

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 3월 12일 (12.03.2020) WIPO | PCT



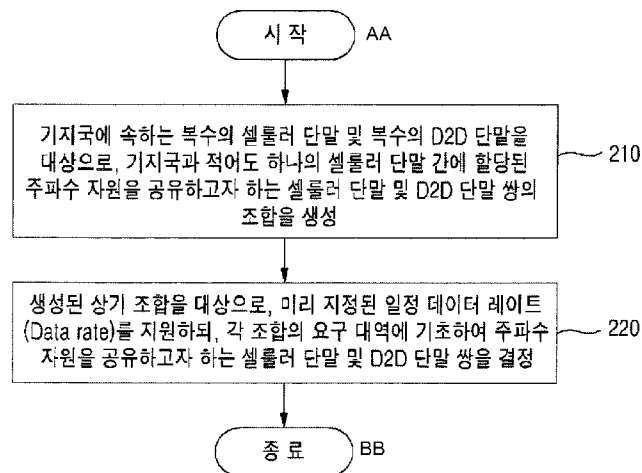
(10) 국제공개번호
WO 2020/050459 A1

- (51) 국제특허분류:
H04W 72/04 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/016088
- (22) 국제출원일: 2018년 12월 18일 (18.12.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2018-0105525 2018년 9월 4일 (04.09.2018) KR
- (71) 출원인: 인하대학교 산학협력단 (INHA-INDUSTRY PARTNERSHIP INSTITUTE) [KR/KR]; 22212 인천시 남구 인하로 100, Incheon (KR).
- (72) 발명자: 김덕경 (KIM, Duk Kyung); 06762 서울시 서초구 바우피로7길 101동 503호, Seoul (KR). 박재현 (PARK, Jae Hyun); 14317 경기도 광명시 신촌로 15번길 20-10 302호, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 양성보 (YANG, Sungbo); 06099 서울시 강남구 선릉로125길 14 삼성빌딩 2층, 피엔티특허법률사무소, 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, JO, 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 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, 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,

(54) Title: FREQUENCY RESOURCE ALLOCATION METHOD FOR REAL-TIME COMMUNICATION IN CELLULAR D2D NETWORK

(54) 발명의 명칭: 셀룰러 D2D 네트워크에서의 실시간 통신을 위한 주파수 자원 할당 방법

【도 2】



210 ... With respect to pair of plurality of cellular terminals and plurality of D2D terminals which belong to base station, generate combinations of cellular terminal and D2D terminal pair for sharing frequency resources allocated between base station and at least one cellular terminal

220 ... With respect to generated combinations, support pre-designated fixed data rate and decide cellular terminal and D2D terminal pair for sharing frequency resources on basis of required bands of respective combinations

AA ... Start

BB ... End

(57) Abstract: Disclosed is a frequency resource allocation method for real-time communication in a cellular device-to-device (D2D) network. A frequency resource allocation method in a cellular D2D network can comprise the steps of: with respect to a pair of a plurality of cellular terminals and a plurality of D2D terminals which belong to a base station, generating combinations of a cellular terminal and D2D terminal pair for sharing frequency resources allocated between the base station and at least one cellular terminal; and, with respect to the generated combinations, supporting a pre-designated fixed data rate and deciding the cellular terminal and D2D terminal pair for sharing the frequency resources on the basis of required bands of respective combinations.

(57) 요약서: 셀룰러 D2D 네트워크에서의 실시간 통신을 위한 주파수 자원 할당 방법이 개시된다. 셀룰러 D2D(Device to Device) 네트워크에서의 주파수 자원 할당 방법에 있어서, 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말 쌍을 대상으로, 기지국과 적어도 하나의 셀룰러 단말 간에 할당된 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍의 조합을 생성하는 단계, 및 생성된 상기 조합을 대상으로, 미리 지정된 일정 데이터 레이트(data rate)를 지원하되, 각 조합의 요구 대역에 기초하여 상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[다음 쪽 계속]

WO 2020/050459 A1

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).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

【명세서】**【발명의 명칭】**

셀룰러 D2D 네트워크에서의 실시간 통신을 위한 주파수 자원 할당 방법

【기술분야】

본 발명의 실시예들은 셀룰러 D2D(Device to Device) 네트워크에서의 실시간 통신을 위한 주파수 자원 할당 기술에 관한 것이다.

【배경기술】

D2D 기술은 모바일 기기를 대상으로 가까운 거리에 있는 모바일 기기들끼리 직접 통신하는 기술을 나타낸다. 5G 이동통신에서 D2D 기술은 셀룰러 단말과 사물 인터넷(IoT) 네트워킹을 구현하는 단말들(즉, D2D 단말들)이 직접 통신하는 기술을 나타낸다.

이처럼, D2D 단말과 셀룰러 단말이 포함된 네트워크에서의 실시간 통신 시, 셀룰러 단말과 D2D 단말은 일정 데이터 레이트(data rate)가 유지되도록 데이터 레이트가 제한된다. 데이터 레이트를 제한하는 기술로 CBR 및 GBR이 존재한다.

CBR(Constant Bit Rate)은 고정 비트율을 지원하는 대역폭 할당 기술로, 사용자 단말로 미리 설정된 고정 비트율로 데이터를 일정하게 전송하는 기술이다. GBR(Guaranteed Bit Rate)은 일정 비트율을 보장하는 대역폭 할당 기술로이다.

CBR 및 GBR 등과 같이 데이터 레이트가 제한되는 통신 환경에서, 기지국에

속하는 셀룰러 단말과 사물인터넷 등을 형성하는 D2D 단말 간에 주파수 자원이 공유하는 경우 간섭이 발생하고, 이에 CBR 및 GBR을 보장하기 위해서 더 많은 주파수 자원이 요구된다.

이에 따라, 셀룰러 단말 및 D2D 단말이 공존하여 통신하는 네트워크 환경에서 주파수 자원을 효율적으로 할당하는 기술이 요구된다.

한국등록특허 제10-1646433호는 셀 내의 복수의 단말기의 위치 정보와 전송률 정보를 기반으로 후보 단말기를 검색하고, 후보 단말기의 위치 정보에 따라 셀룰러 그룹과 D2D 그룹으로 나누어 그룹핑하고, 그룹별 위치를 기초로 셀룰러 그룹과 D2D 그룹을 매칭하고, 셀룰러 그룹의 후보 단말기와 D2D 그룹의 후보 단말기의 배열 순서를 이용하여 주파수 자원을 공유하는 D2D 통신 시스템의 위치 기반 주파수 자원 할당 기술을 개시하고 있다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

본 발명은 CBR 또는 GBR과 같이 일정 데이터 레이트(data rate)를 보장/지원하는 서비스를 제공하는 네트워크 환경에서, 셀룰러 단말(cellular UE)와 D2D(Device to Device) 단말 간의 주파수 자원 공유 할당을 위한 기술에 관한 것이다.

【기술적 해결방법】

셀룰러 D2D(Device to Device) 네트워크에서의 주파수 자원 할당 방법에 있어서, 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말 쌍을 대상으로, 기지국과 적어도 하나의 셀룰러 단말 간에 할당된 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍의 조합을 생성하는 단계, 및 생성된 상기 조합을 대상으로, 미리 지정된 일정 데이터 레이트(data rate)를 지원하되, 각 조합의 요구 대역에 기초하여 상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

일측면에 따르면, 상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계는, 상기 조합 중 요구 대역이 가장 작은 조합을 기반으로 상기 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍(즉, CU-DU 쌍)을 결정할 수 있다.

다른 측면에 따르면, 상기 조합을 생성하는 단계는, 상기 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 및 상기 기지국에 속하는 D2D 단말 쌍을 대상으로, 특정 셀룰러 단말과 상기 주파수 자원을 공유할 D2D 단말 쌍을 하나의 조합으로 하는 집합을 생성할 수 있다.

또 다른 측면에 따르면, 상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계는, 생성된 상기 조합 중 특정 조합을 대상으로, 상기 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 중 어느 하나의 셀룰러 단말을 선택하는 단계, 및 선택된 상기 셀룰러 단말을 기준으로 최소 요구 대역에 해당하는 D2D 쌍을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

또 다른 측면에 따르면, 상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계는, 생성된 상기 조합 중 특정 조합을 대상으로, 상기 기지국에 속하는 복수의 D2D 단말 쌍 중 특정 D2D 단말 쌍을 선택하는 단계, 및 선택된 상기 D2D 단말 쌍을 기준으로 최소 요구 대역에 해당하는 D2D 쌍을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

또 다른 측면에 따르면, 상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계는, 생성된 상기 조합을 대상으로, 셀룰러 단말과 D2D 단말 쌍을 결정하기 위해 생성된 모든 쌍 중 최소 요구 대역을 갖는 쌍을 결정할 수 있다.

