과 통해 계산되는
단말간 직접통신 네트워크에서 링크 스케줄링 방법.
[수학식 16]

$$C_{\text{prop-c}}^k = \sum_{i=1}^k \log_2(1 + \gamma_i)$$

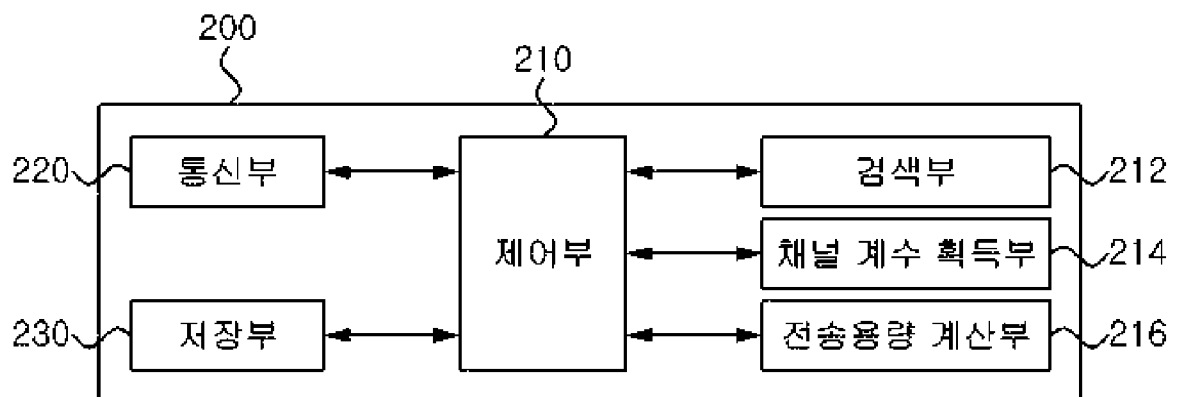
여기서, $C_{\text{prop-c}}^k$ 는 k번째 D2D 페어가 추가된 경우 첫번째 D2D 페어부터 k번째 D2D 페어까지의 전송 용량의 합을 나타내고, γ_i 는 내림차순으로 정렬된 D2D 페어들을 중에서 i번째 D2D 페어의 수신기에서 수신된 SINR을 나타낸다.

- [청구항 13] 제7항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록되어 있는 것을 특징으로 하는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.

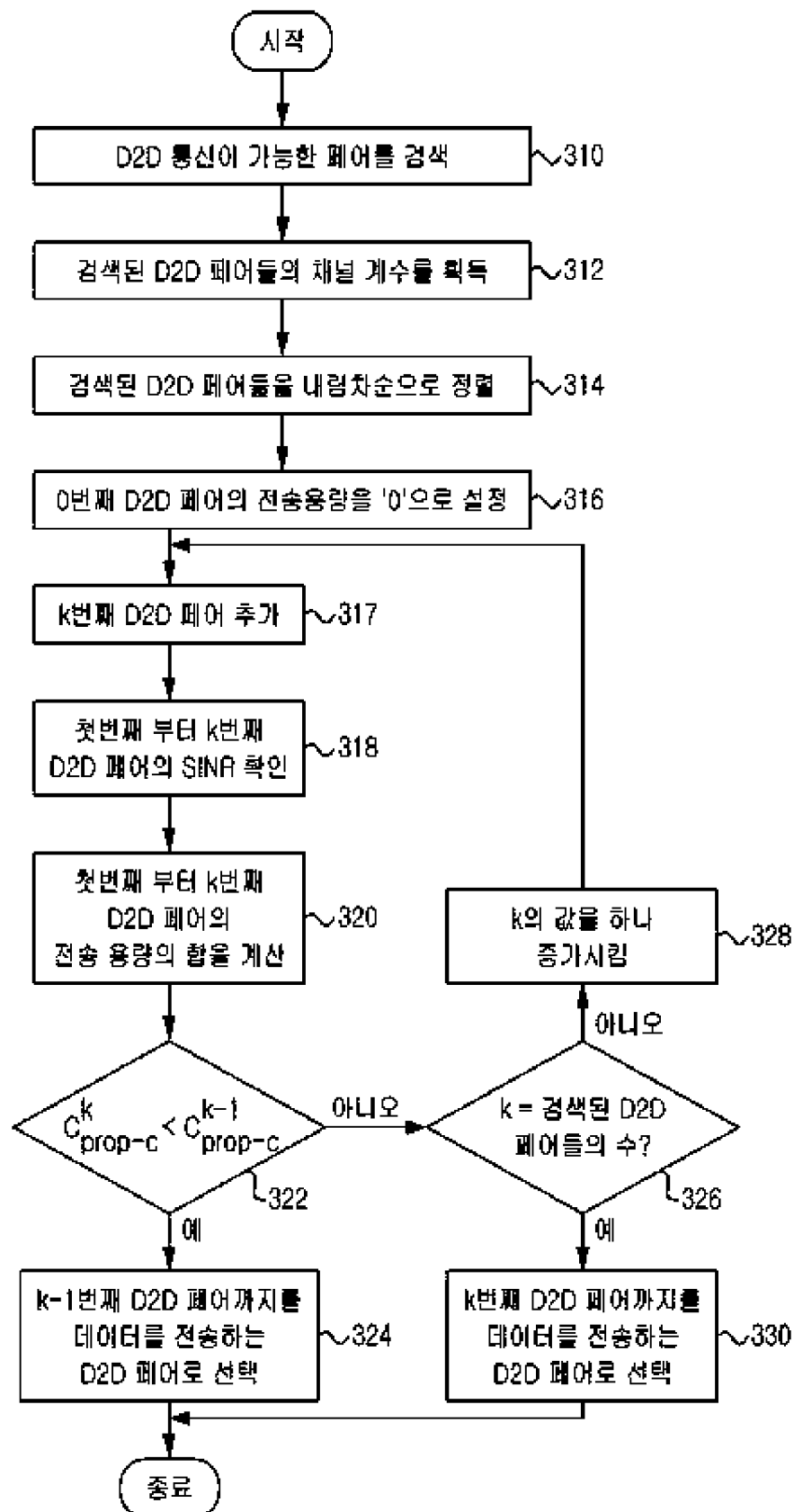
[도1]



