

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 6월 22일 (22.06.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/105070 A1

- (51) 국제특허분류:
H04W 16/10 (2009.01) H04W 72/04 (2009.01)
H04W 16/32 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/014625
- (22) 국제출원일: 2016년 12월 14일 (14.12.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0179542 2015년 12월 15일 (15.12.2015) KR
10-2016-0005368 2016년 1월 15일 (15.01.2016) KR
- (71) 출원인: 경희대학교 산학협력단 (UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION GROUP OF KYUNG HEE UNIVERSITY) [KR/KR]; 17104 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 홍충선 (HONG, Choong Seon); 16941 경기도 용인시 수지구 상현로 30-10, 233 동 101 호, Gyeonggi-do (KR). 레안투안 (LEANH, Tuan); 16705 경기도 수원시 영통구 청명로 59 번길 41, B03, Gyeonggi-do

(KR). 김성수 (KIM, Sung Su); 16562 경기도 수원시 권선구 권중로 12 번길 14, 201 호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 유미특허법인 (YOU ME PATENT AND LAW FIRM); 06134 서울시 강남구 테헤란로 115, Seoul (KR).

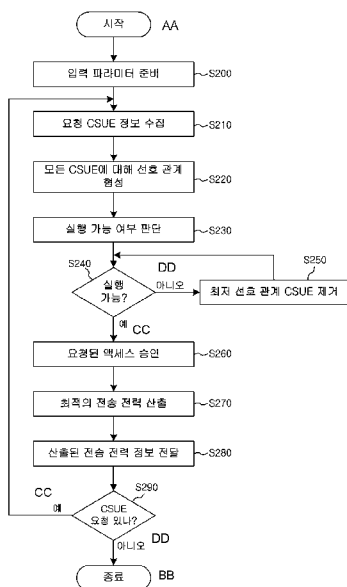
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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: UPLINK RESOURCE ALLOCATION METHOD AND COGNITIVE SMALL CELL NETWORK SYSTEM FOR EXECUTING SAME

(54) 발명의 명칭 : 업링크 자원 할당 방법 및 그 방법을 수행하는 인지 소형 셀 네트워크 시스템



S200 ... Prepare input parameter
S210 ... Collect request CSUE information
S220 ... Construct preference relationship for all CSUE
S230 ... Determine whether executable
S240 ... Is it executable?
S250 ... Discard lowest preference relationship
S260 ... Approve requested access
S270 ... Calculate optimal transmission power
S280 ... Transmit calculated transmission power information
S290 ... Is there CSUE request?
AA ... Start
BB ... End
CC ... Yes
DD ... No

(57) Abstract: Disclosed are an uplink resource allocation method and a cognitive small cell network system for executing same. According to the present method, a small cell management device collects access requests from a small cell users and constructs a preference relationship for each small cell user. Then, at the time of an uplink transmission, transmission power for providing the maximum transmission rate is calculated for each sub-channel and the calculated transmission power information for each sub-channel is transmitted to the small cell users. Following the construction of all possible preference relationships for the sub-channels, a small cell user transmits, to the small cell management device, an access request for a sub-channel having the highest preference relationship. Then, by means of the transmission power information transmitted from the small cell management device, power is allocated to each access-determined sub-channel, and using the allocated power, data is transmitted by means of the access-determined sub-channels.

(57) 요약서: 업링크 자원 할당 방법 및 그 방법을 수행하는 인지 소형 셀 네트워크 시스템이 개시된다. 이 방법에서, 소형 셀 관리기는, 소형 셀 사용자로부터의 액세스 요청을 수집하고, 소형 셀 사용자별 선호 관계를 형성한다. 그 후, 업링크 전송시 최대 데이터 전송률을 제공하기 위한 부채널별 전송 전력을 산출하고, 산출되는 부채널별 전송 전력 정보를 상기 소형 셀 사용자에게 전달한다. 한편, 소형 셀 사용자는, 가용한 모든 부채널별 선호 관계를 형성한 후, 최대의 선호 관계를 갖는 부채널에 대한 액세스 요청을 소형 셀 관리기로 전송한다. 그 후, 상기 소형 셀 관리기로부터 전달되는 전송 전력 정보를 사용하여 액세스가 결정된 부채널별로 전력 할당을 수행하고, 할당된 전력을 사용하여 액세스 결정된 부채널을 통해 데이터 전송을 수행한다.

WO 2017/105070 A1



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: 업링크 자원 할당 방법 및 그 방법을 수행하는 인지 소형 셀 네트워크 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 업링크 자원 할당 방법 및 그 방법을 수행하는 인지 소형 셀 네트워크 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 휴대 가능한 이동 단말 및 태블릿 PC의 광범위한 보급과 무선 인터넷 기술을 근간으로 하는 모바일 컴퓨팅의 급속한 확대에 인하여 무선 네트워크 용량의 획기적인 증대가 요구되고 있다.
- [3] 많은 연구들에서 향후 모바일 사용자들의 트래픽 사용량은 급격하게 증가할 것으로 예측되고 있다. 이와 같은 폭발적인 트래픽 증가에 따른 요구사항을 충족시키기 위한 대표적인 해결책은 진화된 물리계층 기술을 적용하거나 추가적인 스펙트럼을 할당하는 방법을 고려할 수 있다. 그러나, 물리계층 기술은 이론적인 한계점에 도달하고 있고, 추가적인 스펙트럼의 할당을 통한 셀룰러망의 용량 증대는 근본적인 해결책이 될 수 없다.
- [4] 따라서, 셀룰러망에서 폭발적으로 증가하는 사용자의 데이터 트래픽을 효율적으로 지원하기 위한 방법으로, 셀의 크기를 줄여서 더 많은 소형 셀들을 촘촘하게 설치하여 서비스를 제공하는 방법이 현실적인 대안으로 고려될 수 있다.
- [5] 한편, 서로 다른 종류의 무선 통신 서비스가 동일한 주파수를 사용할 수 있도록 전파 환경을 측정하여 기존에 주파수 사용 허가를 받은 사용자가 사용하고 있지 않은 유휴 주파수를 찾아 그 주파수에서 통신하는 주파수 공유 기술인 인지 무선통신(Cognitive Radio) 기술이 제안되었다.
- [6] 이러한 소형 셀 네트워크에 인지 무선통신 기술이 접목된 인지 소형 셀 네트워크 환경(Cognitive Small cell Network, CSN)에서 매크로 기지국을 보호하면서 인지 소형 셀 사용자의 최소 데이터 전송률 요구를 보장하기 위해 적절한 자원 할당이 이루어져야 한다.
- [7] 그러나, 인지 소형 셀 네트워크에서 업링크 전송의 경우 매크로 기지국을 보호하면서 인지 소형 셀 사용자의 최소 데이터 전송률 요구를 보장하는 동안 업링크 데이터 전송시의 전체 데이터 전송률을 최대화하기 위한 자원 할당 조건이 NP-하드 문제로 인해 최적화되기 어렵다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 인지 소형 셀 네트워크 환경에서 매크로 기지국을 보호하고 인지 소형 셀 사용자의 최소 데이터 전송률 요구를

보장하면서, 업링크 데이터 전송시의 전체 데이터 전송률을 최대화할 수 있는 업링크 자원 할당 방법 및 그 방법을 수행하는 인지 소형 셀 네트워크 시스템을 제공한다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 한 특징에 따른 자원 할당 방법은,
- [10] 인지 소형 셀 네트워크에서 소형 셀 관리기가 업링크 자원을 할당하는 방법으로서, 소형 셀 사용자로부터의 액세스 요청을 수집하는 단계; 소형 셀 사용자별 선호 관계(preference relation)를 형성하는 단계; 업링크 전송시 최대 데이터 전송률을 제공하기 위한 부채널별 전송 전력을 산출하는 단계; 및 산출되는 부채널별 전송 전력 정보를 상기 소형 셀 사용자에게 전달하는 단계를 포함한다.
- [11] 여기서, 상기 부채널별 전송 전력을 산출하는 단계가, 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능한지의 여부를 판단하는 단계; 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능하지 않은 경우, 최저의 선호 관계를 갖는 소형 셀 사용자에게 대한 액세스 요청을 거절하는 단계; 및 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능한 경우, 소형 셀 사용자에게 대한 액세스 요청을 승인하고, 부채널별 전송 전력을 산출하는 단계를 포함한다.
- [12] 또한, 상기 액세스 요청을 거절하는 단계는 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능할 때까지 액세스 요청을 한 소형 셀 사용자들 중 거절되지 않은 소형 셀 사용자들에 대해 반복 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [13] 또한, 상기 소형 셀 사용자별 선호 관계는 상기 소형 셀 사용자에게 의해 액세스 요청된 부채널에 대한 유틸리티 값에 의해 추정되며, 상기 유틸리티 값은 다음의 관계식