또 다른 측면에 따르면, 상기 요구 대역은, 상기 주파수 자원을 공유하려는 셀룰러 단말의 요구 대역 및 D2D 단말의 요구 대역 중 상대적으로 더 큰 대역을 나타낼 수 있다.

셀룰러 D2D(Device to Device) 네트워크에서의 주파수 자원 할당 시스템에 있어서, 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말 쌍을 대상으로, 기지국과 적어도 하나의 셀룰러 단말 간에 할당된 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍의 조합을 생성하는 조합 생성부, 및 생성된 상기 조합을 대상으로, 미리 지정된 일정 데이터 레이트(data rate)를 지원하되, 각 조합의 요구 대역에 기초하여 상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 결정부를 포함할 수 있다.

【발명의 효과】

본원발명은, CBR 또는 GBR과 같이 일정 데이터 레이트(data rate)를 보장/지원하는 서비스를 제공하는 네트워크 환경에서, 셀룰러 단말(cellular UE)와 D2D(Device to Device) 단말 간의 주파수 자원 공유 할당 방안을 제시함으로써, 주파수 자원의 효율성을 높이고, 풀서치(full search) 대비 상대적으로 계산 복잡도를 감소시킬 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 셀룰러 단말 및 D2D 단말을 포함하는 네트워크 환경을 나타낼 수 있다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 셀룰러 D2D 네트워크에서의 주파수 자원 할당 방법을 도시한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 주파수 자원 할당 시스템의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 일정 데이터 레이트를 만족하는 조건 하에 최소 요구 대역을 갖는 조합을 찾는 구조를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 자원 공유(sharing) 시의 요구 대역 계산을 설명하기 위해 제공되는 네트워크 구조이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 단말의 수에 따른 복잡도를 나타내는 그래프이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, 단말의 수에 따른 요구 대역폭의 크기를 도시한 그래프이다.

【발명의 실시를 위한 최선의 형태】

본 실시예들은 셀룰러 D2D 네트워크에서의 실시간 통신을 위한 주파수 자원 할당 기술에 관한 것으로서, 특히, 셀룰러 단말과 D2D 단말 쌍이 미리 지정된 일정 데이터 레이트(data rate)을 지원하는(즉, 만족하는) 조건 하에 최소 요구 대역을 갖는 조합을 결정하여 주파수 자원을 공유하는 기술에 관한 것이다. 즉, 주파수 자원을 공유함에 따라 D2D 단말과 셀룰러 단말 간에 발생 가능한 간섭 및 주파수 자원 공유에 따라 효과적으로 대역폭을 사용하는 특징을 모두 고려하여 주파수 자원을 공유하는 기술에 관한 것이다.

본 실시예들에서, '셀룰러 단말(Cellular User Equipment)'은 기지국에 속하는 사용자 단말들을 나타내는 것으로서, 예컨대 기지국의 커버리지(coverage)에 위치하는 스마트폰(smartphone), 태블릿(tablet), 웨어러블 디바이스(wearable device), 노트북, 2G/3G 단말 등을 포함할 수 있다.

본 실시예들에서, 'D2D 단말'은 직접 통신이 가능한 전자기기를 나타내는 것으로서, 예컨대, IoT(Internet of Things) 네트워크를 형성하는 전자 기기를 나타낼 수 있다. 즉, 기지국을 통하지 않고 단말들 간에 직접적으로 데이터를 송수신할 수 있는 전자 기기를 나타낼 수 있다.

본 실시예들에서, '주파수 자원 할당 시스템'은 기지국에 해당할 수도 있고,

기지국에 속하는 셀룰러 단말, 또는 D2D 단말에 해당할 수도 있다.

도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 셀룰러 단말 및 D2D 단말을 포함하는 네트워크 환경을 나타낼 수 있다.

도 1에 따르면, 네트워크(100)는 기지국(101)에 속하는 사용자 단말(즉, 셀룰러 단말, 102), D2D 단말 쌍 A(110) 및 D2D 단말 쌍 B(120)를 포함할 수 있다.

기지국(101)과 셀룰러 단말(102) 간에 통신을 위해 할당된 주파수 자원은 D2D 단말 쌍 A(110)과 공유될 수도 있고, D2D 단말 쌍 B(120)과 공유될 수도 있다.

이때, D2D 단말 쌍 B(120)에 속하는 송신 D2D 단말(121) 및 수신 D2D 단말(122)은 기지국(101) 및 셀룰러 단말(102)과 미리 지정된 간섭 거리 이내로 가깝고, D2D 단말 쌍 A(110)에 속하는 송신 D2D 단말(111) 및 수신 D2D 단말(112)은 기지국(101) 및 셀룰러 단말(102)과 미리 지정된 공유 거리보다 크게, 즉, 멀리 위치할 수 있다. 다시 말해, 기지국(101)과 셀룰러 단말(102) 간에 통신을 위해 할당된 주파수 자원이 D2D 단말 쌍 B(120)와 공유되는 경우, 간섭이 발생하므로 개별 주파수 자원을 사용하여 통신하는 것이 일정 데이터 레이트 조건을 만족할 수 있다. 기지국(101)과 셀룰러 단말(102) 간에 통신을 위해 할당된 주파수 자원이 D2D 단말 쌍 A(110)와 공유되는 경우, 일정 데이터 레이트를 만족시키면서 동일 주파수 자원을 사용함으로써 대역폭을 절약할 수 있다.

이에 따라, 주파수 자원 할당 시스템은 기지국이 커버(cover)하는 셀(cell) 내에 N개의 셀룰러 단말(CU)과 M개의 D2D 단말 쌍(즉, 송신 D2D 단말 및 수신 D2D

단말 쌍)이 위치하는 환경에서, 경우에 따라 주파수 자원을 효과적인 조합을 결정하여 주파수 자원을 할당할 수 있다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, 셀룰러 D1D 네트워크에서의 주파수 자원 할당 방법을 도시한 흐름도이고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 주파수 자원 할당 시스템의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

도 3을 참고하면, 주파수 자원 할당 시스템(300)은 조합 생성부(310) 및 결정부(320)를 포함할 수 있으며, 도 2의 각 단계들(210 내지 220 단계)은 도 3에 도시된 주파수 자원 할당 시스템(300)의 구성 요소인 조합 생성부(310) 및 결정부(320)에 의해 수행될 수 있다.

먼저, 도 2 및 도 3에서는 셀(cell) 내에 N개의 셀룰러 단말(CU)과 M개의 D2D 단말 쌍(즉, 송신 D2D 단말 및 수신 D2D 단말 쌍)이 위치하는 네트워크 환경에서, $N=M$ 임을 가정하기로 한다.

210 단계에서, 조합 생성부(310)는 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말 쌍(즉, D2D 단말 쌍에 해당하는 송신 D2D 단말 및 수신 D2D 단말)을 대상으로, 기지국과 적어도 하나의 셀룰러 단말 간에 할당된 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍의 조합을 생성할 수 있다.

이때, 조합 생성부(310)는 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 및 기지국에 속하는 D2D 단말(즉, D2D 단말 쌍에 해당하는 송신 D2D 단말 및 수신 D2D 단말)을 대상으로, 특정 셀룰러 단말과 주파수 자원을 공유할 D2D 단말 쌍을

하나의 조합으로 하는 집합을 생성할 수 있다.

220 단계에서, 결정부(320)는 생성된 조합을 대상으로, 미리 지정된 일정 데이터 레이트(data rate)를 지원하되, 각 조합의 요구 대역에 기초하여 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정할 수 있다. 이때, 결정부(320)는 생성된 조합 중 요구 대역이 가장 작은 조합을 기반으로 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정할 수 있다.

일례로, 결정부(320)는 생성된 조합 중 특정 조합을 대상으로, 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 중 어느 하나의 셀룰러 단말을 선택할 수 있다. 그리고, 결정부(320)는 선택된 셀룰러 단말을 기준으로 최소 요구 대역에 해당하는 D2D 쌍을 결정할 수 있다. 즉, 결정부(320)는 임의의 셀룰러 단말을 우선적으로 랜덤(random)하게 선택한 이후, 선택된 셀룰러 단말을 기준으로 요구 대역이 최소인 D2D 쌍을 결정할 수 있다.

다른 예로, 결정부(320)는 생성된 상기 조합 중 특정 조합을 대상으로, 기지국에 속하는 복수의 D2D 단말 쌍 중 특정 D2D 단말 쌍을 선택할 수 있다. 그리고, 결정부(320)는 선택된 D2D 단말 쌍을 기준으로 최소 요구 대역에 해당하는 D2D 쌍을 결정할 수 있다. 즉, 결정부(320)는 임의의 D2D 단말 쌍을 우선적으로 랜덤(random)하게 선택한 이후, 선택된 D2D 단말 쌍을 기준으로 요구 대역이 최소인 셀룰러 단말을 결정할 수 있다.

