(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0081721
(43) 공개일자 2011년07월14일

(51) Int. Cl.
H04W 16/04 (2009.01) *H04W 36/08* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2010-0002024
(22) 출원일자 2010년01월08일
심사청구일자 2010년01월08일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
강충구
서울특별시 성북구 안암동1가 삼성래미안아파트 110동 802호
류현석
서울특별시 송파구 잠실4동 파크리오아파트 224동 1303호
정의창
서울특별시 양천구 목5동 목동4단지아파트401동 1205호
(74) 대리인
김정훈, 이건주

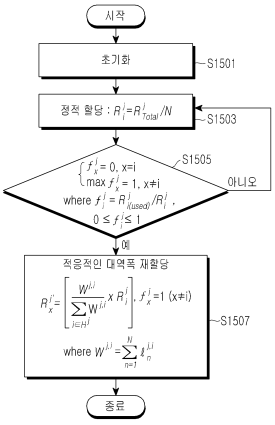
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 이동 통신 시스템에서 자원 할당 방법

(57) 요 약

본 발명은 셀룰러 시스템에서 복수의 기지국들이 공유하는 핸드오버 게이트웨이에서의 자원 할당 방법에 관한 것이다. 본 발명의 자원 할당 방법은 이동 통신 시스템에서 핸드오버 게이트웨이에서의 자원 할당 방법에 있어서, 하나의 핸드오버 게이트웨이를 공유하는 복수의 기지국들을 결정하는 과정; 상기 결정된 복수의 기지국들의 트래픽에 따라서 실제로 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국을 결정하는 과정; 및 상기 복수의 기지국들 중 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국을 제외한 적어도 하나 이상의 기지국으로 릴레이 구간의 자원을 할당하는 과정을 포함한다. 본 발명의 자원 할당 방법에 따르면, 핸드오버 게이트웨이를 공유하는 기지국들의 트래픽의 상황에 따라 유동적으로 네트워크를 구성하고, 릴레이 구간의 자원의 낭비를 줄일 수 있다.

대 표 도 - 도15



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 ITAA1100090200990001000100100
부처명 정보통신연구진흥원
연구관리전문기관
연구사업명 IT원천기술개발
연구과제명 서비스 가용성을 위한 이동성 관리 기술 연구
기여율
주관기관 고려대학교 산학협력단
연구기간 2009-03-01~2010-02-28

특허청구의 범위

청구항 1

이동 통신 시스템에서 핸드오버 게이트웨이에서의 자원 할당 방법에 있어서,

하나의 핸드오버 게이트웨이를 공유하는 복수의 기지국들을 결정하는 과정;

상기 결정된 복수의 기지국들의 트래픽에 따라서 실제로 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국을 결정하는 과정; 및

상기 복수의 기지국들 중 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국을 제외한 적어도 하나 이상의 기지국으로 릴레이 구간의 자원을 할당하는 과정을 포함하는 자원 할당 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국에게 할당하지 않고 남은 릴레이 구간의 자원은 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하는 상기 적어도 하나 이상의 기지국으로 재할당하는 과정을 더 포함하는 자원 할당 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 기지국으로 릴레이 구간의 자원을 할당하는 과정은, 하기 수학식을 만족하는 경우에 이루어짐을 포함하는 자원 할당 방법.

<수학식>

$$\begin{cases} f_x^j = 0, & x = i \\ \max f_x^j = 1, & x \neq i \end{cases}$$

여기서, $f_i^j = R_{i\,(used)}^j / R_i^j$, $0 \le f_i^j \le 1$ 이고,

R_i^j 는 HG가 s_i 에게 할당된 릴레이 구간의 자원을 나타내고,

$R_{i\,(used)}^j$ 는 HG가 s_i 에게 할당된 릴레이 구간의 자원 R_i^j 중에 실제 사용되는 자원을 나타내고,

f_i^j 는 HG가 s_i 에게 할당된 릴레이 구간의 자원 R_i^j 중에 실제 사용되는 자원 $R_{i\,(used)}^j$의 비를 나타낸다.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 수학식을 만족하지 않는 경우, 상기 핸드오버 게이트웨이는 상기 복수의 기지국들 모두에게 릴레이 구간의 자원을 할당하는 과정을 포함하는 자원 할당 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 기지국으로 재할당하는 과정은 다음의 수학식에 따라 이루어짐을 포함하는 자원 할당 방법.

<수학식>

$$R_x^{j'} = \left[\frac{W^{j,i}}{\sum_{i \in H^j} W^{j,i}} \times R_i^j \right], \quad f_x^j = 1 \, (x \neq i)$$

여기서, $W^{j,i} = \sum_{n=1}^{N} I_n^{j,i}$ 이고, $R_x^{j'}$ (subchannels/frame)는 $s_x (x \neq i)$ 가 추가로 할당받는 부채널의 수를 나타내고, R_i^j 는 HG가 s_i 에게 할당된 릴레이 구간의 자원을 나타낸다.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나 이상의 기지국으로 릴레이 구간의 자원을 할당하는 과정은,

상기 복수의 기지국들 중 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국과 상기 핸드오버 게이트웨이간 릴레이 구간의 자원을 제거하는 과정을 더 포함하는 자원 할당 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

이동 단말이 상기 릴레이 구간의 자원이 할당되지 않은 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국으로 핸드오버하는 경우, 상기 제거된 릴레이 구간의 자원을 복원하는 과정을 더 포함하는 자원 할당 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제거된 릴레이 구간의 자원을 복원하는 과정은,

서빙 기지국이 상기 이동 단말로부터 주기적으로 보고 받은 순시적인 SINR(Signal-to-Interference and Noise Ratio) 값을 이용하여 제1 이동 평균값을 연산하고, 상기 서빙 기지국이 상기 단말로부터 주기적으로 보고 받은 순시적인 스캐닝 결과를 이용하여 제2 이동 평균값을 연산하는 과정;

상기 제1 이동 평균값과 상기 제2 이동 평균값을 비교하여 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국과 상기 핸드오버 게이트웨이간 릴레이 구간의 자원을 복원하는 과정을 포함하는 자원 할당 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 이동 평균값이 상기 제2 이동 평균값 보다 큰 경우 상기 서빙 기지국이 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국에 대한 자원 할당 요청 메시지를 상기 핸드오버 게이트웨이에게 전송하는 과정을 더 포함하는 자원 할당 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국과 상기 핸드오버 게이트웨이간 릴레이 구간의 자원을 복원하는 과정 이후에, 상기 서빙 기지국이 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국으로 핸드오버하는 과정을 더 포함하는 자원 할당 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 제1 이동 평균값은 다음의 수학식에 따라 이루어지는 것을 특징으로 하는 자원 할당 방법.

<수학식>

$$S_1(N) = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} SINR_k^{Serving}(nT_1) + \gamma$$

여기서, T_1 과 N 은 각각 MS가 SINR을 측정하는 주기(5 ms)와 moving window size를 나타내고, $SINR_k^{Serving}$ 은 k 번째 MS가 측정한 서빙 기지국의 신호 대 노이즈 간섭 비를 나타내고, β와 γ 는 핸드오버 수행 시의 Hysteresis margin과 핸드오버 이전 단계에서 릴레이 링크의 자원을 할당하기 위한 Hysteresis margin을 나타낸다.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 제2 이동 평균값은 다음의 수학식에 따라 이루어지는 것을 특징으로 하는 자원 할당 방법.