[14]

$$U_{nm}(k) = \frac{R_{nm}^k - R_n^{\min}}{R_n^{\min}} - \beta P_{nm}^k g_{nm,0}^k \max \left(0, \frac{\sum_{\forall n} \sum_{\forall m} y_{nmk} P_{nm}^k g_{nm,0}^k - I_{0,k}^{th}}{I_{0,k}^{th}} \right)$$

- [15] - 여기서, R_{nm}^k 는 소형 셀 기지국(m)에 대해 소형 셀 사용자(n)이 부채널(k)를 사용할 때의 소형 셀 사용자(n)의 데이터 전송률이고, $R_n^{\min}$ 는 소형 셀 사용자(n)의 최소 데이터 전송률 요구사항이며, β 는 시스템 스루풋 감소 정도를 캡처하기 위한 가중치 파라미터이고, P_{nm}^k 는 부채널 k 상에서 소형 셀 사용자(n)와 소형 셀 기지국(m) 사이에 할당된 전력이며, y_{nmk} 는 부채널 k가 소형 셀 기지국(m)과 소형 셀 사용자(n) 사이에 할당되었는지의 여부를 나타내고, $g_{nm,0}^k$ 는 부채널 k 상에서 소형 셀 기지국(m)과 소형 셀 사용자(n) 사이의 채널 이득이며, $I_{0,k}^{th}$ 는 매크로 기지국에서 부채널 k에 대해 미리 설정된 간섭 전력 임계값을 나타냄 -을 사용하여 산출된다.

[16] 또한, 상기 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능한지의 여부는 다음의 관계식

[17]

$$\begin{aligned} & \max_{Y, P} \sum_{(n, m) \in N_k^{req}} R_{nm}^k \\ C1': & \sum_{(n, m) \in N_k^{req}} g_{nm}^k P_{nm}^k \leq I_{0, k}^{th}, \quad \forall k \\ C2': & R_{nm}^k \geq R_n^{\min}, \quad \forall n, m \in N_k^{req} \\ C3: & \sum_{n=1}^{N_m} y_{nmk} \leq 1, \quad \forall m, k \\ C4: & y_{nmk} = \{0, 1\}, \quad \forall m, n, k \\ C5': & P_{nmk} \in [P_n^{\min}, P_n^{\max}], \quad \forall m, n, k \\ C6': & \text{Stability} \end{aligned}$$

[18] - 여기서, N_k^{req} 는 액세스 요청을 한 소형 셀 사용자의 집합이고, P_{nmk} 는 부채널 k 상에서 소형 셀 사용자(n)와 소형 셀 기지국(m) 사이에 할당된 전력임 -을 사용하여 판단된다.

[19] 또한, 상기 부채널별 전송 전력을 산출하는 단계에서, 상기 관계식에서 전력에 관한 변수의 오목 문제를 풀어서 부채널별 전송 전력을 산출하는 것을 특징으로 한다.

[20] 본 발명의 다른 특징에 따른 자원 할당 방법은,

[21] 인지 소형 셀 네트워크에서 소형 셀 사용자(Cognitive Small cell User Equipment)가 업링크 자원을 할당하는 방법으로서, 가용한 모든 부채널별 선호 관계(preference relation)를 형성하는 단계; 최대의 호 관계를 갖는 부채널에 대한 액세스 요청을 소형 셀 관리기로 전송하는 단계; 상기 소형 셀 관리기로부터 전달되는 전송 전력 정보를 사용하여 액세스가 결정된 부채널별로 전력 할당을 수행하는 단계; 및 할당된 전력을 사용하여 액세스 결정된 부채널을 통해 데이터 전송을 수행하는 단계를 포함한다.

[22] 여기서, 상기 소형 셀 관리기로 전송하는 단계와 상기 전력 할당을 수행하는 단계 사이에, 상기 액세스 요청에 대한 답변을 수신하는 단계; 및 상기 답변을 통해 상기 액세스 요청이 승인되었는지를 판단하는 단계를 포함하고, 상기

액세스 요청이 승인된 것으로 판단되는 경우 상기 전력 할당을 수행하는 단계를 수행하고, 상기 액세스 요청이 거절된 것으로 판단되는 경우 승인될 때까지 상기 소형 셀 관리기로 전송하는 단계를 반복 수행하는 것을 특징으로 한다.

[23] 또한, 상기 부채널별 선호 관계를 형성하는 단계 전에, 소형 셀 기지국으로부터 가용한 부채널 정보를 방송을 통해 수신하는 단계를 더 포함한다.

[24] 또한, 상기 부채널별 선호 관계는 가용한 모든 부채널에 대해 균등한 전송 전력을 가정하여 형성되는 것을 특징으로 한다.

[25] 또한, 상기 부채널별 선호 관계는 가용한 모든 부채널에 대한 유틸리티 값에 의해 추정되며, 상기 유틸리티 값은 다음의 관계식

[26] $U_{nm}(k)=R_{nm}^k$

[27] - 여기서, R_{nm}^k 는 소형 셀 기지국(m)에 대해 소형 셀 사용자(n)가 부채널(k)을 사용할 때의 소형 셀 사용자(n)의 데이터 전송률임 -을 사용하여 산출되고, 상기 R_{nm}^k 는 다음의 관계식

[28]

$$R_{nm}^k = B_k \log_2 \left(1 + \frac{g_{nm}^k P_{nm}^k}{g_{kn}^k P_{k0}^k + \sigma^2} \right)$$

[29] - 여기서, B_k 는 부채널 k의 대역폭이고, g_{nm}^k 는 부채널 k 상에서 소형 셀 사용자(n)과 소형 셀 기지국(m) 사이의 채널 이득이며, P_{nm}^k 는 부채널 k 상에서 소형 셀 사용자(n)과 소형 셀 기지국(m) 사이에 할당된 전력이고, $g_{kn}^k P_{k0}^k$ 는 소형 셀 기지국(m)에서 매크로 사용자(k)의 간섭 레벨이며, σ^2 은 소형 셀 기지국에서의 가우시안 잡음임 -을 사용하여 산출된다.

[30] 본 발명의 또 다른 특징에 따른 인지 소형 셀 네트워크 시스템은,

[31] 가용한 부채널별 선호 관계를 형성하고, 형성되는 부채널별 선호 관계에 기초하여 액세스 요청을 각각 수행하는 복수의 소형 셀 사용자; 및 상기 복수의 소형 셀 사용자로부터의 액세스 요청을 수신하고, 액세스를 요청한 소형 셀 사용자별 선호 관계를 형성한 후, 업링크 전송시 최대 데이터 전송률을 제공하기 위한 부채널별 전송 전력을 산출하여 액세스를 요청한 소형 셀 사용자에게 전달하는 소형 셀 관리기를 포함한다.

[32] 여기서, 상기 소형 셀 사용자는 가용한 부채널별 선호 관계 중에서 최대의 선호 관계를 갖는 부채널을 통한 액세스 요청을 상기 소형 셀 관리기로 전송하는 것을 특징으로 한다.

[33] 또한, 상기 소형 셀 관리기는 액세스를 요청한 소형 셀 사용자들 중에서 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능하지 않은 소형 셀 사용자의 액세스 요청을 거절하고, 액세스 요청이 거절된 상기 소형 셀 사용자는 액세스 요청이 승인될 때까지 부채널별 선호 관계에 기초한 액세스 요청을 수행하는 것을

특징으로 한다.