[도2]



[도3]



[도4]

Algorithm 1 BS-Assisted Centralized SchedulingSort $|h_{ii}|^2$ in descending order such that

$$|h_{\hat{1}\hat{1}}|^2 \geq |h_{\hat{2}\hat{2}}|^2 \geq \dots \geq |h_{\hat{N}\hat{N}}|^2$$

Initialize: $C_{\text{prop-c}}^0 = 0$ **for** $k = 1$ to N **do** **for** $i = 1$ to k **do** Compute SINR for $\hat{i}$ -th device, γ_i **end for** Compute the achievable sum-rate of the selected k D2D pairs from $\hat{1}$ to $\hat{k}$, $C_{\text{prop-c}}^*$

$$C_{\text{prop-c}}^k = \sum_{i=1}^k \log_2(1 + \gamma_i)$$

if $C_{\text{prop-c}}^k < C_{\text{prop-c}}^{k-1}$ **then**

break

else

$$t = k$$

end if**end for**D2D pair set is determined as $\{\hat{1}, \dots, \hat{t}\}$ and $C_{\text{prop-c}}^* = C_{\text{prop-c}}^t$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/000825

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 72/12(2009.01)i, H04W 24/08(2009.01)i, H04W 24/02(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 72/12; H04W 24/00; H04W 72/08; H04W 72/04; H04W 40/22; H04W 40/08; H04W 24/08; H04W 24/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: D2D, sum rate, scheduling, calculation complexity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BAN, Tae-Won, "Scheduling Scheme for Underlay-based D2D Direct Communications in Cellular Networks", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, vol. 19, no. 12, 31 December 2015 (http://society.kisti.re.kr/sv/SV_svpbs03V.do?method=download&cn1=JAKO201506959397563) See pages 2802-2804; and figure 2.	1,7,13
A		2-6,8-12
A	KR 10-1303901 B1 (EWHA UNIVERSITY - INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION) 05 September 2013 See paragraphs [0019]-[0045]; claims 1, 2; and figure 2.	1-13
A	KR 10-2013-0134821 A (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION KOREA AEROSPACE UNIVERSITY) 10 December 2013 See paragraphs [0032]-[0066]; claim 1; and figures 3a-4b.	1-13
A	US 2014-0160966 A1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION et al.) 12 June 2014 See paragraphs [0063]-[0079]; claim 1; and figure 7.	1-13
A	KR 10-2015-0086152 A (SOONGSIL UNIVERSITY RESEARCH CONSORTIUM TECHNO-PARK) 27 July 2015 See paragraphs [0034]-[0079]; claims 1, 4; and figure 5.	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 MAY 2017 (10.05.2017)

Date of mailing of the international search report

10 MAY 2017 (10.05.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/000825

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1303901 B1	05/09/2013	NONE	
KR 10-2013-0134821 A	10/12/2013	NONE	
US 2014-0160966 A1	12/06/2014	KR 10-2014-0074068 A US 9420597 B2	17/06/2014 16/08/2016
KR 10-2015-0086152 A	27/07/2015	KR 10-1568081 B1	18/11/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04W 72/12(2009.01)i, H04W 24/08(2009.01)i, H04W 24/02(2009.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04W 72/12; H04W 24/00; H04W 72/08; H04W 72/04; H04W 40/22; H04W 40/08; H04W 24/08; H04W 24/02

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: D2D, 전송용량, 스케줄링, 계산 복잡도

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	반태원, `셀룰러 네트워크에서 언더레이 기반의 단말간 직접통신을 위한 스케줄링 방법`, 한국정보통신학회지 Vol. 19, No. 12, 2015.12.31 (http://society.kisti.re.kr/sv/SV_svpsbs03V.do?method=download&cn1=JAKO201506959397563) 페이지 2802-2804; 및 도면 2 참조.	1, 7, 13
A		2-6, 8-12
A	KR 10-1303901 B1 (이화여자대학교 산학협력단) 2013.09.05 단락 [0019]-[0045]; 청구항 1, 2; 및 도면 2 참조.	1-13
A	KR 10-2013-0134821 A (한국항공대학교 산학협력단) 2013.12.10 단락 [0032]-[0066]; 청구항 1; 및 도면 3a-4b 참조.	1-13
A	US 2014-0160966 A1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION 등) 2014.06.12 단락 [0063]-[0079]; 청구항 1; 및 도면 7 참조.	1-13
A	KR 10-2015-0086152 A (숭실대학교 산학협력단) 2015.07.27 단락 [0034]-[0079]; 청구항 1, 4; 및 도면 5 참조.	1-13

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 05월 10일 (10.05.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 05월 10일 (10.05.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

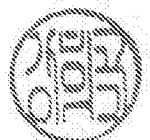
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

강희국

전화번호 +82-42-481-8264



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1303901 B1	2013/09/05	없음	
KR 10-2013-0134821 A	2013/12/10	없음	
US 2014-0160966 A1	2014/06/12	KR 10-2014-0074068 A US 9420597 B2	2014/06/17 2016/08/16
KR 10-2015-0086152 A	2015/07/27	KR 10-1568081 B1	2015/11/18