<수학식>

$$S_2(N) = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} SINR_k^{Target}(nT_1)$$

여기서, $SINR_k^{Target}$ 은 k 번째 MS가 측정한 타깃 BS의 신호 대 노이즈 간섭 비를 나타낸다.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 통신 기술에 관한 것으로, 특히 이동 통신 시스템(이하, "셀룰러 시스템"이라 칭함)에서 자원 할당 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] IEEE 802.16e에 따른 셀룰러 시스템에서의 핸드오버(handover) 절차는 먼저, 단말(Mobile Station; MS)이 네트워크 토폴로지(topology)를 획득한 후 셀 선택, 핸드오버 결정 및 초기화, 핸드오버 취소 및 결정, 서빙 기지국(serving BS)과의 서비스 종료, 타깃 기지국(target BS) 스캐닝(scanning), 타깃 BS로의 망 재진입 등의 과정을 통해 수행된다.

[0003] 도 1은 이와 같은 IEEE 802.16e에 따른 셀룰러 시스템에서 BS-initiated 핸드오버 절차를 예시적으로 보여주는 흐름도이다.

[0004] 도 1을 참조하면, BS-initiated 핸드오버 절차는 크게 핸드오버 준비(handover preparation) 단계와 핸드오버 수행(handover action) 단계로 나눌 수 있다.

[0005] 핸드오버 준비 단계는 서빙 BS(S-BS)(110)가 MS(110)에게 MOB_BSHO-REQ 메시지를 전송하는 시점부터 시작된다(S101). MOB_BSHO-REQ 메시지를 통해 서빙 BS(S-BS)(110)는 MS(100)에게 타깃 BS들의 후보들을 알려준다. 이 메시지를 수신한 MS(100)는 타깃 BS들의 후보들에 대해 스캐닝을 수행한 후 그 결과를 서빙 BS(S-BS)(100)에게 MOB_MSHO-RSP 메시지를 통해 보고한다(S102). 서빙 BS(S-BS)(110)는 타깃 BS(130)에게 핸드오버 확인(confirm) 메시지를 전송한 후 MS(100)로부터 보고 받은 결과를 이용하여 MOB_BSHO-RSP 메시지를 통해 MS(100)에게 최종 타깃 BS(T-BS2)(130)를 알려준다(S103, S104).

[0006] 핸드오버 수행 단계에서 MS(100)는 실질적으로 서빙 BS(S-BS)(110)와의 연결을 끊고 새로운 타깃 BS(130)로 재진입하며 이와 같은 과정을 초기 레인징 과정이라 한다. 핸드오버 수행 단계는 MS(100)가 서빙 BS(S-BS)(110)에게 MOB_HO-IND 메시지를 전송하는 시점부터 시작된다(S105). 이 메시지를 통해 MS(100)는 서빙 BS(S-BS)(110)와의 링크 해지 또는 타깃 BS로의 핸드오버 진행 중지를 서빙 BS(S-BS)(110)에게 알린다. 만일 MS(100)가 서빙 BS(S-BS)(110)와의 링크를 해지하고, 타깃 BS(T-BS2)(130)로의 핸드오버가 확정되면 MS(100)는 네트워크 토폴로지 획득 과정에서 획득한 타깃 BS(T-BS2)(130)의 레인징 정보들을 이용하여 Fast_ranging_IE 메시지를 수신하고(S106), RNG-REQ/RSP 메시지들을 통해 네트워크 재진입 과정을 수행한다(S107, S108).

[0007] 도 2는 IEEE 802.16j의 Nontransparent 시나리오에 따른 중계기(Relay Station; RS)를 사용한 셀룰러 시스템에서의 네트워크 토폴로지(topology)를 보여주는 예시도이다.

[0008] 도 2를 참조하면, IEEE 802.16j의 Nontransparent 시나리오에 따른 중계기를 이용한 릴레이 시스템에서는 셀(200) 내에 각 셀(200)을 관장하는 기지국(Base Station; BS)(210)이 있고, 각 셀(200) 내에는 여러 개의 중계기(220)들이 설치된다.

[0009] 각 셀(200) 내에 설치된 복수의 중계기(220)들로 인해 단말(MS)은 수신 신호의 신호 대 간섭비(Signal-to-Interference and Noise Ratio; SINR)에 이득을 얻을 수 있으므로 핸드오버 메시지 및 데이터 수신에 신뢰성을

확보할 수 있다. 그러나 이와 같은 릴레이 시스템 상에서의 핸드오버 과정에서, 인접 중계기(220)들 간의 간섭(interference)으로 인해 수신 신호의 SINR이 열화되어 핸드오버 드롭(drop)이 빈번하게 발생하고 이에 따라 단말의 원활한 통신에 부정적인 영향을 미치고 있다.

[0010] 또한, 서빙 기지국과 통신하는 단말이 타깃 기지국으로 핸드오버 절차를 수행할 경우, 다시 말해 서빙 기지국과 통신하는 단말이 서빙 기지국이 관장하는 중계기를 거치고, 타깃 기지국이 관장하는 중계기를 거친 후 타깃 기지국으로 진입하는 과정(즉, 단말이 서빙 기지국 → 서빙 기지국의 중계기 → 타깃 기지국의 중계기 → 타깃 기지국으로 이동)에서 송수신해야 하는 다양한 핸드오버 메시지들이 오버헤드(overhead)로 작용하고, 이에 따라 중계기가 없는 셀룰러 시스템에 비해 불필요한 핸드오버 수행을 유발하여 시스템 성능을 저하시키는 원인이 되고 있다.

[0011] 따라서 IEEE 802.16j에 따른 셀룰러 시스템에서 빈번한 핸드오버를 미연에 방지하면서 핸드오버 지연 시간을 줄일 수 있는 기술에 대한 요구가 절실한 실정이다. 이와 더불어 셀룰러 시스템에서 기지국과 중계기 간 불필요한 자원 할당을 줄여 빈번한 핸드오버를 미연에 방지하면서 핸드오버 지연 시간을 줄일 수 있는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 불필요한 자원 할당을 제거함으로써 자원 낭비를 방지할 수 있는 이동 통신 시스템에서 자원 할당 방법을 제공한다.

[0013] 또한 본 발명은 기지국들과 핸드오버 게이트웨이간 릴레이 구간의 자원을 효율적으로 운용하는 이동 통신 시스템에서 자원 할당 방법을 제공한다.

[0014] 또한 본 발명은 이동 통신 시스템에서 핸드오버 게이트웨이의 설치 위치와 상기 핸드오버 게이트웨이와 주변 기지국들의 채널 상태에 따라 어느 기지국과 릴레이 링크를 연결하고 자원을 할당하는 지에 대해 핸드오버 성능과 평균 수율 성능을 고려하여 효율적인 네트워크를 제어하는 이동 통신 시스템에서 자원 할당 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 자원 할당 방법은 이동 통신 시스템에서 핸드오버 게이트웨이에서의 자원 할당 방법에 있어서, 하나의 핸드오버 게이트웨이를 공유하는 복수의 기지국들을 결정하는 과정; 상기 결정된 복수의 기지국들의 트래픽에 따라서 실제로 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국을 결정하는 과정; 및 상기 복수의 기지국들 중 상기 핸드오버 게이트웨이를 사용하지 않는 기지국을 제외한 적어도 하나 이상의 기지국으로 릴레이 구간의 자원을 할당하는 과정을 포함한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명은 핸드오버 게이트웨이를 이용하지 않은 기지국에게 자원 할당을 하지 않고, 다른 기지국들에게 재할당함으로써 자원 낭비를 방지할 수 있다.