- [34] 또한, 상기 소형 셀 관리기는 소형 셀 사용자의 액세스 요청을 거절하는 경우, 액세스를 요청한 소형 셀 사용자들 중에서 최저의 선호 관계를 갖는 소형 셀 사용자의 액세스 요청을 거절하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [35] 본 발명에 따르면, 인지 소형 셀 네트워크 환경에서 매크로 기지국을 보호하고 인지 소형 셀 사용자의 최소 데이터 전송률 요구를 보장하면서, 업링크 데이터 전송시의 전체 데이터 전송률을 최대화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [36] 도 1은 본 발명의 실시예가 적용되는 인지 소형 셀 네트워크(10)의 개략적인 구성도이다.
- [37] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인지 소형 셀 네트워크에서의 업링크 자원 할당을 위한 프레임워크의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.
- [38] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 CSUE측에서의 업링크 자원 할당 방법의 흐름도이다.
- [39] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 CSM측에서의 업링크 자원 할당 방법의 흐름도이다.
- [40] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 업링크 자원 할당 방법의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [41] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [42] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [43] 먼저, 인지 소형 셀 네트워크에서의 업링크 자원 할당을 위한 시스템 모델에 대해 설명한다.
- [44] 도 1은 본 발명의 실시예가 적용되는 인지 소형 셀 네트워크(10)의 개략적인 구성도이다. 도 1에서, 설명의 편의를 위해, 매크로 기지국(11)은 MBS(Macro Base Station)라 하고, 매크로 기지국(11)의 사용자(21)는 MUE(Macro User

Equipment)라 하며, 인지 소형 셀의 기지국(31)은 CSBS(Cognitive Small cell Base Station)라 하고, 인지 소형 셀의 사용자(41)를 CSUE(Cognitive Small cell User Equipment)라 한다.

[45] 도 1을 참조하여, $M = \{1 \dots m\}$ CSBS들인 집합으로 구성된 업링크 인지 소형 셀 네트워크를 고려한다.

[46] 각 CSBS m 은 N_m 의 CSUE들 집합을 갖는다. 네트워크에서 모든 CSUE들의 집합에 의해 $N = \bigcup_{m \in M} N_m$ 으로 나타낼 수 있다.

[47] MBS(11)로부터 사용되는 부채널의 집합 $K = \{1, 2 \dots k\}$ 가 있다. 소형 셀들 사이에 간섭은 없는 것으로 가정한다.

[48] 각 CSUE는 대부분의 부채널에서 액세스하도록 허용될 수 있다. 인지 소형 셀 관리(Cognitive Small cell Management, CSM)(51)는 MBS 보호 및 CSUE의 QoS를 관리하도록 배치된다.

[49] 또한, MBS(11)에서 각 부채널 k 에 대해 미리 설정된 간섭 전력 임계값은 $I_{0,k}^{\text{th}}$ 이다. 그리고, 각 CSUE n 은 최소 데이터 전송률 요구사항 R_n^{min} 을 갖는다.

[50] 한편, CSBS m 에 대해 CSUE n 이 부채널 k 를 사용할 때, CSUE n 의 데이터 전송률은 [수식 1]과 같이 구해질 수 있다.

[51] [수식 1]

[52]

$$R_{nm}^k = B_k \log_2 \left(1 + \frac{g_{nm}^k P_{nm}^k}{g_{k0}^k P_{k0}^k + \sigma^2} \right)$$

[53] 여기서, B_k 는 부채널 k 의 대역폭이고, g_{nm}^k 는 부채널 k 상에서 n 번째 CSUE와 m 번째 CSBS 사이의 채널 이득이며, P_{nm}^k 는 부채널 k 상에서 n 번째 CSUE와 m 번째 CSBS 사이에 할당된 전력이고, $g_{k0}^k P_{k0}^k$ 는 CSBS m 에서 MUE k 의 간섭 레벨이며, σ^2 은 CSBS에서의 가우시안 잡음이다.

[54] MBS(11)를 보호하고 CSUE(31)의 QoS를 보장하기 위해, 부채널 및 전력 할당의 문제가 [수식 2]와 같이 공식화된다.

[55] [수식 2]

[56]

$$\max_{Y, P} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{N_m} \sum_{k=1}^K y_{nmk} R_{nm}^k \quad (1)$$

$$C1: \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{N_m} y_{nmk} g_{nm}^k P_{nm}^k \leq I_{0,k}^{\text{th}}, \quad \forall k$$

$$C2: \sum_{k=1}^K y_{nmk} R_{nm}^k \geq R_n^{\min}, \quad \forall n, m$$

$$C3: \sum_{n=1}^{N_m} y_{nmk} \leq 1, \quad \forall m, k$$

$$C4: y_{nmk} = \{0, 1\}, \quad \forall m, n, k$$

$$C5: P_{nmk} \in [P_n^{\min}, P_n^{\max}], \quad \forall m, n, k$$

$$C6: \text{Stability}$$

[57] [수식 2]에서, 객체 (1)은 업링크 CSN(10)에서의 전체 네트워크 스루풋을 나타내며, 이를 위해 6개의 제한을 갖는다. 제한1(C1)은 MBS 보호를 위한 제한이고, 제한2(C2)는 각 CSUE의 최소 데이터 전송률 요구사항을 설명하며, 제한3(C3)은 CSUE가 대부분의 부채널에서 할당되는 것을 나타내고, 제한4(C4)에서, 부채널 인덱스 $y_{nmk}=1$ 는 부채널 k 가 CSBS m 에서 CSUE n 에 할당되는 것을 나타내지만 그렇지 않은 경우에는 $y_{nmk}=0$ 인 것을 의미하며, 제한5(C5)는 CSUE n 의 전송 전력 범위를 나타내고, 제한6(C6)은 다음 섹션에서 최후의 매칭이 안정된 그룹인 것을 보장한다는 것을 의미한다.

[58] 상기한 바와 같은 제한을 통해 MBS(11)을 보호하고 CSUE들의 최소 데이터 전송률 요구사항을 만족시키면서 업링크 CSN(10)에서의 전체 네트워크 스루풋을 최대화 하기 위한 부채널 및 전력 할당에 관한 최적화는 NP hard 문제가 될 수 있다.

[59] 따라서, 이를 해결하기 위해, 일대다 매칭 게임 접근에 기초한 본 발명의 실시예에 대해 설명한다.

[60] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인지 소형 셀 네트워크에서의 업링크 자원 할당을 위한 프레임워크의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

[61] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 인지 소형 셀 네트워크에서의 업링크 자원 할당을 위한 프레임워크에서는 일대다 매칭 게임에 기초한 분산 알고리즘에 따른 설계를 제안한다.

[62] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 프레임워크는 입력 스테이지(100), 초기화 스테이지(200), 경쟁 스테이지(300), 결합 자원 할당 스테이지(400), 자원 할당 스테이지(500) 및 출력 스테이지(600)를 포함한다.