또 다른 예로, 결정부(320)는 생성된 상기 조합을 대상으로, 셀룰러 단말과 D2D 단말 쌍을 결정하기 위해 생성된 모든 쌍 중 최소 요구 대역을 갖는 쌍을 결정할 수 있다. 이외에, 풀서치(full search) 방식이 이용될 수도 있다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 일정 데이터 레이트를 만족하는 조건 하에 최소 요구 대역을 갖는 조합을 찾는 구조를 도시한 도면이다.

기지국이 커버(cover)하는 셀(cell) 내에 N개의 셀룰러 단말(CU)과 M개의 D2D 단말 쌍(즉, 송신 D2D 단말 및 수신 D2D 단말 쌍)이 위치하는 네트워크 환경에서, $N=M$ 인 경우에 모든 셀룰러 단말(CU)과 D2D 단말 쌍(즉, 송신 및 수신 D2D 단말)을 대상으로, 서로 쌍(즉, CU와 송신 및 수신 D2D 단말의 쌍)을 맺을 조합들의 집합 P는 아래의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

[수학적 식 1]

$$P = [P_1, \dots, P_k, \dots, P_K]$$

수학적 식 1에서, P는 네트워크 내의 복수의 셀룰러 단말(CU)과 복수의 D2D 단말 쌍을 대상으로 서로 쌍(pair)을 맺을 결정 조합의 집합을 나타낼 수 있다. 여기서, P_k 는 $N \times M$ 의 셀룰러 단말(CU)과 D2D 단말 쌍 간에 서로 쌍(pair, 즉, CU-DU 쌍)을 맺을지 여부를 나타내는 지시자의 조합에 해당할 수 있다. 예컨대, $k \neq k'$ 이면 $P_k \neq P_{k'}$ 일 수 있다. 그리고, P_k 의 엘리먼트(element)인 $x_{n,m}^{(k)}$ 는 k번째 조합에서 셀룰러 단말(CU) n과 D2D 단말 쌍 m이 쌍(pair)의 결정 지시자(즉, index)를 나타낼 수 있다. 즉, k번째 조합에 속하는 셀룰러 단말(CU) n과 D2D

단말 쌍 m 이 쌍(pair)을 맺을지 여부를 나타내는 지시자를 나타낼 수 있다. 이때, P_k 중 모든 셀룰러 단말(CU)과 D2D 쌍(pair)이 미리 지정된 일정 데이터 레이트 R_T 를 만족(즉, 지원)하는 조건에서의 최소 요구 대역을 갖는 조합은 아래의 수학적식 2에 기초하여 결정될 수 있다.

[수학적식 2]

$$k^* = \arg \min_{P_k \in P} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M x_{n,m}^{(k)} B(n, m)$$

수학적식 2에서, $x_{n,m}^{(k)}$ 는 k 번째 조합에서 셀룰러 단말(CU) n 과 D2D 단말 쌍 m 이 쌍(pair)의 결정 지시자(즉, index)를 나타낼 수 있다. 예컨대, $x_{n,m}^{(k)}$ 가 1이면 쌍(pair)을 맺는 것을 나타내고, 0이면 쌍(pair)을 맺지 않음을 나타낼 수 있다. CU와 D2D 단말 쌍 간에 쌍(pair)을 맺는 경우, 주파수 자원이 공유될 수도 있고, 별개의 자원이 할당될 수 있다. 여기서, 1은 CU와 D2D 단말 쌍이 쌍(pair)을 맺음(pairing)을 나타내고, 0은 CU와 D2D 단말 쌍이 쌍을 맺지 않음(non pairing)을 나타낼 수 있다.

다시 수학적식 2에서, $B(n, m)$ 은 셀룰러 단말(CU) n 과 D2D 단말 쌍 m 의 전송에 필요한 대역, 즉, 요구 대역을 나타낼 수 있으며, 자원 공유 여부를 포함할 수 있다. 이때, 상대적으로 더 작은 요구 대역의 자원 공유 방식이 이용될 수 있다. 예컨대, 주파수 자원 공유(sharing) 및 주파수 자원 비공유(non sharing) 중 상대적으로 더 작은 요구 대역에 해당하는 셀룰러 단말(CU) n 과 D2D 단말 쌍

m 이 결정될 수 있다.

도 4를 참고하면, 고정된 데이터 레이트(bps)를 요구하는 실시간 통신 서비스에서, 주파수 자원을 공유 시 자원 비공유 시 보다 요구 대역의 크기가 감소하여 주파수 효율성이 증가함을 알 수 있다. 그리고, 풀서치(full search)의 경우, 단말(셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍)의 수가 증가할수록 셀룰러 단말(CU)과 D2D 단말 쌍의 조합을 결정하고 자원 공유 여부를 결정하는 계산 복잡도가 증가함을 알 수 있다. 이에 따라, 결정부(320)는 미리 지정된 데이터 레이트(즉, 요구 데이터 레이트)를 만족시키기 위한 요구 대역의 합의 비교를 통해 주파수 자원을 할당할 수 있다. 다시 말해, 요구 대역이 가장 작은 쌍(pair)을 찾을 수 있다. 이를 위해 아래의 수학적식 3과 같이 표현되는 목적함수에 기초하여 요구 대역의 합의 비교될 수 있다.

[수학적식 3]

$$\begin{aligned} \min_{p_{k^*} \in \mathcal{P}} & \left\{ \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M x_{n,m}^{(k)} B(n, m) \right\} \\ \text{s. t. } & x_{n,m}^{(k)} \in \{0,1\}, \forall n \in \mathcal{C}, \forall m \in \mathcal{D} \\ & \sum_{n=1}^N x_{n,m}^{(k)} \leq 1, \forall m \in \mathcal{D} \\ & \sum_{m=1}^M x_{n,m}^{(k)} \leq 1, \forall n \in \mathcal{C} \end{aligned}$$

수학적식 3에서, 요구 대역 $B(n, m)$ 은 아래의 수학적식 4와 같이 표현될 수 있다.

[수학적식 4]

$$B(n,m) = \min\{B_{ns}(n,m), B_s(n,m)\}$$

수학식 4에 따르면, 주파수 자원을 공유하는 경우(즉, CU와 D2D 단말 쌍이 쌍(pair)을 맺고 자원을 공유하는 sharing에 해당하는 경우)와 주파수 자원을 비공유하는 경우(즉, CU와 D2D 단말 쌍이 쌍(pair)을 맺지만 자원을 공유하지 않는 non sharing에 해당하는 경우)의 요구 대역 중 상대적으로 더 작은 대역이 상기 수학식 3의 목적 함수에서 이용될 요구 대역으로 결정될 수 있다.

수학식 4에서, $B_{ns}(n,m)$ 는 CU n과 D2D 단말 쌍 m이 자원 비공유(non sharing) 시 요구 대역을 나타내고, $B_s(n,m)$ 는 CU n과 D2D 단말 쌍 m이 자원 공유(sharing) 시의 요구 대역을 나타낼 수 있다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 자원 공유(sharing) 시의 요구 대역 계산을 설명하기 위해 제공되는 네트워크 구조이다.

도 5를 참고하면, 기지국(501)에 속하는 셀룰러 단말(502) 그리고, 상기 기지국(501) 및 셀룰러 단말(502)과 인접한 D2D 단말 쌍(503, 504)이 주파수 자원을 공유 시 서로 간섭이 작용하는 경우, 셀룰러 단말(CU) n에서의 SINR(Signal-to-interference-plus-noise ratio)은 아래의 수학식 5와 같이 표현될 수 있다. 그리고, D2D 단말 쌍 m에서의 SINR은 아래의 수학식 6과 같이 표현될 수 있다.

[수학식 5]

$$SINR_C(n, m) = \frac{P_{CU_n} \rho_{CU_n, BS}}{N_0 + P_{DT_m} \rho_{DT_m, BS}} = \frac{p_0}{N_0 + p_0 \rho_{DT_m, DR_m}^{-1} \rho_{DT_m, BS}}$$

수학식 5에서, P_{CU_n} 는 셀룰러 단말(CU) n의 전송 전력을 나타내는 것으로서, $P_{CU_n} = p_0 \rho_{CU_n, BS}^{-1}$ 으로 표현되고, $\rho_{CU_n, BS}$ 는 셀룰러 단말(CU) n과 기지국 사이의 채널 이득(channel gain)을 나타낼 수 있다. p_0 는 수신기에서 목표 수신 전력의 세기를 나타내고, N_0 는 잡음 전력을 나타낼 수 있다. 여기서, 수신기는 CU 입장에서는 기지국인 BS를 나타내고, D2D 단말 입장에서는 D2D 단말 m(즉, DR m)을 나타낼 수 있다. P_{DT_m} 는 송신 D2D 단말(즉, DT) m의 송신 전력을 나타내는 것으로서, $P_{DT_m} = p_0 \rho_{DT_m, DR_m}^{-1}$ 으로 표현될 수 있다. $P_{DT_m} \rho_{DT_m, BS}$ 는 기지국이 수신하는 송신 D2D 단말(DT) m으로 부터의 간섭 세기를 나타낼 수 있다. $\rho_{DT_m, BS}$ 는 송신 D2D 단말(즉, DT) m과 기지국 사이의 채널 이득(channel gain)을 나타낼 수 있다.