[0017] 또한 본 발명은 기지국들과 핸드오버 게이트웨이간 릴레이 구간의 자원을 효율적으로 운용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 IEEE 802.16e에 따른 셀룰러 시스템에서 BS-initiated 핸드오버 절차를 예시적으로 보여주는 흐름도,

도 2는 IEEE 802.16j의 Nontransparent 시나리오에 따른 중계기를 사용한 셀룰러 시스템에서의 네트워크 토폴로지를 보여주는 예시도,

도 3은 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템에 따른 네트워크 토폴로지를 보여주는 예시도,

도 4는 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템을 지원하기 위한 프레임 구조를 보여주는 예시도,

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 핸드오버 게이트웨이를 이용한 핸드오버 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도,

도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 서빙 핸드오버 게이트웨이를 결정하는 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도,

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 핸드오버 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도,

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 모의 실험을 위한 단말의 이동 경로를 나타내는 도면,

도 9 내지 도 12는 도 8에 도시된 단말의 이동 경로에 따른 핸드오버 단절 시간과 핸드오버 실패율 성능을 보여주는 그래프,

도 13은 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템과 IEEE 802.16e 및 IEEE 802.16j 시스템의 하향 링크 평균 수율 성능을 비교하는 그래프,

도 14는 상향 링크의 평균 수율 성능을 각 기지국이 OH zone으로 할당한 서브 채널의 수에 따라 비교한 그래프,

도 15는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 핸드오버 게이트웨이가 주변 기지국들을 초기 선정을 통해 할당된 릴레이 자원을 load balancing을 위하여 제거하는 흐름도,

도 16은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 핸드오버 게이트웨이가 load balancing을 위해 BS와의 자원을 제거한 이후에 핸드오버하는 단말을 위해 릴레이 자원을 재할당하는 흐름도,

도 17은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 핸드오버 게이트웨이가 load balancing을 위해 BS와의 자원을 제거한 기지국이 단말이 핸드오버하려는 타깃 기지국인 경우의 예시도,

도 18은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 핸드오버 게이트웨이가 load balancing을 위해 BS와의 자원을 제거한 기지국이 단말이 서비스중인 서빙 기지국인 경우의 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명은 IEEE 802.16j에 따른 셀룰러 시스템에서의 빈번한 핸드오버를 미연에 방지하고, 핸드오버 지연 시간을 줄이기 위해 새로운 형태의 중계기(RS)인 핸드오버 게이트웨이(Handover Gateway; HG)를 이용한 핸드오버 방법을 제안한다. IEEE 802.16j에 따른 셀룰러 시스템에서는 하나의 BS가 자신의 셀 커버리지(coverage) 영역 내에 설치된 다수 개의 RS들을 관리하지만, 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템에서는 하나의 핸드오버 게이트웨이(HG)가 복수의 BS들을 관리한다. 이러한 특성을 통해 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템은 IEEE 802.16e 시스템과 비교하여 셀 커버리지가 확장될 뿐만 아니라 IEEE 802.16j 시스템과 비교하여 간섭원의 수가 줄어든다는 장점이 있다.

[0020] 전술한 일반적인 설명 및 다음의 본 발명의 상세한 설명 모두 예시적이라는 것이 이해되어야 하며, 청구된 발명의 부가적인 설명이 제공되는 것으로 여겨져야 한다. 참조 부호들이 본 발명의 바람직한 실시예들에 상세히 표시되어 있으며, 그것의 예들이 참조 도면들에 표시되어 있다. 가능한 모든 경우에 대해, 동일한 참조 번호들이 동일한 또는 유사한 부분을 참조하기 위해서 설명 및 도면들에 사용된다. 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있도록 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다.

[0021] 도 3은 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템에 따른 네트워크 토폴로지를 보여주는 예시도이다.

[0022] 도 3을 참조하면, 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템은 셀(300)들의 경계에 복수의 핸드오버 게이트웨이(Handover Gateway; HG)(320)들이 설치되고, 복수의 기지국(BS)(310)들이 하나의 HG(320)를 공유한다. 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템은 BS(310)들이 공유하는 HG(320)를 통해 단말(MS)(미도시)이 수신하는 신호 또는 메시지의 신뢰도를 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, MS가 HG(320)을 인식하지 못하도록 함으로써 불필요한 핸드오버를 방지할 수 있다.

[0023] 도 4는 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템을 지원하기 위한 프레임 구조를 보여주는 예시도이다.

[0024] 상기 프레임 구조는 OFDMA/TDD 방식을 따른다.

[0025] 도 4를 참조하면, 각 프레임은 하향 링크(Down Link)와 상향 링크(Up Link)로 분할된다. 그리고 각 링크는 MS가 BS 또는 HG와 직접 통신하기 위한 액세스 구간(access zone)과 BS와 HG 간의 링크를 제공하기 위한 릴레이 구간

(relay zone)으로 분할된다. 이때 액세스 구간과 릴레이 구간의 비율은 셀 내에서 트래픽(traffic) 분포에 따라 가변적으로 설정할 수 있으며, 이때 자원 효율성을 위해서는 적절한 부하 관리(load balancing)가 요구된다.

[0026] 또한 본 발명의 프레임 구조에서 하향 링크는 IEEE 802.16j의 transparent RS 모드를 지원하기 위한 프레임 구조와 같이 RS가 MS에게 프레임 동기와 셀 탐색을 위한 프리앰블과 사용자별 자원 할당 정보를 알려주는 맵(MAP)을 전송하지 않는다. 따라서 모든 MS들은 자신의 서빙 BS로부터 프리앰블과 맵을 수신한다. 즉, BS 및 HG로부터 서비스를 받는 모든 MS들은 자신의 서빙 BS로부터 프레임 동기 및 자원 할당 정보를 획득하고, 데이터 버스트(data burst)는 서빙 BS 또는 HG로부터 수신한다.

[0027] 한편, BS와 HG 간의 통신을 위한 릴레이 구간은 HG를 공유하는 BS들끼리 서로 직교해서 사용하도록 자원을 할당한다. 주파수 재사용을 극대화하기 위해 릴레이 구간을 제외한 모든 액세스 구간에서 각 BS와 HG는 링크 간 중첩을 통해 동일한 부채널을 사용한다.

[0028] HG는 프리앰블을 방송하지 않기 때문에 MS는 HG의 존재를 알 수 없다. 이로 인해 MS가 어떤 시점에, 어떤 HG로부터 서비스를 받아야 할지 결정하는 것은 불가능하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 HG가 MS의 상향 링크 신호를 엿들을(overhearing: OH) 수 있는 특별한 자원 영역(이하 "OH zone"이라 칭함)을 상향 링크 액세스 구간의 일부에 설정하고, OH zone을 통해 MS가 자신의 서빙 BS에게 보고하는 CQI(Channel Quality Indicator) 또는 자신의 데이터 버스트를 HG가 엿들을 수 있도록 한다.

[0029] OH zone은 서빙 BS가 할당하는데, 주기적 또는 이벤트 트리거(event trigger) 방식에 따라 할당될 수 있다. 그러나 전자의 경우 주기적으로 액세스 구간의 자원을 OH zone을 위해 사용해야 하므로 수율의 감소를 초래할 수 있다. 따라서 이벤트 트리거 방식에 의해 OH zone이 할당되도록 하는 것이 바람직하다. 이벤트 트리거 방식에 의하는 경우 MS가 서빙 BS에게 보고한 CQI 값이 특정 임계값 이하로 떨어질 경우 OH zone이 할당된다. OH zone이 할당되면 서빙 BS는 해당 MS에게 미리 정의된 OH zone을 이용하여 데이터 또는 제어 정보를 상향링크로 전송하도록 지시한다.

[0030] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 핸드오버 게이트웨이를 이용한 핸드오버 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0031] 도 5에서는 설명의 편의를 위해 MS는 서빙 BS(BS1) 영역으로부터 HG를 거쳐 타깃 BS(BS2) 영역으로 이동한다고 가정한다. 그리고 도 5는 도 3과 같이, 3 개의 고정된 기지국이 존재한다고 가정한다. 도 5를 참조하면, 단계 S501에서 MS는 서빙 BS(BS1)의 영역 내에 위치하고, 서빙 BS(BS1)는 도 4의 하향 링크 및 상향 링크의 액세스 구간을 통해 MS를 서비스한다.