- [63] 입력 스테이지(100)는 매크로 기지국(11)을 보호하기 위해, CSUE(41), 가용 부채널, CSUE(41)의 QoS 요구, 간접 임계값으로 구성되는 원본 문제(수식 2)의 입력 파라미터들을 준비한다.
- [64] 초기화 스테이지(200)는 다음의 경쟁 스테이지(300)를 위한 준비를 위해 초기화를 수행한다. 이 스테이지에서, CSBS(31)는 자신의 CSUE(41)들에게 가용한 부채널 정보를 방송한다. 따라서, CSUE(41)는 가용한 모든 부채널에 대해 균등한 전송 전력을 가정하여 부채널별로 유틸리티 함수값을 추정한다. 그 후, 추정한 유틸리티 함수값들을 CSUE(41)의 선호 관계(preference relation), 즉 $\succ_n$ 로 저장한다.
- [65] 경쟁 스테이지(300)에서, CSUE(41)는 선호 관계에서 가장 선호하는 부채널의 제안을 전송한다. 즉, CSUE(41)는 선호 관계가 가장 높은 값을 갖는 $\succ_n$ 에 해당하는 부채널 정보를 CSBS(31)로 전송하고, CSBS(31)는 CSUE(41)로부터의 부채널에 대한 제안을, 수락 제어(admission control)를 수행하는 CSM(51)에게 전달한다.
- [66] 결합 자원 할당 스테이지(400)는 두 개의 부 스테이지, 즉 승인 제어 부스테이지(410)와 전력 할당 부스테이지(420)로 구성된다.
- [67] 첫 번째인 부 스테이지인 승인 제어 부스테이지(410)에서, CSM(51)은 각 부채널에 대해 제안된 CSUE(41)로부터의 정보를 수집한다. 그 후, CSM(51)에서, 각 부채널 상에서 최소 속도와 MBS 보호를 보장하기 위해 부채널을 액세스할 수 있는 CSUE(41)에 대해 액세스 승인 그룹으로 선정한다. 이 부스테이지(410)에서, 일부 CSUE(41)는 CSM(51)에 의해, 요청된 부채널에 대한 액세스가 거절될 것이다.
- [68] 다음, 두 번째 부스테이지인 전력 할당 부스테이지(420)에서, CSM(51)에 의해 승인된 CSUE(41)에 대해 전력 할당이 수행된다.
- [69] 본 게임에서 거절된 CSUE(41)는 앞의 경쟁 스테이지(300)으로 되돌아 가서 다시 경쟁에 참가하게 된다. 이러한 경쟁 스테이지(300)는 CSUE(41)로부터 CSM(51)으로 새로운 요청이 없는 경우에 종료된다.
- [70] 자원 할당 스테이지(500)에서, CSUE(41)는 전력 할당 부스테이지(420)에서 CSM(51)에 의해 결정된 부채널별로 각각 전력 할당을 수행한다.
- [71] 출력 스테이지(600)에서, CSUE(41)는 자원 할당 스테이지(500)에서 할당된 최적의 부채널과 전력으로 CSBS(31)를 통한 데이터 전송을 수행한다.
- [72] 이하, 상기한 본 발명의 실시예에 대해 보다 상세하게 설명한다.
- [73] 먼저, [수식 2]에서의 제한1 내지 제한6(C1 내지 C6)를 만족하는 두 개의 집합 N과 K사이에 일대다 매칭을 사용한다.
- [74] 제안 1: [수식 2]가 일대다 매칭 게임으로 공식화된다.
- [75] 매칭 기반 부채널 할당 문제가 $(N, M, \succ_n, \succ_k, q_n=1, q_k=N_k)$ 로부터의 함수로서

튜플(tuple)에 의해 정의된다. 여기서, q_k 는 CSM(51)에서의 부채널 k 의 한도(quato)로서, 부채널 k 에 할당될 수 있는 CSUE의 최대 개수를 나타낸다. 이 q_k 은 제한1, 2, 5, 6(C1, C2, C5, C6)에 종속되는 동적 한도이다. 파라미터 q_n 은 제한3(C3)로서 설명되는 CSUE n 의 한도이다. 제안된 해결 수단은, 선호 함수 $\succ_n$ 와 $\succ_k$ 에 기초하는 CSUE와 CSBS 사이의 최후 할당을 제공하는 μ_{SCA}

:NUK $\rightarrow$ NUK 매칭 게임의 매칭 함수이다.

[76] 제안된 매칭 게임에서, 두 개의 선호 관계 $\succ_n$ 와 $\succ_k$ 는 다음의 유틸리티

함수에 기초하여 공식화된다.

[77] CSUE 유틸리티: 각 CSUE n 의 유틸리티 값($\succ_n$)은 [수식 3]에서와 같이

부채널 k 에 대한 선호 관계를 형성한다.

[78] [수식 3]

[79] $U_{nn}(k)=R_{nn}^k$

[80] 각 부채널에 대한 CSM 유틸리티: CSM(51) 측에서, CSM(51)은 [수식 4]와 같이, CSBS m 에서 요구된 CSUE n 에 주어진 각 부채널 k 에 대한 유틸리티 값($\succ_k$)을

추정한다.

[81] [수식 4]

[82]

$$U_{mn}(k) = \frac{R_{mn}^k - R_n^{\min}}{R_n^{\min}} - \beta P_{mn}^k g_{mn,0}^k \max \left(0, \frac{\sum_{\forall n} \sum_{\forall m} y_{mnk} P_{mn}^k g_{mn,0}^k - I_{0,k}^{th}}{I_{0,k}^{th}} \right)$$

[83] 여기서, [수식 4]에서 첫 번째 텀은 제한2(C2)의 만족도를 정량화하는 측정을 나타내고, 두 번째 텀은 제한1(C1)의 위반 정도(violation degree)를 정량화하는 측정을 나타낸다.

[84] 이와 같이 제안된 매칭 게임에서, N_k 는 다음과 같이, CSM(51) 요구에 종속되는 동적 한도이다.

[85] CSM 요구: 부채널 k 에 대해 요청된 CSUE의 집합 $N_{k^{req}}$ 가 주어지면, CSM(51)은 MBS 보호와 CSUE의 최소 속도를 보장하는 동안 부채널 k 에 대한 전체 데이터 속도를 최대화하기 위해 부채널 및 전력 할당 전략을 가진다. 기존의 [수식 2]로부터, CSM(51)의 요구 함수는 [수식 5]와 같이 공식화된다.

[86] [수식 5]

[87]

$$\max_{Y, P} \sum_{(n,m) \in N_k^{req}} R_{nm}^k$$

$$C1': \sum_{(n,m) \in N_k^{req}} g_{nm}^k P_{nm}^k \leq I_{0,k}^{th}, \quad \forall k$$

$$C2': R_{nm}^k \geq R_n^{\min}, \quad \forall n, m \in N_k^{req}$$

$$C5': P_{nmk} \in [P_n^{\min}, P_n^{\max}], \quad \forall m, n, k$$

$$C6': \textit{Stability}$$

[88] 이러한 [수식 5]에서 변경되지 않은 제한을 적용하면, 다음의 [수식 6]과 같다.

[89] [수식 6]

[90]

$$\max_{Y, P} \sum_{(n,m) \in N_k^{req}} R_{nm}^k$$

$$C1': \sum_{(n,m) \in N_k^{req}} g_{nm}^k P_{nm}^k \leq I_{0,k}^{th}, \quad \forall k$$

$$C2': R_{nm}^k \geq R_n^{\min}, \quad \forall n, m \in N_k^{req}$$

$$C3: \sum_{n=1}^{N_m} y_{nmk} \leq 1, \quad \forall m, k$$

$$C4: y_{nmk} \in \{0, 1\}, \quad \forall m, n, k$$

$$C5': P_{nmk} \in [P_n^{\min}, P_n^{\max}], \quad \forall m, n, k$$

$$C6': \textit{Stability}$$

[91] [수식 6]에 대해 주어진 실행가능한 해결 수단은 변수 P에서의 오목 문제(concave problem)임을 알 수 있다. 따라서, [수식 6]은 이미 잘 알려져 있는 matlab(matrix laboratory) 소프트웨어에서 콘벡스(convex)용 CVX 툴박스와 같은 일부 해결 수단을 사용하여 해결될 수 있다.

[92] 제안된 게임에서, [수식 6]이 실행불가능하다면, 경쟁 스테이지(300)에서 집합

N_k^{req} 에서의 CSUE는 가장 작은 선호 관계, 즉 최저의 $U_{\text{mm}}(k)$ 을 갖도록 CSM(51)에 의해 제거될 것이다.