[수학식 6]

$$SINR_D(n, m) = \frac{P_{DT_m} \rho_{DT_m, DR_m}}{N_0 + P_{CU_n} \rho_{CU_n, DR_m}} = \frac{p_0}{N_0 + p_0 \rho_{CU_n, BS}^{-1} \rho_{CU_n, DR_m}}$$

수학식 6에서, $P_{DT_m} \rho_{DT_m, DR_m}$ 는 송신 D2D 단말 m(즉, DT m)과 수신 D2D 단말 m(즉, DR m) 사이의 채널 이득을 나타내고, $P_{CU_n} \rho_{CU_n, DR_m}$ 는 셀룰러 단말(CU) n과 수신 D2D 단말 m(즉, DR m) 사이의 채널 이득을 나타낼 수 있다. 그리고, $P_{CU_n} \rho_{CU_n, DR_m}$ 는 수신 D2D 단말 m(즉, DR m)이 수신하는 셀룰러 단말(CU) n으로부터의 간섭의 세기를 나타낼 수 있다.

도 5와 같은 네트워크 환경에서, 기지국(501)에 속하는 셀룰러 단말(502) 그리고, 상기 기지국(501) 및 셀룰러 단말(502)과 인접한 D2D 단말 쌍(503, 504)이

주파수 자원을 공유함에 따라 서로 간섭이 작용하는 경우, 셀룰러 단말(CU) n 과 D2D 단말 쌍 m 에서의 채널 용량(channel capacity)[bps/Hz]는 아래의 수학적식 7과 같이 표현될 수 있다.

[수학적식 7]

$$R_C(n, m) = \log_2(1 + \text{SINR}_C(n, m)) = \log_2 \left(1 + \frac{p_0}{N_0 + p_0 \rho_{DTm, DRm}^{-1} \rho_{DTm, BS}} \right)$$

$$R_D(n, m) = \log_2(1 + \text{SINR}_D(n, m)) = \log_2 \left(1 + \frac{p_0}{N_0 + p_0 \rho_{CU_n, BS}^{-1} \rho_{CU_n, DRm}} \right)$$

수학적식 7에서, $R_C(n, m)$ 는 셀룰러 단말(CU) n 에서의 채널 용량을 나타내고, $R_D(n, m)$ 는 D2D 단말 쌍 m 에서의 채널 용량을 나타낼 수 있다.

도 5와 같은 네트워크 환경에서, 기지국(501)에 속하는 셀룰러 단말(502) 그리고, 상기 기지국(501) 및 셀룰러 단말(502)과 인접한 D2D 단말 쌍(503, 504)이 주파수 자원을 공유하는 경우의 요구 대역 $B_p(n, m)$ 은 아래의 수학적식 8 및 9에 기초하여 계산될 수 있다. 즉, 위의 수학적식 7을 기반으로 계산된 용량을 통해 요구 전송 속도 **1Mbps**를 만족시키기 위해 필요한 대역의 크기가 아래의 수학적식 8 및 9에 기초하여 계산될 수 있다.

아래의 수학적식 8은 셀룰러 단말(CU) n 의 요구 대역을 나타내고, 수학적식 9는 D2D 단말쌍 m 의 요구 대역을 나타낼 수 있다.

[수학적식 8]

$$B_C(n, m) = \frac{1\text{Mbps}}{R_C(n, m)} = \frac{1\text{Mbps}}{\log_2 \left(1 + \frac{p_0}{N_0 + p_0 \rho_{DTm, DRm}^{-1} \rho_{DTm, BS}} \right)}$$

[수학적식 9]

$$B_D(n, m) = \frac{1Mbps}{R_D(n, m)} = \frac{1Mbps}{\log_2 \left(1 + \frac{p_0}{N_0 + p_0 \rho_{CU, BS}^{-1} \rho_{CU, D} R_m} \right)}$$

수학식 8 및 수학식 9에서, **1Mbps** 는 미리 지정된 요구 전송 속도를 나타내고, **$R_C(n, m)$** 는 셀룰러 단말(CU) n과 D2D 단말 쌍 m이 자원을 공유 할 때의 셀룰러 단말(CU) n의 캐패시티(capacity)를 나타낼 수 있다. **$R_D(n, m)$** 는 셀룰러 단말(CU) n과 D2D 단말 쌍 m이 자원을 공유 할 때의 D2D 단말 쌍 m의 캐패시티(capacity)를 나타낼 수 있다.

이때, 자원을 공유하는 경우, 즉, 기지국(501)에 속하는 셀룰러 단말(502) 그리고, 상기 기지국(510) 및 셀룰러 단말(502)과 인접한 D2D 단말 쌍(503, 504)이 주파수 자원을 공유(sharing)하는 경우, 요구 대역 **$B_s(n, m)$** 은 각 단말의 요구 대역 중 상대적으로 더 큰 대역이 요구 대역으로서 결정될 수 있다. 즉, 주파수 자원 공유 시 CU 및 D2D 단말 쌍 중 요구 대역이 더 큰 대역이 자원 공유를 위한 요구 대역으로 결정될 수 있으며(**$B_s(n, m) = \max(B_C(n, m), B_D(n, m))$**), 결정된 상기 더 큰 대역이 요구 대역으로 할당됨으로써, CU 및 D2D 단말 쌍의 요구 데이터 레이트가 모두 만족되도록 할 수 있다.

도 5와 같은 네트워크 환경에서, 주파수 자원을 비공유하는 경우(non sharing)의 요구 대역 역시 계산될 수 있다. 이를 위해, 자원 비공유시의 SINR 및 채널 캐패시티가 아래의 수학식 10 및 11에 기초하여 먼저 계산될 수 있다.

[수학식 10]

$$SINR_C(n) = \frac{P_{CU_n} \rho_{CU_n,BS}}{N_0} = \frac{p_0}{N_0}$$

$$SINR_D(m) = \frac{P_{DT_m} \rho_{DT_m,DR_m}}{N_0} = \frac{p_0}{N_0}$$

수학식 10은 셀룰러 단말(CU) n 과 D2D 단말 쌍 m 이 자원을 공유하지 않아 서로 간섭이 없을 때의 SINR을 나타내는 것으로서, $P_{CU_n} \rho_{CU_n,BS}$ 은 기지국이 셀룰러 단말(CU) n 으로부터 수신하는 신호의 세기를 나타낼 수 있다. 여기서, 셀룰러 단말(CU) n 의 전송 전력은 $P_{CU_n} = p_0 \rho_{CU_n,BS}^{-1}$ 와 같이 표현될 수 있다. $P_{DT_m} \rho_{DT_m,DR_m}$ 은 수신 D2D 단말 m (DR m)이 송신 D2D 단말 m (DT m)으로부터 수신하는 신호의 세기를 나타내고, $\frac{p_0}{N_0}$ 는 미리 지정된 목표 수신 SNR을 나타낼 수 있다. 그리고, 송신 D2D 단말 m (DT m)에서의 전송 전력은 $P_{DT_m} = p_0 \rho_{DT_m,DR_m}^{-1}$ 에 기초하여 결정될 수 있다.

[수학식 11]

$$R_C(n) = \log_2(1 + SINR_C(n)) = \log_2\left(1 + \frac{p_0}{N_0}\right)$$

$$R_D(m) = \log_2(1 + SINR_D(m)) = \log_2\left(1 + \frac{p_0}{N_0}\right)$$

수학식 11은 셀룰러 단말(CU) n 과 D2D 단말 쌍 m 이 자원을 공유하지 않아 서로 간섭이 없을 때의 채널 용량(bps/Hz)을 나타내는 것으로서, $R_C(n)$ 는 셀룰러 단말(CU) n 에서의 채널 용량, $R_D(m)$ 는 D2D 단말 쌍 m 에서의 채널 용량을 나타낼 수 있다.

이처럼, 자원을 비공유(non sharing) 시 요구 대역 $B_{ns}(n,m)$ 은 아래의 수학식 12에 기초하여 계산될 수 있다.

[수학식 12]

$$B_{ns}(n, m) = B_c(n) + B_D(m) = \frac{1Mbps}{\log_2\left(1 + \frac{P_0}{N_0}\right)} + \frac{1Mbps}{\log_2\left(1 + \frac{P_0}{N_0}\right)}$$

수학식 12에서, $B_c(n)$ 과 $B_D(m)$ 는 아래의 수학식 13에 기초하여 계산될 수 있다.