[0032] 이후 MS가 BS1 영역에서 HG 영역으로 이동하는 경우(즉, BS1과 통신하는 MS가 셀 경계로 이동하는 경우), 셀 경계 수율의 증대 및 서비스 불능 성능을 향상시키기 위해 인접 HG로부터 서비스를 받아야 한다. 그러나 MS는 HG의 존재를 알 수 없기 때문에 도 4에서 설명한 OH zone을 통해 MS의 서빙 HG를 결정한다(S502). MS의 서빙 HG를 결정하는 절차는 다음과 같다.

[0033] 도 6은 본 발명의 핸드오버 방법에 따른 서빙 HG를 결정하는 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도이다.

[0034] 도 6을 참조하면, 먼저 MS(600)은 서빙 BS(BS1)(610)로 CQI를 보고한다(S601). 서빙 BS(BS1)(610)는 CQI를 통해 MS(600)들의 CQI를 측정한다(S602).

[0035] 서빙 BS(BS1)(610)는 CQI를 통해 MS(600)가 보고한 SINR 값이 특정 임계값(C1) 이하인가를 판단한다(S603).

[0036] 만약 MS(600)가 CQI를 통해 보고한 SINR 값이 특정 임계값(C1) 이상인 경우 서빙 BS(BS1)(610)는 S602로 귀환한다. 그러나 CQI를 통해 MS(600)가 보고한 SINR 값이 특정 임계값(C1) 미만인 경우 서빙 BS(BS1)(610)는 해당 MS가 상향 링크 액세스 구간으로 전송하도록 OH zone을 할당한다(S604). 이와 동시에 서빙 BS(BS1)(610)는 HG들에게 이 영역을 엿듣도록 릴레이 구간을 통해 지시한다(미도시).

[0037] 이후, 서빙 BS(BS1)(610)는 MS(600)으로 상향 링크 재할당(UL reallocation)을 요청한다(S605). 그러면 MS(600)은 서빙 BS(BS1)(610)로 CQI를 보고한다(S606). 그리고, 서빙 BS(BS1)로부터 지시를 받은 HG들(620, 630)은 OH zone으로 송신되는 MS의 CQI 또는 data burst를 엿들은 후 RSS(Received Signal Strength)를 측정하고, 측정한 RSS 값을 서빙 BS(BS1)(610)에게 보고한다(S607). 서빙 BS(BS1)(610)는 HG들(620, 630)로부터 보고된 RSS 값들을 바탕으로 다음의 <수학식 1>을 만족하는 HG를 결정한다(S608). 만약 단계 S608를 만족하지 않는 경우, 서빙 BS(BS1)(610)은 단계 S608로 귀환한다.

수학식 1

[0038] $$\max(RSS_k^1(t), RSS_k^2(t), \cdots) > RSS_{th}$$

[0039] 여기서, $RSS_k^M(t)$ 은 M 번째 HG가 수신한 k 번째 MS의 순시적인(instantaneous) RSS 값을 나타내고, RSS_{th} 는 미리 정의된 RSS의 최저 임계값을 나타낸다.

[0040] 서빙 BS(BS1)(610)는 상기 <수학식 1>을 통해 결정된 HG(HG1)(620)에게 OH zone으로 송신한 MS의 정보(CID, CQI 등)를 알려줌과 동시에 HG(HG1)(620)에게 MS를 위한 자원 할당을 요청한다(S609). HG(HG1)(620)는 HG scheduling response 메시지를 통해 MS가 자신으로부터 서비스받을 수 있는 자원 영역을 서빙 BS(BS1)(610)에게 알려준다(S610). 서빙 BS(BS1)(610)는 수신한 HG scheduling response 메시지를 바탕으로 MS(600)에게 MS(600)가 송신 또는 수신할 자원 영역을 알려준다(S611). MS(600)는 서빙 BS(BS1)(610)로부터의 상향 링크 및/또는 하향 링크 자원 할당 정보를 이용하여 HG(HG1)(620)와 데이터 및 제어 정보의 송수신을 시작한다(S612).

[0041] 다시 도 5를 참조하면, 단계 S503에서 MS는 HG 영역 내에 위치하며, HG와 데이터 또는 제어 정보를 송수신한다. 그러나 이 경우에도 MS는 서빙 BS(BS1)로부터 프리앰블(preamble)과 맵(MAP)을 수신해야 한다. 즉, MS는 프레임 동기 및 맵을 서빙 BS(BS1)로부터 수신하기 때문에 HG 서비스 영역 내에서 핸드오버가 수행되었음을 인지하지 못한다. 따라서 이는 서빙 BS(BS1)와 HG 간의 가상적인 핸드오버(virtual handover)로 볼 수 있다. 만일 셀 경계를 확장하기 위해 HG 서비스 영역에 HG를 대체하는 추가적인 BS 또는 non-transparent RS가 설치될 경우, 단계 S503에서 MS는 핸드오버를 인지하게 되어 빈번한 핸드오버가 발생하게 된다. 반면에 본 발명은 HG를 통해 서빙 BS의 셀 경계를 확보하는 한편, 셀 경계에서의 빈번한 핸드오버의 발생을 방지할 수 있다.

[0042] 이후 단계 S504에서 MS는 HG 영역 내에서 타깃 BS로 핸드오버를 한다. 상술한 바와 같이 단계 S503에서 MS는 BS1의 서비스 영역에서 HG의 서비스 영역으로 이동하여 SINR이 향상되므로 좋은 품질의 링크 상태를 보장받게 된다. 그러나 HG 영역 내의 MS가 서빙 BS(BS1)로부터 점점 멀어질수록 서빙 BS(BS1)로부터 프리앰블과 맵 수신이 어려워지고, 이에 따라 MS는 새로운 BS로 핸드오버해야 한다. 즉, 단계 S504에서 MS가 새로운 프리앰블과 맵 정보를 수신할 타깃 BS를 결정하게 된다. 단계 S504에서의 핸드오버 절차는 도 7을 참조하여 설명하기로 한다.

[0043] 도 7은 본 발명에 따른 핸드오버 방법을 예시적으로 보여주는 흐름도이다.

[0044] 도 7을 참조하면, MS(700)는 서빙 BS(BS1)(710)에게 주기적으로 순시적인 SINR 값을 보고하고, 서빙 BS(BS1)(710)는 MS(700)로부터 보고 받은 순시적인 SINR 값을 이용하여 하기 <수학식 2>와 같이 이동 평균(moving average) 연산을 수행한다.(S701)

수학식 2

[0045] $$S_1(N) = \frac{\sum_{n=1}^{N} SINR_k^{Serving}(nT_1)}{N} + \beta$$

[0046] 여기서 T1과 N은 MS가 SINR을 측정하는 주기(일례로 5ms)와 무빙 윈도우(moving window) 크기를 나타내고, $SINR_k^{Serving}$ 은 k 번째 MS가 측정한 서빙 BS(BS1)의 신호 대 노이즈 간섭 비를 의미하며, β는 Hysteresis margin을 나타낸다.

[0047] 또한 MS(700)는 타깃 BS(730, 740)로의 핸드오버를 위해서 서빙 BS(BS1)(710)가 아닌 주변 BS들을 주기적으로

스캐닝하고, HG1(720)를 통해 스캐닝 결과를 서빙 BS(BS1)(710)에 보고한다. 서빙 BS(BS1)(710)는 MS(700)로부터 보고 받은 순시적인 스캐닝 결과를 바탕으로 하기 <수학식 3>과 같이 이동 평균(moving average) 연산을 수행한다(S701).