- [93] 이하, 상기한 제안과 설정으로부터, [수식 6]을 해결하기 위해 일대다 매칭 게임에 기초한 분산 알고리즘에 따른 인지 소형 셀 네트워크에서의 업링크 자원 할당 방법에 대해 설명한다.
- [94] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 CSUE측에서의 업링크 자원 할당 방법의 흐름도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 CSM측에서의 업링크 자원 할당 방법의 흐름도이다.
- [95] 먼저, 도 3을 참조하여 CSUE(41)측에서의 업링크 자원 할당 방법에 대해 설명한다.
- [96] 본 발명의 실시예에서는 하나의 CSUE(41)를 사용하여 설명하지만 다른 CSUE들에게도 적용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.
- [97] 먼저, CSUE(41)는 CSBS(31)로부터 방송을 통해 전달받은 가용 부채널 정보를 사용하여 집합 K 내에 속하는 모든 부채널별로 선호 관계($\succ_n$)를 형성한다(S100). 이 때, 부채널별 선호 관계($\succ_n$)는 상기한 [수식 3]을 통해서 CSUE(41)의 유틸리티 값으로 산출될 수 있다.
- [98] 그 후, CSUE(41)는 부채널별 선호 관계 중에서 최대값을 갖는 부채널을 액세스하기 위한 요청을 CSM(51)로 전송한다(S110). 여기서, CSUE(41)에 의해 선택되는 부채널 $k = \arg \max (\succ_n)$ 가 된다.
- [99] 이와 같이, 액세스 요청을 CSM(51)으로 전송한 CSUE(41)는 CSM(51)으로부터 해당 요청이 승인되는지 아니면 거절되는지의 답변을 대기한다.
- [100] 그 후, CSM(51)으로부터 액세스 요청에 대한 답변이 수신되면(S120), 해당 액세스 요청이 승인되었는지를 판단하고(S130), 만약 액세스 요청이 승인되었으면 CSM(51)으로부터 전력 할당 정보를 수신한다(S140).
- [101] 그 후, CSUE(41)는 상기 단계(S140)에서 수신된 전력 할당 정보를 사용하여 CSUE(41)에서의 부채널별 전력 할당을 수행한다(S150).
- [102] 그리고, CSUE(41)는 승인된 부채널과 할당된 최적의 전력을 사용하여 CSBS(31)로 데이터 전송을 수행한다(S160).
- [103] 한편, 상기 단계(S130)에서 해당 액세스 요청이 거절되었으면, CSUE(41)는 해당 액세스 요청이 승인될 때까지 상기 단계(S110, S120, S130)를 반복 수행한다. 즉, CSUE(41)는 해당 액세스 요청이 승인될 때까지 다른 CSUE들과의 경쟁에 계속 참여하게 된다.
- [104] 다음, 도 4를 참조하여 CSM(51)측에서의 업링크 자원 할당 방법에 대해 설명한다.
- [105] 먼저, CSM(51)은 매크로 기지국(11)을 보호하기 위해, CSUE(41), 가용 부채널,

CSUE(41)의 QoS 요구, 간접 임계값으로 구성되는 원본 문제(수식 2)의 입력 파라미터들을 준비한다(S200).

[106] 다음, 액세스 요청을 전송한 CSUE(41)를 비롯한 모든 CSUE의 정보를 수집하여 N_k^{req} 를 형성한다(S210).

[107] 그 후, N_k^{req} 에 속하는 모든 CSUE에 대해 선호 관계($\succ_k$)를 형성한다(S220). 이 때, CSUE별 선호 관계($\succ_n$)는 상기한 [수식 4]를 통해서 CSM(51)의 유틸리티 값으로 산출될 수 있다.

[108] 다음, CSM(51)은 [수식 6]을 통해서 실행 가능 여부를 판단한다(S230).

[109] 만약 실행 가능하지 않은 것으로 판단되는 경우(S240) 최저 선호 관계($\succ_k$)를

갖는 CSUE를 제거한다(S250). 그리고, 이러한 CSUE 제거 단계(S250)는 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당이 실행 가능할 때까지 계속 반복된다.

[110] 한편, 상기 단계(S240)에서 실행 가능한 것으로 판단되면, N_k^{req} 에 남아 있는 CSUE들에 대해 요청 액세스 승인을 하고 해당 CSUE를 N_k^{accepted} 에 포함시킨다(S260).

[111] 그 후, CVX 툴박스를 사용하여 [수식 2]를 사용하여 최대의 데이터 전송률을 제공할 수 있는 최적의 전송 전력을 산출한다(S270).

[112] 그리고, 산출된 전송 전력 정보를 액세스 승인된 CSUE들에게 액세스 요청에 대한 답변으로 액세스 승인과 함께 전송한다(S280).

[113] 한편, CSM(51)은 CSUE로부터 액세스 요청이 있는 경우, 상기한 단계 S210 내지 S290)을 반복 수행하게 된다.

[114] 이하, 도 5를 참조하여 상기한 본 발명의 실시예에 따른 자원 할당 방법의 시뮬레이션 결과에 대해 설명한다.

[115] 시뮬레이션의 경우, 본 발명의 실시예에 따른 성능을 평가하기 위해 Matlab에서 수행한 시뮬레이션을 나타낸다.

[116] M=5 CSBS가 MBS(11)와 함께 위치하는 2층열(two-tier)의 네트워크를 고려한다. 일부 파라미터는 다음과 같이 설정된다. $P_{\text{nm}}^{\text{max}} = 100 \text{ mW}$, $I_0^{\text{th}} = -75 \text{ dBmW}$, $\sigma^2 = -105 \text{ dBm}$, $B_k = 360 \text{ kHz}$, $K=5$ 부채널.

[117] 채널 이득은 평균값 $h(d) = h_0(d/15)^{-4}$ 를 갖는 Rayleigh 랜덤 변수로 가정되며, 여기서 h_0 는 거리 15m에서의 기준 채널 이득이다.

[118] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 방법이 기존의 4가지 방식, 즉 그리디 방식(Greedy scheme), 랜덤 방식(random scheme), 승인 제어 아닌 방식(no admission control scheme), 및 고정 전력 방식(fixed power scheme)과 비교되었다.

[119] 도 5에서 (a)는 CSUE의 개수(number of CSUEs)대 전체 평균 스루풋(average overall throughput)의 결과를 나타내고, (b)는 CSUE의 개수대 평균 아웃티지 확률(average outage probability)을 나타낸다.

- [120] 도 5의 (a) 및 (b)를 통해서, 본 발명의 실시예에 따른 방법이 전체 스루풋과 아웃티지 확률에서 다른 방식들을 능가함을 알 수 있다.
- [121] 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는, 업링크 인지 소형 셀 네트워크에서의 부채널 및 전력 할당에 대한 새로운 프레임워크를 제공하였다. 본 발명의 실시예를 통해 부채널 및 전력 할당의 문제가 최적화 문제로서 공식화되었으며, 매크로 기지국을 보호하고 제공된 소형 셀 사용자의 최소 데이터 속도 요구사항을 보장하는 동안 업링크 데이터 전송에서의 전체 데이터 전송률을 최대화할 수 있다.
- [122] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.
- [123]

청구범위

- [청구항 1] 인지 소형 셀 네트워크에서 소형 셀 관리기가 업링크 자원을 할당하는 방법에 있어서,
 소형 셀 사용자로부터의 액세스 요청을 수집하는 단계;
 소형 셀 사용자별 선호 관계(preference relation)를 형성하는 단계;
 업링크 전송시 최대 데이터 전송률을 제공하기 위한 부채널별 전송 전력을 산출하는 단계; 및
 산출되는 부채널별 전송 전력 정보를 상기 소형 셀 사용자에게 전달하는 단계
 를 포함하는 자원 할당 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 부채널별 전송 전력을 산출하는 단계가,
 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능한지의 여부를 판단하는 단계;
 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능하지 않은 경우,
 최저의 선호 관계를 갖는 소형 셀 사용자에게 대한 액세스 요청을 거절하는 단계; 및
 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능한 경우, 소형 셀 사용자에게 대한 액세스 요청을 승인하고, 부채널별 전송 전력을 산출하는 단계
 를 포함하는 자원 할당 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 액세스 요청을 거절하는 단계는 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능할 때까지 액세스 요청을 한 소형 셀 사용자들 중 거절되지 않은 소형 셀 사용자들에 대해 반복 수행되는 것을 특징으로 하는 자원 할당 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 소형 셀 사용자별 선호 관계는 상기 소형 셀 사용자에게 의해 액세스 요청된 부채널에 대한 유틸리티 값에 의해 추정되며,
 상기 유틸리티 값은 다음의 관계식

$$U_{nm}^k(k) = \frac{R_{nm}^k - R_n^{\min}}{R_n^{\min}} - \beta P_{nm}^k g_{nm,0}^k \max \left(0, \frac{\sum_{\forall n} \sum_{\forall m} y_{nm} P_{nm}^k g_{nm,0}^k - I_{0,k}^{\text{th}}}{I_{0,k}^{\text{th}}} \right)$$