[수학식 13]

$$B_c(n) = \frac{1Mbps}{R_c(n)} = \frac{1Mbps}{\log_2\left(1 + \frac{P_0}{N_0}\right)}$$

$$B_D(m) = \frac{1Mbps}{R_D(m)} = \frac{1Mbps}{\log_2\left(1 + \frac{P_0}{N_0}\right)}$$

수학식 13에서, $1Mbps$ 는 미리 지정된 요구 전송 속도를 나타내고, $B_c(n)$ 은 요구 전송 속도 $1Mbps$ 를 만족시키기 위해 필요한 셀룰러 단말(CU) n에서의 대역의 크기, $B_D(m)$ 는 $1Mbps$ 를 만족시키기 위해 필요한 D2D 단말 쌍 m에서의 대역의 크기를 나타낼 수 있다.

수학식 12에 따르면, 자원을 비공유하는 경우(non sharing), 각 단말(셀룰러 단말(CU) n과 D2D 단말 쌍 m)의 요구 대역의 합으로서, 요구 대역 $B_{np}(n, m)$ $B_{ns}(n, m)$ 이 계산될 수 있다. 즉, 자원을 공유하지 않음에 따라, 셀룰러 단말(CU) n을 위한 요구 대역 및 D2D 단말 쌍 m)을 위한 요구 대역이 개별적으로 할당되어야 하므로, 각 단말의 요구 대역의 합으로, 요구 대역 $B_{ns}(n, m)$ 이 계산될 수 있다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 단말의 수에 따른 복잡도를 나타내는 그래프이고, 도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, 단말의 수에 따른 요구 대역폭의 크기를 도시한 그래프이다.

도 6 및 도 7의 시뮬레이션 환경은 아래의 표 1과 같을 수 있다. 그리고, N은 셀룰러 단말(CU)의 수를 나타내고, M은 D2D 단말 쌍의 수를 나타내는 것으로서, $N=M=[2:2:10]$ 에 해당할 수 있다. 그리고, 단말들은 셀(cell) 내에 유니폼 랜덤하게(uniformly random) 분포되어 있음을 가정할 수 있다.

[표 1]

Parameter	Value
셀 반경 (R)	100 [m]
DT-DR 사이의 거리(d)	30 [m]
Target Data Rate	1 [Mbps]
수신전력(p_0)	-100 [dBm]
Pathloss Exponent	4

도 6을 참고하면, 풀 서치(full search)는 최적해 기법으로서, 요구 대역의 합이 최소가 되는 셀룰러 단말 및 송/수신 D2D 단말의 쌍(즉, CU-DU 쌍) 결정 행렬을 기반으로 요구 대역의 합을 비교하여 결정함에 따라, 단말의 수가 증가할수록 알고리즘 복잡도가 급격히 증가함을 확인할 수 있다. 즉, 복잡도가 $N \times N!$ 으로 증가함을 확인할 수 있다.

Selection 1은 랜덤하게 선택된 셀룰러 단말(CU)을 기준으로 최소 요구 대역을 갖는 쌍(pair, 즉, CU-DU 쌍)을 우선 결정하는 것으로서, 복잡도가

$N(N+1)/2$ 에 해당할 수 있다. 즉, 풀 서치 대비 단말의 수가 증가하더라도 복잡도가 상대적으로 낮음을 확인할 수 있다.

Selection 2는 랜덤하게 선택된 D2D 단말 쌍을 기준으로 최소 요구 대역을 갖는 쌍(pair, 즉, CU-DU 쌍)을 우선 결정하는 것으로서, 복잡도가 $N(N+1)/2$ 으로 Selection 1과 동일할 수 있다.

Selection 3은 생성 가능한 쌍(즉, CU-DU 쌍) 중 최소 요구 대역을 갖는 쌍을 우선 결정한 경우에 단말의 수 증가에 따른 복잡도를 나타내는 것으로서, 복잡도는 $N(N+1)(2N+1)/6$ 에 해당할 수 있다. 즉, selection 3은 단말의 수가 증가함에 따라 selection 1 및 selection 2보다 복잡도가 상대적으로 높지만, 도 7과 같이, 단말의 수가 증가할수록 selection 1 및 selection 2보다 상대적으로 더 작은 자원할당량을 가짐을 확인할 수 있다.

도 7에서, selection 1 내지 3, 풀 서치(full search)는 도 6과 동일하며, non sharing은 자원을 비공유하는 경우를 나타낼 수 있다.

도 7은, 5가지의 자원 할당 방식을 적용하였을 때의 단말 당 자원 할당량의 평균을 비교하여 나타낸 것으로, 도 7에 따르면, 자원 공유를 하지 않을 때보다 자원을 공유하는 경우에 자원 요구량이 감소하고, 해당 감소량은 사용자의 수(즉, 단말의 수)가 증가할수록 증가함을 확인할 수 있다. 결국, 주파수 효율성이 증가함을 확인할 수 있다. 이처럼, CU-DU 쌍을 어떻게 선택하는지에 따라 요구 대역의 평균이 달라짐을 확인할 수 있으며, 풀 서치에 비해 selection 1 내지 3이 낮은 복잡도를 갖지만 풀 서치와 비슷한 주파수 효율을 얻음을 확인할 수 있다.

예컨대, selection 3의 경우, 풀 서치 대비 요구 대역의 평균 성능이 약 2%로 근소하게 차이남을 확인할 수 있다.

한편, 도 6에서, 복잡도 계산 기준은 CU-DU 쌍 선택 시 계산해야 하는 쌍의 수의 합으로 설정될 수 있다.

일례로, $N=2, 3, \dots, N$ 개일 때, 셀룰러 단말 1(CU 1)에서 셀룰러 단말 2(CU2), $\dots$, 셀룰러 단말 N (CU N) 순으로 선택하는 경우, selection 1과 selection 2에서, 계산되는 복잡도는 아래의 표 2와 같을 수 있다.

[표 2]

$N=2$ (CU1→CU2 순으로 선택)

✓ 선택 1 : $\{(1,1), (1,2)\} \rightarrow (1,1)$ 이 최소라고 가정 → 2개

✓ 선택 2 : $\{(2,2)\} \rightarrow 1$ 개

✓ 복잡도 : $2+1 = 3$

$N=3$ (CU1→CU2→CU3 순으로 선택)

✓ 선택 1 : $\{(1,1), (1,2), (1,3)\} \rightarrow (1,1)$ 이 최소라고 가정 → 3개

✓ 선택 2 : $\{(2,2), (2,3)\} \rightarrow (2,2)$ 가 최소라고 가정 → 2개

✓ 선택 3 : $\{(3,3)\} \rightarrow 1$ 개

✓ 복잡도 : $3+2+1 = 6$

N 개 일 때, $N+(N-1)+(N-2)+\dots+1=N(N+1)/2$

다른 예로, $N=2, 3, \dots, N$ 개일 때, 셀룰러 단말 1(CU 1)에서 셀룰러 단말 2(CU2), $\dots$, 셀룰러 단말 N (CU N) 순으로 선택하는 경우, selection 3에서, 계산되는 복잡도는 아래의 표 3과 같을 수 있다. Selection 3은 아래의 표 3과 같이, CU-DU 쌍 선택 시 선택 시 마다 생성 가능한 모든 CU-DU 쌍에 대해서 요구

대역을 비교할 수 있다.

[표 3]

N=2	
✓ 선택 1 : {(1,1),(1,2),(2,1),(2,2)} 비교→ (1,1)이 최소라고 가정 → 4개	
✓ 선택 2 : {(2,2)} → 1개	
✓ 복잡도 : 4+1 = 5	
N=3	
✓ 선택 1 : {(1,1),(1,2),(1,3),(2,1),(2,2),(2,3),(3,1),(3,2),(3,3)} 비교→ (1,1)이 최소라고 가정 → 9개	
✓ 선택 2 : {(2,2),(2,3),(3,2),(3,3)} 비교→ (2,2)가 최소라고 가정 → 4개	
✓ 선택 3 : {(3,3)} → 1개	
✓ 복잡도 : 9+4+1 = 14	
N개 일 때, $N^2 + (N-1)^2 + (N-2)^2 + \dots + 1^2 = N(N+1)(2N+1)/6$	

풀 서치(full search)는 모든 CU-DU 쌍의 조합에 대해서 요구 대역 합을 비교하는 방법을 나타내는 것으로서, 복잡도는 아래의 표 4와 같을 수 있다. 여기서, 모든 CU-DU 쌍의 조합은 N명의 사람을 줄세우는 방법의 경우의 수(${}_NP_N$)와 동일할 수 있다.