수학식 3

[0048]
$$S_2(N)=\frac{\sum_{n=1}^{N} SINR_k^{Target}(nT_1)}{N}$$

[0049] 여기서 T1과 N은 MS가 SINR을 측정하는 주기(일례로 5ms)와 무빙 윈도우(moving window) 크기를 나타내고, $SINR_k^{Target}$ 은 k 번째 MS가 측정한 타깃 BS의 신호 대 노이즈 간섭 비를 의미한다.

[0050] 서빙 BS(BS1)(710)는 상기 <수학식 2>와 <수학식 3>을 비교하여 다음 조건을 만족하는 MS에 대해 타깃 BS로 핸드오버를 결정한다(S701).

수학식 4

[0051]
$$S_1(N+l)\le S_2(N+l),\quad l=1,2,3,\cdots,L$$

[0052] 여기서 N은 무빙 윈도우(moving window) 크기를 나타내고, L은 dwell time을 의미하며 상기 <수학식 2>와 <수학식 3>의 이동 평균(moving average) 연산과 함께 MS의 핑퐁(ping-pong) 현상을 방지하기 위한 파라미터이다.

[0053] 상기 <수학식 4>를 통해 핸드오버가 결정되면, 서빙 BS(BS1)(710)는 HG1(720)를 통해 MS를 위한 대역과 QoS 등을 타깃 BS와 협상한다(S702 내지 S704). 이 과정에서 HG1(720)는 각 BS로부터 사용 가능한 레인징 코드들의 집합을 업데이트하고 핸드오버 시 MS(700)에게 할당한다. 이와 같은 HG1(720)의 기능을 통해 MS(700)는 타깃 BS와 초기 레인징을 경쟁 없이 수행할 수 있으므로 핸드오버 지연 시간을 줄일 수 있다. 또한, 종래의 셀룰러 시스템에서는 서빙 BS와 타깃 BS가 협상을 위한 메시지들(HO-pre-notification 및 HO-pre-notification response)을 백본 망을 통해 유선으로 주고받는다. 그러나 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템에서는 이러한 서빙 BS와 타깃 BS가 협상을 위한 메시지들이 HG1(720)를 통해 무선으로 중계된다.

[0054] 한편, 본 발명의 핸드오버 방법은 BS-initiated 방식을 따르므로, MS의 핸드오버가 결정되면, 서빙 BS(BS1)(710)는 HG1(720)로 HO-command 메시지를 전송하고(S705), HG1(720)는 MS(700)에게 이를 중계한다(S706). MS(700)는 HG1(720)로부터 수신한 HO-command 메시지로부터 타깃 BS(BS2)(730)에 대한 정보(예컨대, 타깃 BSID, 레인징 코드 등)를 알 수 있다. 또한 HG1(720)는 타깃 BS(BS2)(730)에게 HO-notification-confirm 메시지를 전송한다(S707). MS(700)는 자신이 수신한 HO-command 메시지에 대한 ACK(acknowledgement)을 HG1(720)로 전송하고(S708), HG1(720)는 이를 서빙 BS(BS1)(710)에게 중계한다(S709). 마지막으로 MS(700)는 HG1(720)를 통해 타깃 BS(BS2)(730)와 RNG(Ranging)-REQ, RNG-RSP 메시지들을 주고받는다(S710 내지 S713).

[0055] 도 1의 IEEE 802.16e 시스템에서 핸드오버 단절 시간은 모든 메시지가 오류 없이 전송되었다고 가정할 때 15 프레임이 소요된다. 반면에 도 7에 도시된 본 발명의 핸드오버 방법에서는 메시지들이 HG1(720)를 경유해야 하므로 도 1에 도시된 IEEE 802.16e 시스템보다 6 프레임이 더 소모되어 핸드오버 지연 시간이 증가하는 것처럼 보인다. 그러나 종래의 셀룰러 시스템에서의 핸드오버가 셀 경계 또는 RS와 RS의 경계에서 이루어지는 것과 달리, 본 발명의 핸드오버 방식에서는 실제 핸드오버가 HG들의 주변에서 이루어지므로 핸드오버 실패율이 줄어들게 된다. 이는 본 발명에 따른 핸드오버 게이트웨이 시스템이 종래의 셀룰러 시스템에 비해 상대적으로 안정적인 링크 상태를 보장할 가능성이 높기 때문이다. 따라서 전체적인 핸드오버 성능을 고려할 경우, 본 발명에 따른 핸드오버 게이트웨이 시스템이 종래의 셀룰러 시스템에 비해 좋은 성능을 보일 수 있다.

[0056] 다시 도 5를 참조하면, MS가 HG 영역에서 BS2 영역으로 이동하면 단계 S504를 통해 BS1에서 BS2로 실제 핸드오버를 하더라도 HG 영역 내에 존재하는 MS는 HG로부터 지속적으로 데이터를 수신할 수 있다. 따라서 단계 S505에

서 MS는 HG 영역에서 BS2 영역으로 가상적인 핸드오버를 한다. 이때 서빙 BS(BS2)는 MS의 상향 링크 전송을 위해 OH zone을 할당한다. MS는 할당받은 OH zone에서 HG로 상향 링크 전송을 수행하고, 서빙 BS(BS2)는 이를 엿듣는다. 이러한 과정은 단계 S502에서의 절차와 유사하며 엿듣는(overhearing) 주체가 HG에서 서빙 BS(BS2)로 전환된다. 그러나 서빙 BS(BS2)가 이미 HG를 통해 서비스 받는 MS의 존재를 알고 있으므로 도 6의 HG scheduling request/response 메시지를 주고받을 필요는 없다.

[0057] 이후, MS는 BS2 영역에 존재하고, 단계 S501과 동일하게 서빙 BS(BS2)는 하향 링크 및 상향 링크 액세스 구간을 통해 MS를 서비스한다(S506).

[0058] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 모의 실험을 위한 단말의 이동 경로를 나타내는 도면이고, 도 9 내지 도 12는 도 8에 도시된 단말의 이동 경로에 따른 핸드오버 단절 시간과 핸드오버 실패율 성능을 보여주는 그래프이다.

[0059] 도 9 및 도 10은 도 8에서 단말이 ①의 경로를 따라 이동하는 경우에 IEEE 802.16e 시스템과 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템의 핸드오버 단절 시간 성능과 핸드 오버 실패율 성능을 각각 비교한다. 도 9 및 도 10을 참조하면, 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템이 IEEE 802.16e 시스템보다 핸드오버 단절 시간이 감소하고, 특히 핸드오버 실패율이 현저하게 낮음을 알 수 있다.

[0060] 도 11 및 도 12는 도 8에서 단말이 ②의 경로를 따라 이동하는 경우에 IEEE 802.16e 시스템과 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템의 핸드오버 단절 시간 성능과 핸드 오버 실패율 성능을 각각 비교한다. 도 11 및 도 12를 참조하면, 도 8에서 단말이 ②의 경로를 따라 이동하는 경우에 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템과 IEEE 802.16e 시스템 모두 핸드오버 단절 시간 성능은 큰 차이가 없으나, 핸드오버 게이트웨이의 전력이 10W 일 때 핸드오버 실패율은 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템이 IEEE 802.16e 시스템보다 감소함을 알 수 있다.

[0061] 도 13은 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템과 IEEE 802.16e 및 IEEE 802.16j 시스템의 하향 링크 평균 수율 성능을 비교하는 그래프이고, 도 14는 상향 링크의 평균 수율 성능을 각 기지국이 overhearing zone(OH zone)으로 할당한 서브 채널의 수에 따라 비교한 그래프이다. 도 13 및 도 14를 참조하면, 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템(HGS)은 IEEE 802.16e 시스템보다 우수하고, IEEE 802.16j 시스템과 유사한 수준의 평균 수율 성능을 보여준다. 다만 상향 링크의 경우에 도 14에서 알 수 있는 바와 같이 OH zone으로 할당한 서브 채널의 수가 증가함에 따라 상향 링크의 평균 수율 성능이 저하됨을 알 수 있다.