- 여기서, R_{nm}^k 는 소형 셀 기지국(m)에 대해 소형 셀 사용자(n)이 부채널(k)를 사용할 때의 소형 셀 사용자(n)의 데이터 전송률이고, $R_n^{\min}$ 는 소형 셀 사용자(n)의 최소 데이터 전송률 요구사항이며,

β 는 시스템 스루풋 감소 정도를 캡처하기 위한 가중치 파라미터이고, P_{nm}^k 는 부채널 k 상에서 소형 셀 사용자(n)와 소형 셀 기지국(m) 사이에 할당된 전력이며, y_{nmk} 는 부채널 k 가 소형 셀 기지국(m)과 소형 셀 사용자(n) 사이에 할당되었는지의 여부를 나타내고, $g_{nm,0}^k$ 는 부채널 k 상에서 소형 셀 기지국(m)과 소형 셀 사용자(n) 사이의 채널 이득이며, $I_{0,k}^{th}$ 는 매크로 기지국에서 부채널 k 에 대해 미리 설정된 간섭 전력 임계값을 나타냄 -
을 사용하여 산출되는 자원 할당 방법.

[청구항 5]

제4항에 있어서,
상기 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능한지의 여부는 다음의 관계식

$$\begin{aligned} & \max_{Y, P} \sum_{(n,m) \in N_k^{req}} R_{nm}^k \\ C1': & \sum_{(n,m) \in N_k^{req}} g_{nm}^k P_{nm}^k \leq I_{0,k}^{th}, \quad \forall k \\ C2': & R_{nm}^k \geq R_n^{\min}, \quad \forall n, m \in N_k^{req} \\ C3: & \sum_{n=1}^{N_m} y_{nmk} \leq 1, \quad \forall m, k \\ C4: & y_{nmk} = \{0, 1\}, \quad \forall m, n, k \\ C5': & P_{nmk} \in [P_n^{\min}, P_n^{\max}], \quad \forall m, n, k : \\ C6': & \text{Stability} \end{aligned}$$

- 여기서, N_k^{req} 는 액세스 요청을 한 소형 셀 사용자의 집합이고, P_{nmk} 는 부채널 k 상에서 소형 셀 사용자(n)와 소형 셀 기지국(m) 사이에 할당된 전력임 -

을 사용하여 판단되는 자원 할당 방법.

[청구항 6]

제5항에 있어서,
상기 부채널별 전송 전력을 산출하는 단계에서, 상기 관계식에서 전력에 관한 변수의 오목 문제를 풀어서 부채널별 전송 전력을 산출하는 것을 특징으로 하는 자원 할당 방법.

- [청구항 7] 인지 소형 셀 네트워크에서 소형 셀 사용자(Cognitive Small cell User Equipment)가 업링크 자원을 할당하는 방법에 있어서, 가용한 모든 부채널별 선호 관계(preference relation)를 형성하는 단계;
최대의 선호 관계를 갖는 부채널에 대한 액세스 요청을 소형 셀 관리기로 전송하는 단계;
상기 소형 셀 관리기로부터 전달되는 전송 전력 정보를 사용하여 액세스가 결정된 부채널별로 전력 할당을 수행하는 단계; 및 할당된 전력을 사용하여 액세스 결정된 부채널을 통해 데이터 전송을 수행하는 단계
를 포함하는 자원 할당 방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 소형 셀 관리기로 전송하는 단계와 상기 전력 할당을 수행하는 단계 사이에,
상기 액세스 요청에 대한 답변을 수신하는 단계; 및
상기 답변을 통해 상기 액세스 요청이 승인되었는지를 판단하는 단계
를 포함하고,
상기 액세스 요청이 승인된 것으로 판단되는 경우 상기 전력 할당을 수행하는 단계를 수행하고,
상기 액세스 요청이 거절된 것으로 판단되는 경우 승인될 때까지 상기 소형 셀 관리기로 전송하는 단계를 반복 수행하는 것을 특징으로 하는 자원 할당 방법.
- [청구항 9] 제7항에 있어서,
상기 부채널별 선호 관계를 형성하는 단계 전에,
소형 셀 기지국으로부터 가용한 부채널 정보를 방송을 통해 수신하는 단계를 더 포함하는 자원 할당 방법.
- [청구항 10] 제7항에 있어서,
상기 부채널별 선호 관계는 가용한 모든 부채널에 대해 균등한 전송 전력을 가정하여 형성되는 것을 특징으로 하는 자원 할당 방법.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 부채널별 선호 관계는 가용한 모든 부채널에 대한 유틸리티 값에 의해 추정되며,
상기 유틸리티 값은 다음의 관계식

$$U_{nm}(k) = R_{nm}^k$$
- 여기서, R_{nm}^k 는 소형 셀 기지국(m)에 대해 소형 셀 사용자(n)가 부채널(k)을 사용할 때의 소형 셀 사용자(n)의 데이터 전송률임 -

을 사용하여 산출되고,
상기 R_{nm}^k 는 다음의 관계식

$$R_{nm}^k = B_k \log_2 \left(1 + \frac{g_{nm}^k P_{nm}^k}{g_{k0}^k P_{k0}^k + \sigma^2} \right)$$

- 여기서, B_k 는 부채널 k의 대역폭이고, g_{nm}^k 는 부채널 k 상에서 소형 셀 사용자(n)과 소형 셀 기지국(m) 사이의 채널 이득이며, P_{nm}^k 는 부채널 k 상에서 소형 셀 사용자(n)과 소형 셀 기지국(m) 사이에 할당된 전력이고, $g_{k0}^k P_{k0}^k$ 는 소형 셀 기지국(m)에서 매크로 사용자(k)의 간섭 레벨이며, σ^2 은 소형 셀 기지국에서의 가우시안 잡음임 -

을 사용하여 산출되는 자원 할당 방법.

[청구항 12]

인지 소형 셀 네트워크 시스템에 있어서,
가용한 부채널별 선호 관계를 형성하고, 형성되는 부채널별 선호 관계에 기초하여 액세스 요청을 각각 수행하는 복수의 소형 셀 사용자; 및
상기 복수의 소형 셀 사용자로부터의 액세스 요청을 수신하고, 액세스를 요청한 소형 셀 사용자별 선호 관계를 형성한 후, 업링크 전송시 최대 데이터 전송률을 제공하기 위한 부채널별 전송 전력을 산출하여 액세스를 요청한 소형 셀 사용자에게 전달하는 소형 셀 관리기

를 포함하는 인지 소형 셀 네트워크 시스템.

[청구항 13]

제12항에 있어서,
상기 소형 셀 사용자는 가용한 부채널별 선호 관계 중에서 최대의 선호 관계를 갖는 부채널을 통한 액세스 요청을 상기 소형 셀 관리기로 전송하는 것을 특징으로 하는 인지 소형 셀 네트워크 시스템.