[표 4]

$N=2$

✓ 선택 : $\{(1,1),(2,2)\}, \{(1,2),(2,1)\}$ 비교

✓ 복잡도 : $2 \times 2 = 4$ 개

$N=3$

✓ 선택 1 : $\{(1,1),(2,2),(3,3)\}, \{(1,1),(2,3),(3,2)\}, \{(1,2),(2,1),(3,3)\},$
 $\{(1,2),(2,3),(3,2)\}, \{(1,3),(2,1),(3,2)\}, \{(1,3),(2,2),(3,1)\}$ 비교

✓ 복잡도 : $3 \times 3! = 18$

N 개 일 때, $N \cdot \{N(N-1)(N-2) \dots 1\} = N \cdot {}_N P_N = N \cdot N!$

✓ 선택 1 : $(1, X) \rightarrow X$ 에 들어갈 수 있는 단말의 수 N 개

✓ 선택 2 : $(2, X) \rightarrow X$ 에 들어갈 수 있는 단말의 수 $N-1$ 개

✓ 선택 3 : $(3, X) \rightarrow X$ 에 들어갈 수 있는 단말의 수 $N-2$ 개

.....

✓ 선택 N : $(N, X) \rightarrow X$ 에 들어갈 수 있는 단말의 수 1개

$\Rightarrow {}_N P_N$

위의 표 4에서, N 은 하나의 조합 안의 CU-DU 쌍의 수를 나타내고, $\{N(N-1)(N-2) \dots 1\}$ 는 발생 가능한 조합의 수를 나타낼 수 있다.

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.

【발명의 실시를 위한 형태】

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.

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

【청구의 범위】**【청구항 1】**

셀룰러 D2D(Device to Device) 네트워크에서의 주파수 자원 할당 방법에 있어서,

기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말 쌍을 대상으로, 기지국과 적어도 하나의 셀룰러 단말 간에 할당된 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍의 조합을 생성하는 단계; 및

생성된 상기 조합을 대상으로, 미리 지정된 일정 데이터 레이트(data rate)를 지원하되, 각 조합의 요구 대역에 기초하여 상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계

를 포함하는 주파수 자원 할당 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계는,

상기 조합 중 요구 대역이 가장 작은 조합을 기반으로 상기 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 것

을 특징으로 하는 주파수 자원 할당 방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 조합을 생성하는 단계는,

상기 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 및 상기 기지국에 속하는 D2D 단말 쌍을 대상으로, 특정 셀룰러 단말과 상기 주파수 자원을 공유할 D2D 단말 쌍을 하나의 조합으로 하는 집합을 생성하는 단계

를 포함하는 주파수 자원 할당 방법.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계는,

생성된 상기 조합 중 특정 조합을 대상으로, 상기 기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 중 어느 하나의 셀룰러 단말을 선택하는 단계; 및

선택된 상기 셀룰러 단말을 기준으로 최소 요구 대역에 해당하는 D2D 쌍을 결정하는 단계

를 포함하는 주파수 자원 할당 방법.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서,

상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계는,

생성된 상기 조합 중 특정 조합을 대상으로, 상기 기지국에 속하는 복수의 D2D 단말 쌍 중 특정 D2D 단말 쌍을 선택하는 단계; 및

선택된 상기 D2D 단말 쌍을 기준으로 최소 요구 대역에 해당하는 D2D 쌍을 결정하는 단계

를 포함하는 주파수 자원 할당 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서,

상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 단계는,

생성된 상기 조합을 대상으로, 셀룰러 단말과 D2D 단말 쌍을 결정하기 위해 생성된 모든 쌍 중 최소 요구 대역을 갖는 쌍을 결정하는 것

을 특징으로 하는 주파수 자원 할당 방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서,

상기 요구 대역은, 상기 주파수 자원을 공유하려는 셀룰러 단말의 요구 대역 및 D2D 단말의 요구 대역 중 상대적으로 더 큰 대역을 나타내는 것

을 특징으로 하는 주파수 자원 할당 방법.

【청구항 8】

셀룰러 D2D(Device to Device) 네트워크에서의 주파수 자원 할당 시스템에 있어서,

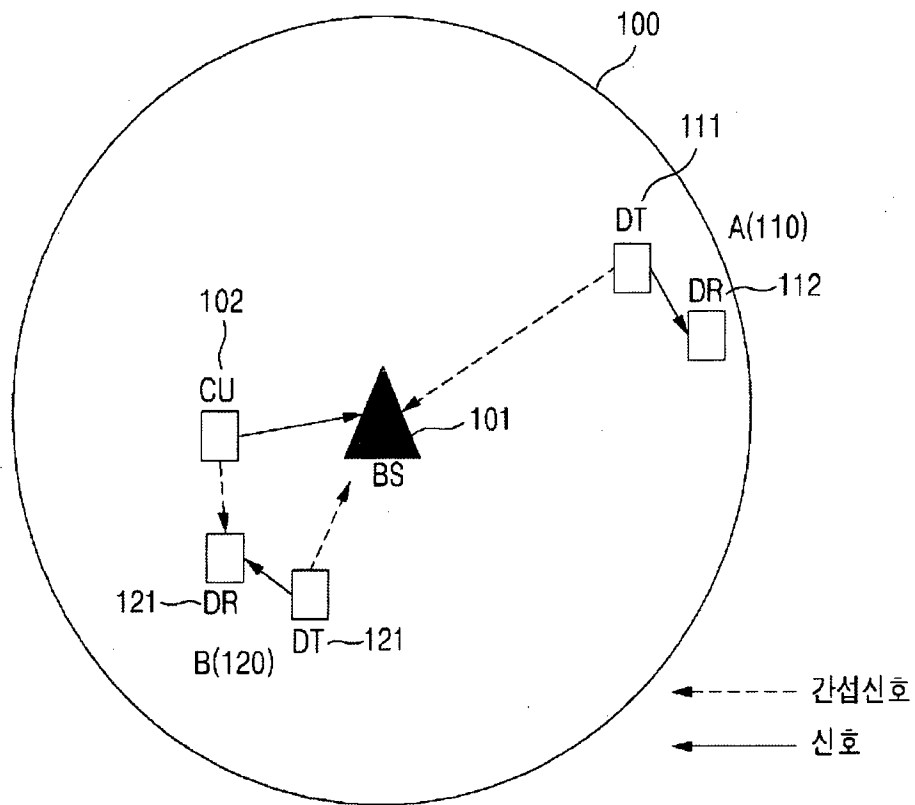
기지국에 속하는 복수의 셀룰러 단말 및 복수의 D2D 단말 쌍을 대상으로, 기지국과 적어도 하나의 셀룰러 단말 간에 할당된 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍의 조합을 생성하는 조합 생성부; 및

생성된 상기 조합을 대상으로, 미리 지정된 일정 데이터 레이트(data rate)를 지원하되, 각 조합의 요구 대역에 기초하여 상기 주파수 자원을 공유하고자 하는 셀룰러 단말 및 D2D 단말 쌍을 결정하는 결정부

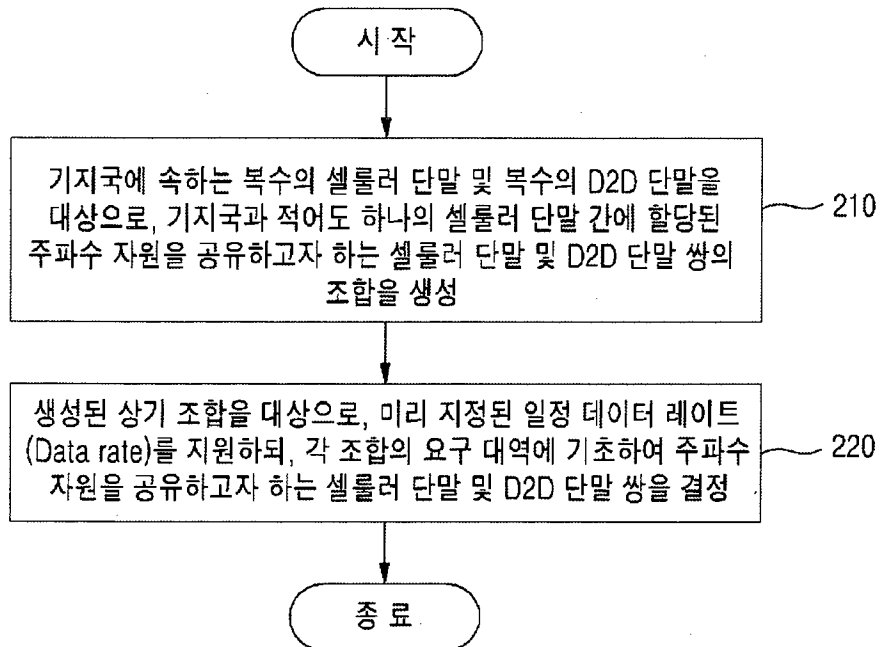
를 포함하는 주파수 자원 할당 시스템.