[0062] 이상의 본 발명의 핸드오버 게이트웨이 시스템 및 이를 이용한 핸드오버 방법에 따르면 핸드오버 실패율과 핸드오버 지연 시간을 최소화할 수 있을 뿐만 아니라 핸드오버 수행 횟수를 최소화할 수 있다.

[0063] 도 15는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 초기에 할당된 자원을 제거하는 흐름도를 나타낸다. 다시 말해서, 도 15는 핸드오버 게이트웨이가 주변 기지국들을 초기 선정을 통해 할당된 릴레이 자원을 load balancing을 위하여 제거하는 흐름도를 나타낸다.

[0064] 본 발명의 다른 실시 예에서는 셀룰러 시스템에서 HG의 설치 위치와 HG와 주변 BS들의 채널 상태에 따라 어느 BS와 릴레이 링크를 연결하고 자원을 할당하는 지에 대해 핸드오버 성능과 평균 수율 성능을 고려하여 효율적인 네트워크를 제어 기법을 제안한다. 즉, 본 발명의 다른 실시 예에서는 셀룰러 시스템에서 HG의 설치 위치와 HG와 주변 BS들의 채널 상태에 따라 플렉서블(flexible)하게 BS와 릴레이 링크를 연결하고 자원을 할당하도록 한다. 이를 위해서 HG는 자신과 공유하고 있는 기지국의 개수를 결정하고, 결정된 기지국의 트래픽 상태를 파악한 후, 자신과 공유하고는 있지만, 자신을 사용하지 않는 기지국에 대해서는 자원 할당을 하지 않음으로써 불필요한 자원 낭비를 방지할 수 있다.

[0065] HG가 처음 셀룰러 시스템에 설치 될 때 MS들이 HG의 존재를 알 수 없기 때문에 주변 BS들의 정보 이외에는 직접적으로 MS의 위치 정보와 분포 및 트래픽 양 등의 정보를 제공 받을 수 없다. 또한 HG는 많은 BS를 통해 MS들의 정보를 수집하여도 순시적으로 위치가 변하는 MS들을 위한 서비스가 불가능하다. 결국, HG는 주변 BS들로부터 측정된 프리앰블 RSS를 측정하여 RSS가 우세한 BS들을 선택하여 릴레이 링크를 연결한다.

[0066] 이를 위해서 서빙 BS는 초기화 동작을 수행한다(S1501). 초기화 동작은 초기 BS들을 선택하는 동작으로 다음과 같다.

[0067] 먼저, 셀룰러 시스템에서 L개의 BS의 집합을 $B = \{b_i \mid i = 0,1,\cdots,L-1\}$ 로 정의하고, 초기 설치된 j 번째 HG인

h_j 가 측정한 i 번째 BS의 RSS를 RSS_k^j 와 같이 정의하면, h_j 가 측정한 L 개의 모든 BS의 전력의 합은 하기 <수학식 5>와 같다.

수학식 5

$$P^j = \sum_{k=0}^{L-1} RSS_k^j$$

[0068]

[0069] 여기서 RSS^j 를 수신 전력의 크기 순으로 나열한 BS의 집합 S_i 는 하기 <수학식 6>과 같다.

수학식 6

$$S^j = \{ s_i \mid i = 0,1,\cdots,L-1 \}, \text{ where } RSS_{S_k}^j \geq RSS_{S_l}^j, \; k \leq l$$

[0070]

[0071] 결국 j 번째 HG는 집합 S_i 에서 하기 <수학식 7>의 조건을 만족하는 BS들을 선택하여 릴레이 구간을 통해 링크를 연결한다.

수학식 7

$$H^j = \{ s_i \mid 0 \leq i \leq N \}, \text{ where } N = \arg\min_K \left| \alpha P^j - \sum_{k=0}^{K} RSS_{s_k}^j \right|, \; 0 < \alpha < 1$$

[0072]

[0073] 여기서 α는 HG가 N-way connection이 가능한 BS들을 선택하는 상수이다. α 값이 커지면 HG는 가능한 많은 BS들과 링크를 연결하게 되고, 반대로 α값이 작아지면 HG는 최소한의 BS들과 링크를 연결하여 최종적으로 RS처럼 동작할 수 있다. 결국, 상기 <수학식 7>의 조건은 BS들의 RSS의 절대적인 값뿐만 아니라 상대적인 RSS의 비율을 함께 고려하기 때문에 효율적으로 초기 BS들을 선택할 수 있다.

[0074] HG는 단계 S1501과 같이 초기 BS 선택 알고리즘을 통해 셀룰러 망에 설치되면, 주변 BS들과 N-way connection을 수행한다. N 개의 릴레이 링크가 연결된 HG는 릴레이 구간 자원을 N 개로 시분할 또는 주파수 분할하여 일정한 수의 부채널을 할당한다(S1503). 즉, h_j 의 릴레이 구간의 전체 자원을 R_{Total}^j 라고 정의하면 h_j 를 공유하는 i 번째 BS인 S_i 에게 할당하는 릴레이 구간의 자원 R_i^j (subchannels/frame)는 다음과 같다.

수학식 8

$$R_i^j = R_{Total}^j / N$$

[0075]

[0076] 여기서, R_i^j 는 h_j 를 공유하는 i 번째 BS인 s_i 에게 할당하는 릴레이 구간의 자원을 나타내고, R_{Total}^j 은 h_j 의 릴레이 구간의 전체 자원을 나타내고, N은 공유하는 기지국의 수를 나타낸다.

[0077] 또한 HG가 s_i 에게 할당된 릴레이 구간의 자원 R_i^j 중에 실제 사용되는 자원 $R_{i\,(used)}^j$의 비를 하기 <수학식 9>와 같이 loading factor(f_i^j)로 정의한다(S1505).

수학식 9

$$f_i^j = R_{i\,(used)}^j / R_i^j, \quad 0 \le f_i^j \le 1$$

[0078]

수학식 10

$$\begin{cases} f_x^j = 0, & x = i \\ \max f_x^j = 1, & x \neq i \end{cases}$$

[0079]

[0080] S1505에서 는 상기 <수학식 9>와 <수학식 10>을 만족하는 경우에는 s_i 의 R_i^j 을 할당하지 않고 제거하며, 즉, S1507로 귀환하여 적응적인 대역폭 재할당을 수행한다. 그러나 만약 상기 <수학식 9>와 <수학식 10>의 조건을 만족하지 않는 경우에는 기존의 릴레이 구간의 자원을 유지한다. 즉, 상기 <수학식 9>와 <수학식 10>의 조건을 만족하지 않는 경우에는 단계 S1503으로 귀환한다.

[0081] 상기 <수학식 10>을 통해서 h_j 가 R_i^j 을 할당하였으나 전혀 사용되지 않고, HG와 연결된 BS들 중에 최소 한 하나의 BS만이라도 릴레이 자원이 full load이면 h_j 는 R_i^j 을 할당하지 않는다. 결국 할당되지 않은

R_i^j 는 자원의 효율적인 사용을 위해서 HG를 공유하는 다른 BS들에게 재할당된다(S1507).