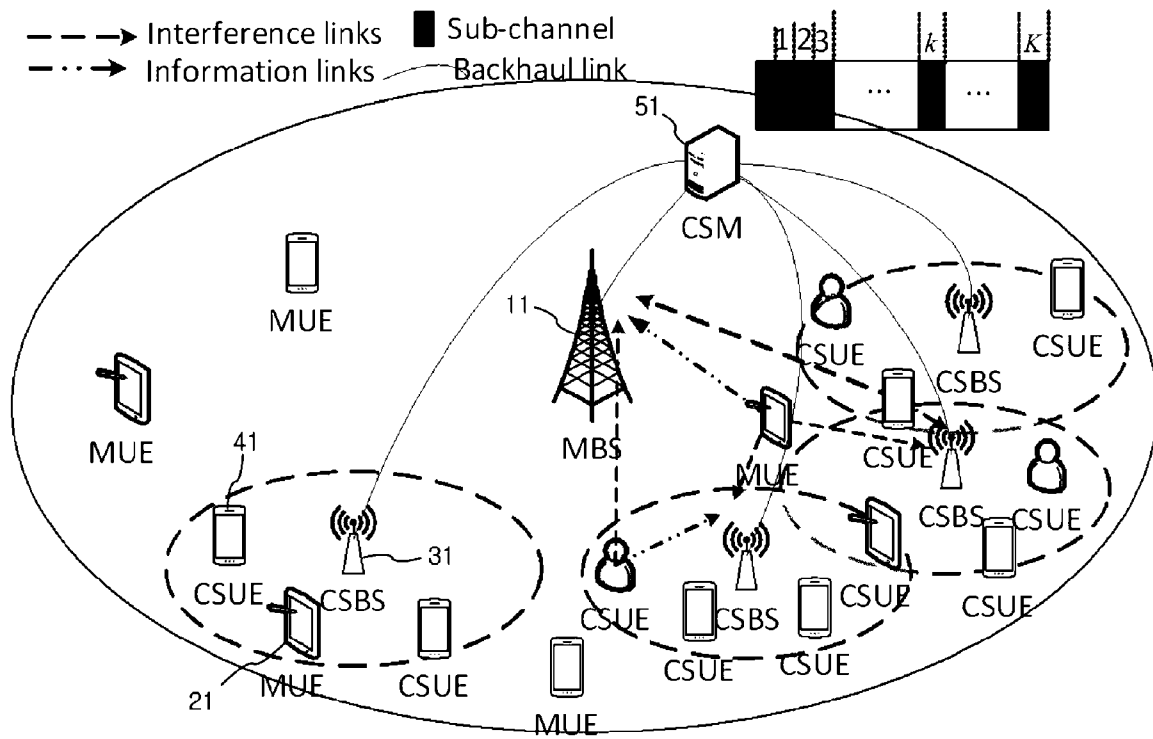
[청구항 14]

제13항에 있어서,
상기 소형 셀 관리기는 액세스를 요청한 소형 셀 사용자들 중에서 업링크 전송시 최대 데이터 전송률 제공이 가능하지 않은 소형 셀 사용자의 액세스 요청을 거절하고,
액세스 요청이 거절된 상기 소형 셀 사용자는 액세스 요청이 승인될 때까지 부채널별 선호 관계에 기초한 액세스 요청을 수행하는 것을 특징으로 하는 인지 소형 셀 네트워크 시스템.

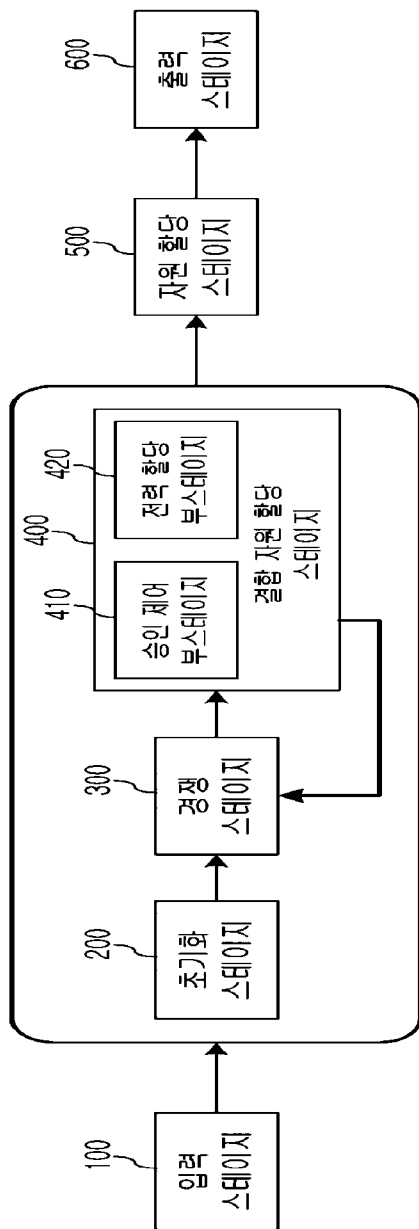
[청구항 15]

제14항에 있어서,
상기 소형 셀 관리기는 소형 셀 사용자의 액세스 요청을 거절하는
경우, 액세스를 요청한 소형 셀 사용자들 중에서 최저의 선호
관계를 갖는 소형 셀 사용자의 액세스 요청을 거절하는 것을
특징으로 하는 인지 소형 셀 네트워크 시스템.

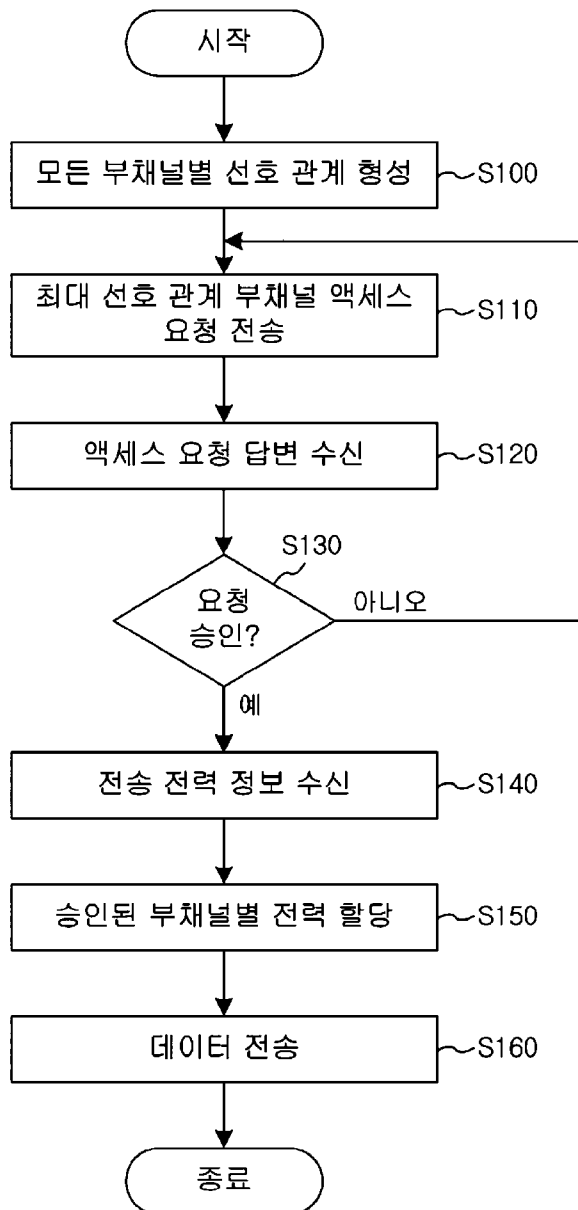
[Fig. 1]



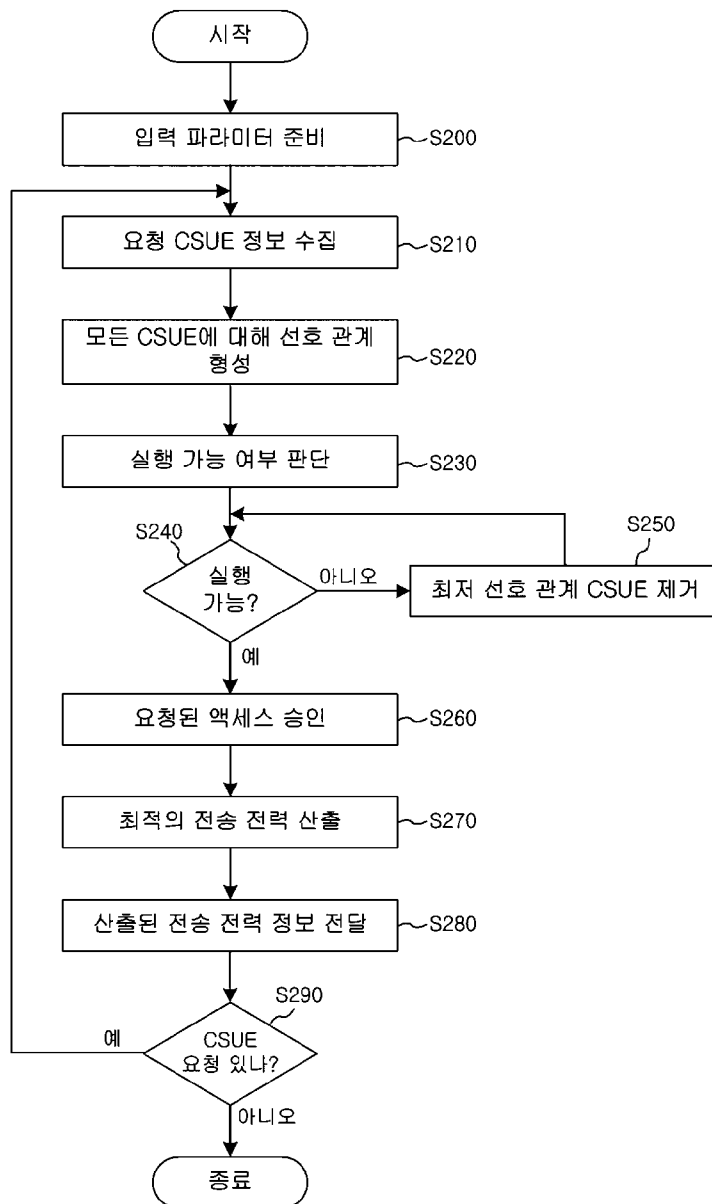
[Fig. 2]