【도면】

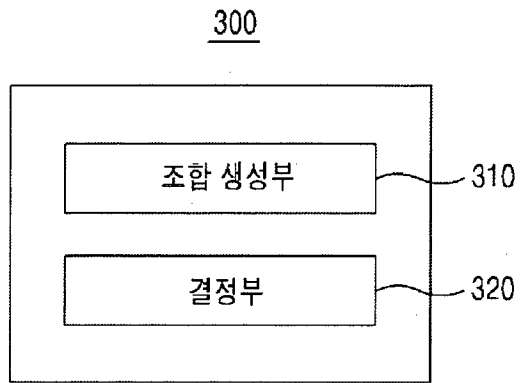
【도 1】



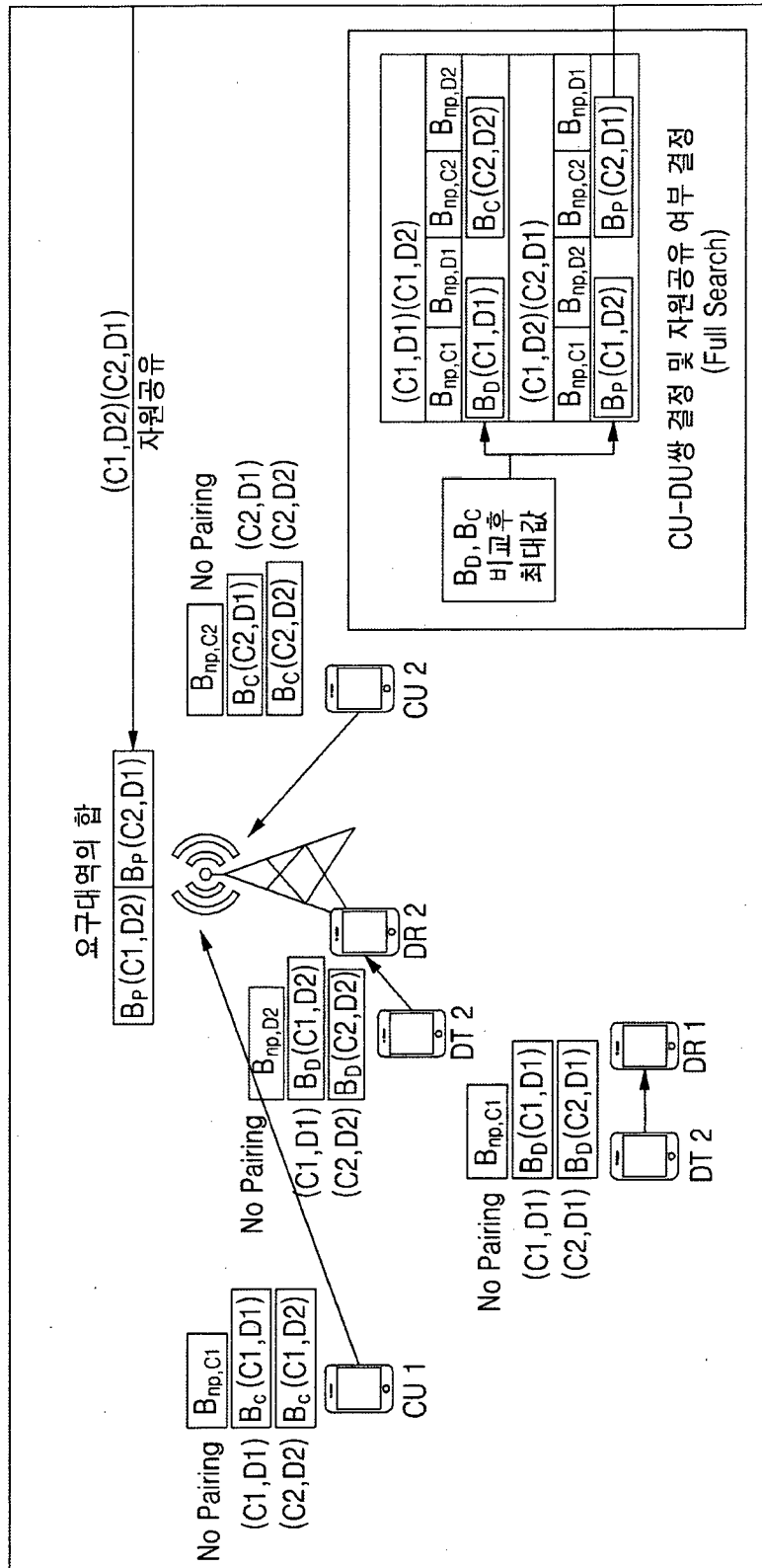
【도 2】



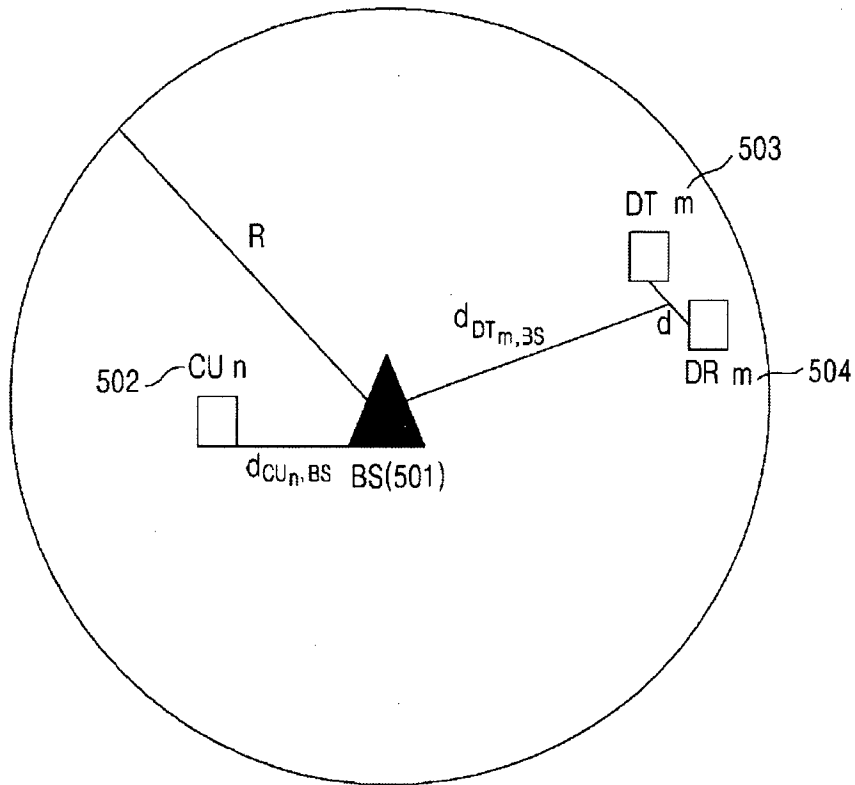
【도 3】



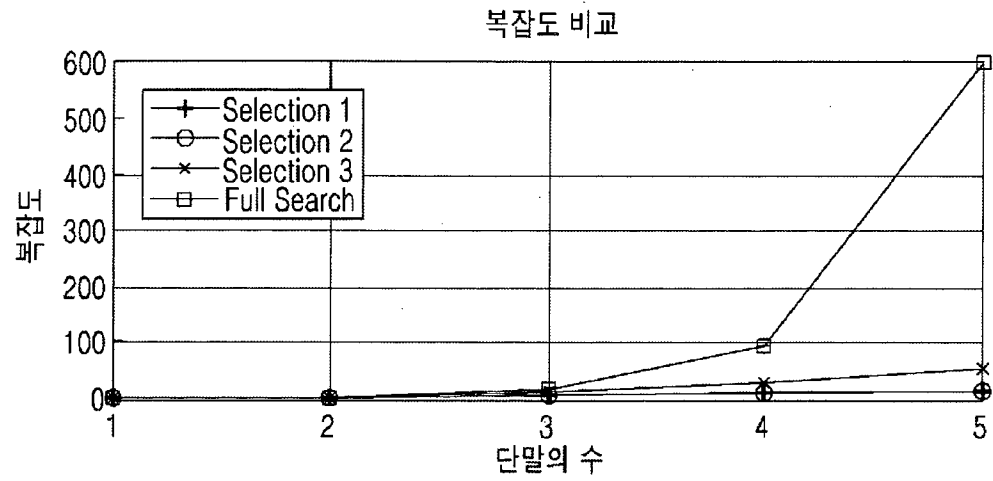
【도 4】



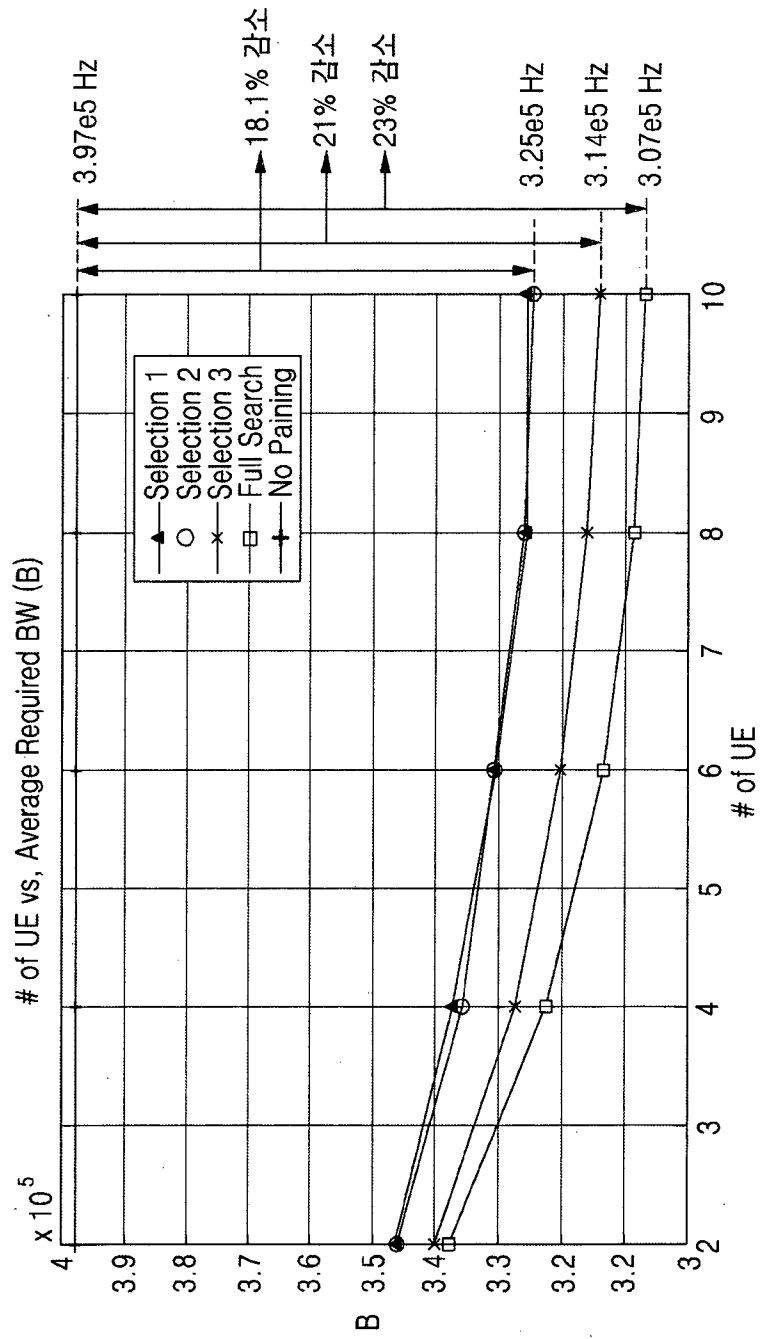
【도 5】



【도 6】



【도 7】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/016088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 72/04(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 72/04; H04W 24/00

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: cellular, D2D pair, combination, data rate, required bandwidth, resource sharing, selection, determination

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	박재현 등. 셀룰라 D2D 네트워크에서의 실시간 통신을 위한 주파수 자원 할당 방안. 2018년 한국 통신학회 하계종합학술발표회, pages 346-347, 21 June 2018, non-official translation (PARK, Je Hyun et al. Frequency Resource Allocation for Real Time Communication on Cellular D2D Network. 2018 The Korean Institute of Communications and Information Sciences (KICS) Summer Comprehensive Conference.) See pages 346-347.	1-8
Y	BAGHERI, Hamidreza et al. A low-complexity QoS aware resource allocation algorithm for multi pair device-to-device (D2D) communications. University of Oulu repository. 17 May 2017 [retrieved on 14 May 2019]. Retrieved from <http://jultika.oulu.fi/Record/nbnfi-fe2018080833528>. See abstract; and page 5.	1-8
Y	LI, Yong et al. Social-Aware Resource Allocation for Device-to-Device Communications Underlying Cellular Networks. IEEE Wireless Communications Letters. Volume 4, Issue 3, pages 293-296, 09 March 2015 See page 295.	1-8
A	KR 10-2015-0086152 A (FOUNDATION OF SOONGSIL UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION) 27 July 2015 See paragraphs [0037]-[0072]; and figure 5.	1-8
A	KR 10-1525977 B1 (FOUNDATION OF SOONGSIL UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION) 05 June 2015 See paragraphs [0037]-[0046]; and figures 4-5.	1-8



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

29 MAY 2019 (29.05.2019)

Date of mailing of the international search report

30 MAY 2019 (30.05.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, 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/KR2018/016088

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0086152 A	27/07/2015	KR 10-1568081 B1	18/11/2015
KR 10-1525977 B1	05/06/2015	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H04W 72/04(2009.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H04W 72/04; H04W 24/00 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: 셀룰러(cellular), D2D 단말 쌍(D2D pair), 조합(combination), 데이터 레이트(data rate), 요구 대역(required bandwidth), 자원 공유(resource sharing), 선택(selection), 결정(determination)																				