[0082] 남는 R_i^j 의 재할당을 위해서 전체 N개의 MS를 원소로 하는 집합을 U 라 정의하여 각각의 원소를 u_n 로 나타낸다. 또한 s_i 의 프리앰블과 맵 정보를 수신하고, h_j 에게 데이터 버스트를 수신하는 MS를 $u_k^{j,i}$ 로 정의한다. 이때 s_i 에서 h_j 를 거쳐 각각의 $u_k^{j,i}$ 에게 전송되는 트래픽 양을 $l_k^{j,i}$ (bits/frame)로 정의한다. 따라서 j 번째 HG에게 서비스 받는 전체 MS들의 수율 $W^{j,i}$ 은 다음과 같이 정의된다.

수학식 11

[0083]
$$W^{j,i} = \sum_{n=1}^{N} l_n^{j,i}$$

[0084] 한편, R_i^j 는 다음 조건에 의해 $s_x(x \neq i)$ 에게 나누어 분배된다.

수학식 12

[0085]
$$R_x^{j'} = \left[\frac{W^{j,i}}{\sum_{i \in H^j} W^{j,i}} \times R_i^j \right], \quad f_x^j = 1 \ (x \neq i)$$

[0086] 여기서 $R_x^{j'}$ (subchannels/frame)는 $s_x(x \neq i)$ 가 추가로 할당받는 부채널의 수이다. 또한 HG를 공유하는 BS들은 설치 시 할당된 부채널을 우선하여 할당하고, $R_x^{j'}$ 와 같이 추가적인 부채널은 이후에 할당하도록 하여 각 BS에게 설치 시 정해진 릴레이 자원 영역을 고정하도록 한다.

[0087] HG는 초기 BS 선택 알고리즘을 통해 셀룰러 망에 설치되어 주변 BS들과 N-way connection을 수행한다. 또한 릴레이 자원의 load에 따라 사용하지 않는 릴레이 자원이 발생하면 이를 다른 BS들에게 추가적으로 나누어 할당한다. 그러나 BS와 HG의 해지된 릴레이 자원으로 인해 특정 MS가 HG를 이용하여 핸드오버 할 수 없는 경우가 발생한다.

[0088] 도 16은 핸드오버 게이트웨이가 load balancing을 위해 BS와의 자원을 제거한 이후에 핸드오버하는 단말을 위해 릴레이 자원을 재할당하는 흐름도를 나타낸 것이다. 도 16은 도 17과 도 18을 이용하여 설명한다.

[0089] 도 17은 핸드오버 게이트웨이가 load balancing을 위해 BS와의 자원을 제거한 기지국이 단말이 핸드오버 하려는 타깃 기지국인 경우의 예시도이고, 도 18은 핸드오버 게이트웨이가 load balancing을 위해 BS와의 자원을 제거한 기지국이 단말이 서비스중인 서빙 기지국인 경우의 예시도이다.도 17 및 도 18은 4개의 셀 구조를 가정하고, BS1~4를 공유하는 HG4(1701)가 BS4(1703)의 릴레이자원을 제거하여 MS1(1705)가 핸드오버 할 수 없는 모델을 나타낸다. 도 17은 MS1(1705)이 BS2(1707)에게 종속되어 있는 HG4(1701)에서 BS3(1709)으로 핸드오버를 시도한다. 이때 BS3(1709)은 HG4(1701)의 릴레이 링크를 제거하였기 때문에 MS1(1705)이 BS3(1709)으로 이동하면 HG4(1701)를 이용하여 핸드오버 준비 및 수행 단계를 진행할 수 없다. 또한 도 18에서 BS3(1801)은 더 이상 HG4(1803)를 공유하지 않기 때문에 MS2(1805)가 BS2(1807)로 이동하면, IEEE 802.16e 시스템 기반의 핸드오버를 해야 한다. 결국, 도 17 및 도 18에서 BS3(1801)과 HG4(1803)의 릴레이 링크가 제거되면, 복수의 HG의 핸드오버 성능 이득을 얻을 수 없기 때문에 HG4(1803)는 핸드오버 하는 MS를 위해 릴레이 링크를 복원해야 한다.

[0090] 핸드오버하는 MS를 위해 릴레이 링크를 복원하기 위해서 도 16의 S1601에서 $S_1(N)$ 과 $S_2(N)$ 를 계산한다. $S_1(N)$ 는 하기 <수학식 13>에 의해서 계산하고, $S_2(N)$ 는 <수학식 14>에 의해서 계산한다.

[0091] 도 17과 도 18처럼 MS가 HG와 릴레이 자원이 할당되지 않은 BS들로 핸드오버 하는 경우 또는 역과정의 경우, 릴레이 자원을 재할당하기 위해 핸드오버 트리거 이전에 하기 <수학식 13>의 조건을 확인한다.

수학식 13

[0092]
$$S_1(N) = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} SINR_k^{Serving}(nT_1) + \gamma \qquad 0 < \gamma < \beta$$

[0093] 여기서, T1과 N은 각각 MS가 SINR을 측정하는 주기(5ms)와 moving window size를 나타낸다.

[0094] 한편, $SINR_k^{Serving}$ 은 k 번째 MS가 측정한 서빙 BS의 신호 대 노이즈 간섭 비를 의미하며 β와 γ 는 핸드오버 수행 시의 Hysteresis margin과 핸드오버 이전 단계에서 릴레이 링크의 자원을 할당하기 위한 Hysteresis margin을 나타낸다.

[0095] 또한 MS는 타깃 BS로의 핸드오버를 위해서 서빙 BS가 아닌 주변 BS들을 주기적으로 스캐닝하고 HS를 통해 스캐닝 결과를 보고한다. 서빙 BS는 MS로부터 보고 받은 순시적인 스캐닝 결과를 바탕으로 하기 <수학식 14>와 같이 moving average 연산을 수행한다.

수학식 14

[0096]
$$S_2(N) = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} SINR_k^{Target}(nT_1)$$

[0097] 여기서 $SINR_k^{Target}$ 은 k 번째 MS가 측정한 타깃 MS의 신호 대 노이즈 간섭 비를 의미한다.

[0098] 서빙 BS는 단계 S1603에서 계산된 $S_1(N)$ 과 $S_2(N)$ 를 비교하고, 단계 S1605에서 L 번 연속해서 새로운 BS의 평균값($S_1(N)$)이 서빙 BS의 평균값($S_2(N)$)보다 작거나 같은지를 판단한다. 판단 결과, $S_1(N)$ 이 $S_2(N)$ 보다 작거나 같은 경우 서빙 BS는 단계 S1601로 귀환한다. 그러나 $S_1(N)$ 이 $S_2(N)$ 보다 큰 경우 서빙 BS는 다음과 같은 절차를 수행한다 (S1607).

[0099] 도 17처럼 타깃 BS와 HG의 릴레이 링크 복원이 필요한 경우, 서빙 BS가 타깃 BS를 위한 릴레이 링크의 자원을 HG에게 요청 메시지를 전송한다. 이때, HG는 자원할당이 중단되었던 BS3에게 재할당되는 시점(Timer), 할당된 부채널(allocated subchannel), 할당 구간(allocation interval) 등, 타깃 BS의 자원 할당 메시지를 BS2(1707)에게 전송한다. BS2(1707)는 BS3(1709)이 HG와 링크를 복원하도록 백본망을 이용하여 메시지를 전달한다. BS3(1709)은 자원 할당 메시지에 따라 HG의 릴레이 링크를 복원한다. 이처럼 릴레이 링크가 복원되면 MS는 핸드오버 프로토콜을 거쳐 즉시 핸드오버를 수행한다.