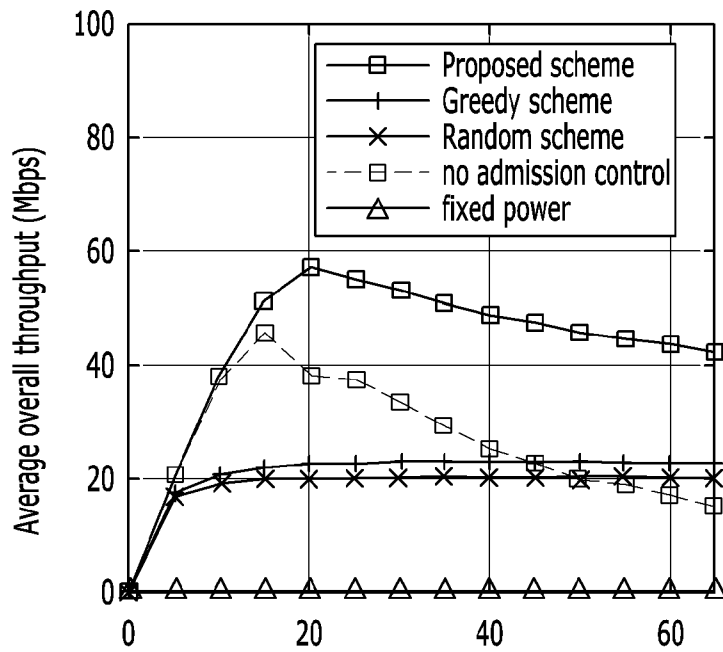
[Fig. 3]



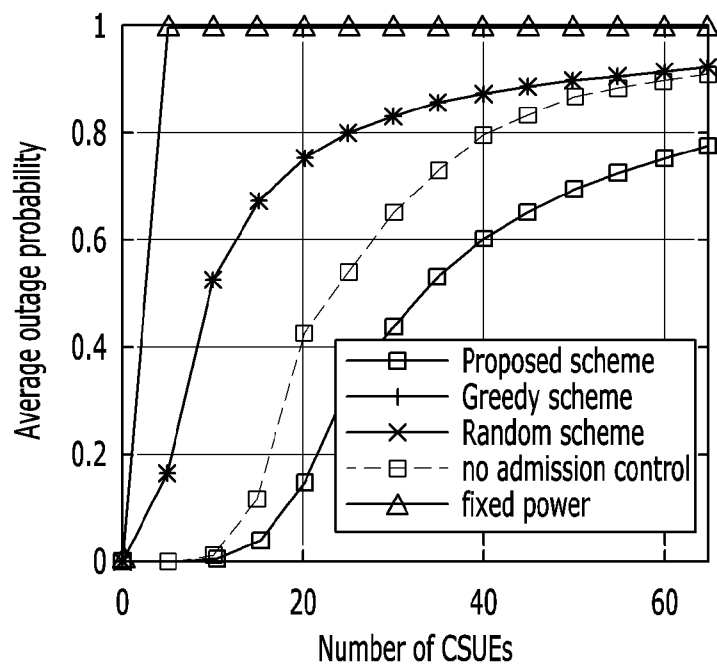
[Fig. 4]



[Fig. 5]



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/014625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 16/10(2009.01)i, H04W 16/32(2009.01)i, 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 16/10; H04W 16/02; H04W 88/08; H04W 52/34; H04W 72/04; H04W 16/32

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: uplink, transmission power, cell preference relation, cognitive small cell network, and subchannel

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2015-0086741 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 29 July 2015 See paragraphs [0061]-[0090]; claim 1; and figure 5.	1-15
A	LEANH, Tuan et al., "User Association and Sub-channel Allocation in Uplink Cognitive Smallcell Network", Journal of Korea Computer Congress 2015 of the Korean Institute of Information and Engineers, pages 1238-1240, June 2015 (http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06394369) See page 1239.	1-15
A	ZHANG, Haijun et al., "Resource Allocation for Cognitive Small Cell Networks: A Cooperative Bargaining Game Theoretic Approach", IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 14, no. 6, pp. 3481-3493, June 2015 (https://www.researchgate.net/publication/273060943) See pages 3482-3486; and figure 1.	1-15
A	KR 10-1172657 B1 (SANGMYUNG UNIVERSITY, COUNCIL FOR INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION) 08 August 2012 See paragraphs [0023]-[0055]; and claim 1.	1-15
A	KR 10-2013-0068015 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 25 June 2013 See paragraphs [0058]-[0062]; claim 1; and figure 4.	1-15



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

21 MARCH 2017 (21.03.2017)

Date of mailing of the international search report

21 MARCH 2017 (21.03.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

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

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/014625

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0086741 A	29/07/2015	US 2015-0208422 A1 US 9131514 B2	23/07/2015 08/09/2015
KR 10-1172657 B1	08/08/2012	NONE	
KR 10-2013-0068015 A	25/06/2013	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04W 16/10(2009.01)i, H04W 16/32(2009.01)i, H04W 72/04(2009.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04W 16/10; H04W 16/02; H04W 88/08; H04W 52/34; H04W 72/04; H04W 16/32

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: 업링크, 전송전력, 셀 번호 관계, 인지 소형 셀 네트워크, 및 부채널

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2015-0086741 A (한국전자통신연구원) 2015.07.29 단락 [0061]-[0090]; 청구항 1; 및 도면 5 참조.	1-15
A	TUAN LEANH 등, `User Association and sub-channel allocation in uplink Cognitive Smallcell Network`, 한국정보과학회 2015 한국컴퓨터종합학술대회 논문집, 페이지 1238-1240, 2015.06 (http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06394369) 페이지 1239 참조.	1-15
A	HAIJUN ZHANG 등, `Resource Allocation for Cognitive Small Cell Networks: A Cooperative Bargaining Game Theoretic Approach`, IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 14, no. 6, pp. 3481-3493, 2015.06 (https://www.researchgate.net/publication/273060943) 페이지 3482-3486; 및 도면 1 참조.	1-15
A	KR 10-1172657 B1 (상명대학교 산학협력단) 2012.08.08 단락 [0023]-[0055]; 및 청구항 1 참조.	1-15
A	KR 10-2013-0068015 A (한국전자통신연구원) 2013.06.25 단락 [0058]-[0062]; 청구항 1; 및 도면 4 참조.	1-15

☐ 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 03월 21일 (21.03.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 03월 21일 (21.03.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



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

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

양정록

전화번호 +82-42-481-5709



국제출원번호
PCT/KR2016/014625

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0086741 A	2015/07/29	US 2015-0208422 A1 US 9131514 B2	2015/07/23 2015/09/08
KR 10-1172657 B1	2012/08/08	없음	
KR 10-2013-0068015 A	2013/06/25	없음	