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>박재현 등, '셀룰라 D2D 네트워크에서의 실시간 통신을 위한 주파수 자원 할당 방안', 2018년 한국통신학회 하계종합학술발표회, 페이지 346-347, 2018.06.21 페이지 346-347 참조.</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>HAMIDREZA BAGHERI 등, 'A low-complexity QoS aware resource allocation algorithm for multi pair device-to-device (D2D) communications', University of Oulu repository, 2017.05.17 [검색일 2019.05.14]. 출처 <http://jultika.oulu.fi/Record/nbnfi-fe2018080833528> 요약; 및 페이지 5 참조.</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>YONG LI 등, 'Social-Aware Resource Allocation for Device-to-Device Communications Underlying Cellular Networks', IEEE Wireless Communications Letters, Volume 4, Issue 3, 페이지 293-296, 2015.03.09 페이지 295 참조.</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2015-0086152 A (숭실대학교산학협력단) 2015.07.27 단락 [0037]-[0072]; 및 도면 5 참조.</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-1525977 B1 (숭실대학교산학협력단) 2015.06.05 단락 [0037]-[0046]; 및 도면 4-5 참조.</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	X	박재현 등, '셀룰라 D2D 네트워크에서의 실시간 통신을 위한 주파수 자원 할당 방안', 2018년 한국통신학회 하계종합학술발표회, 페이지 346-347, 2018.06.21 페이지 346-347 참조.	1-8	Y	HAMIDREZA BAGHERI 등, 'A low-complexity QoS aware resource allocation algorithm for multi pair device-to-device (D2D) communications', University of Oulu repository, 2017.05.17 [검색일 2019.05.14]. 출처 < http://jultika.oulu.fi/Record/nbnfi-fe2018080833528 > 요약; 및 페이지 5 참조.	1-8	Y	YONG LI 등, 'Social-Aware Resource Allocation for Device-to-Device Communications Underlying Cellular Networks', IEEE Wireless Communications Letters, Volume 4, Issue 3, 페이지 293-296, 2015.03.09 페이지 295 참조.	1-8	A	KR 10-2015-0086152 A (숭실대학교산학협력단) 2015.07.27 단락 [0037]-[0072]; 및 도면 5 참조.	1-8	A	KR 10-1525977 B1 (숭실대학교산학협력단) 2015.06.05 단락 [0037]-[0046]; 및 도면 4-5 참조.	1-8
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
X	박재현 등, '셀룰라 D2D 네트워크에서의 실시간 통신을 위한 주파수 자원 할당 방안', 2018년 한국통신학회 하계종합학술발표회, 페이지 346-347, 2018.06.21 페이지 346-347 참조.	1-8																		
Y	HAMIDREZA BAGHERI 등, 'A low-complexity QoS aware resource allocation algorithm for multi pair device-to-device (D2D) communications', University of Oulu repository, 2017.05.17 [검색일 2019.05.14]. 출처 < http://jultika.oulu.fi/Record/nbnfi-fe2018080833528 > 요약; 및 페이지 5 참조.	1-8																		
Y	YONG LI 등, 'Social-Aware Resource Allocation for Device-to-Device Communications Underlying Cellular Networks', IEEE Wireless Communications Letters, Volume 4, Issue 3, 페이지 293-296, 2015.03.09 페이지 295 참조.	1-8																		
A	KR 10-2015-0086152 A (숭실대학교산학협력단) 2015.07.27 단락 [0037]-[0072]; 및 도면 5 참조.	1-8																		
A	KR 10-1525977 B1 (숭실대학교산학협력단) 2015.06.05 단락 [0037]-[0046]; 및 도면 4-5 참조.	1-8																		
☐ 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 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																				
국제조사의 실제 완료일 2019년 05월 29일 (29.05.2019)		국제조사보고서 발송일 2019년 05월 30일 (30.05.2019)																		
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 																		

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2018/016088

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0086152 A	2015/07/27	KR 10-1568081 B1	2015/11/18
KR 10-1525977 B1	2015/06/05	없음	