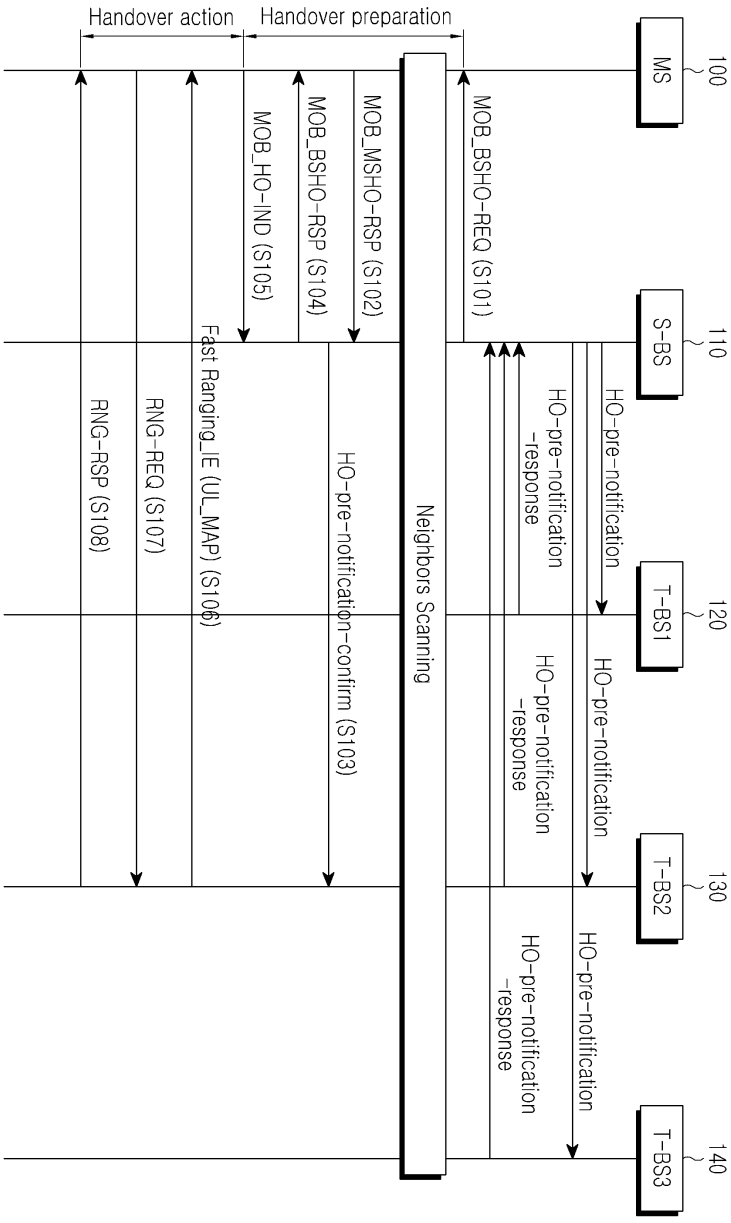
[0100] 이와는 달리 도 18처럼 서빙 BS와 HG의 릴레이 링크 복원이 필요한 경우, 서빙 BS는 타깃 BS(BS2)도 또한 릴레이 할당이 중단되었을 경우를 고려하여 타깃 BS를 포함하여 주변 BS(BS2, BS4)들에게 복원할 HG의 릴레이 자원 요청 메시지를 백본망을 거쳐 전송한다. HG는 BS3의 릴레이 자원 요청 메시지를 주변 BS(BS2)들로부터 수신하여, 재할당되는 시점(타이머(Timer) 이용), allocated subchannel, allocation interval 등, 서빙 BS(BS3)의 자원 할당 메시지를 BS2에게 전송한다. BS2는 BS3이 HG와 링크를 복원하도록 백본망을 이용하여 메시지를 전달하고 BS3은 자원 할당 메시지에 따라 HG의 릴레이 링크를 복원한다. 이처럼 릴레이 링크가 복원되면 MS는 HG를 이용하여 핸드오버를 수행한다.

[0101] 결국, MS가 핸드오버를 수행할 가능성이 있을 경우에만 릴레이 자원을 할당함으로써 HG를 공유하는 BS들의 트래픽의 상황에 따라 유동적으로 네트워크를 구성할 수 있으며, 복원된 HG를 통해 핸드오버 단절 시간과 실패율 성능을 최소화할 수 있다.

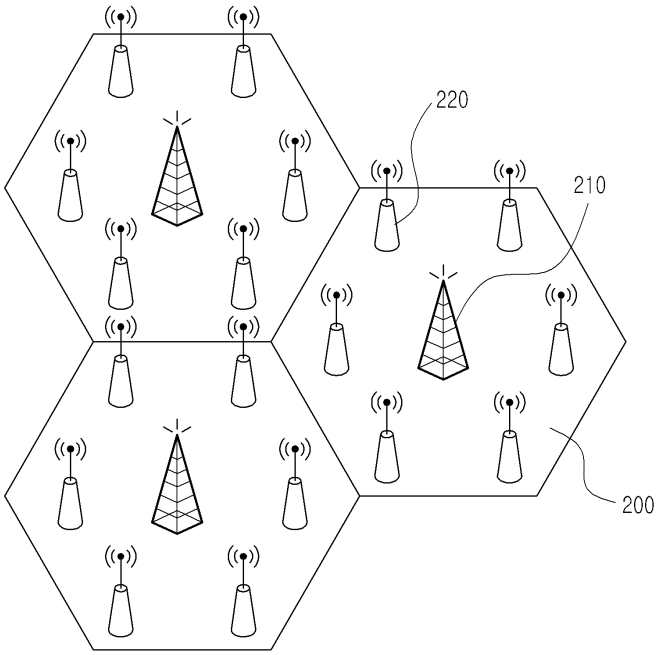
[0102] 한편, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지로 변형할수 있다. 그러므로 본 발명의 범위는 상술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 발명의 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

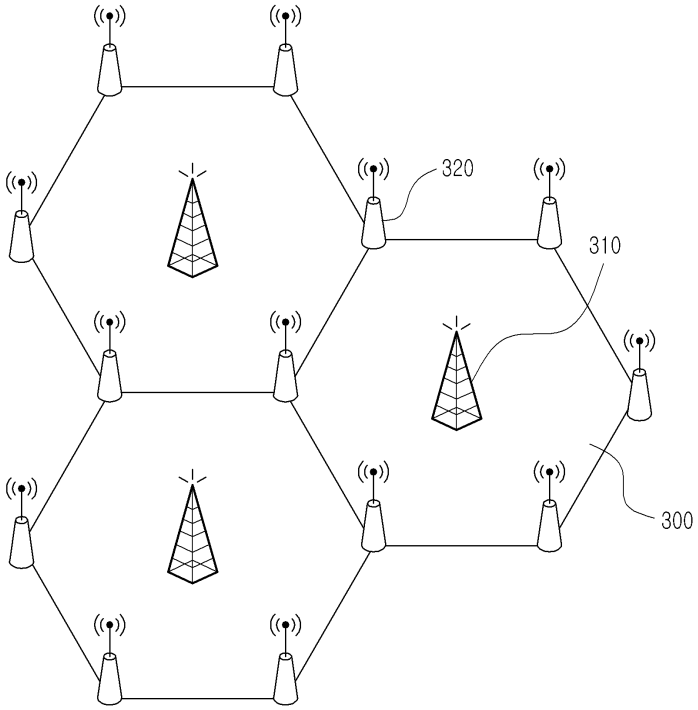
도면1


Handover action
Handover preparation
MS
100
S-BS
110
T-BS1
120
T-BS2
130
T-BS3
140
MOB_BSHO-REQ (S101)
MOB_MSHO-RSP (S102)
MOB_BSHO-RSP (S104)
MOB_HO-IND (S105)
Fast Ranging_IE (UL_MAP) (S106)
RNG-REQ (S107)
RNG-RSP (S108)
HO-pre-notification
HO-pre-notification -response
HO-pre-notification-confirm (S103)
Neighbors Scanning

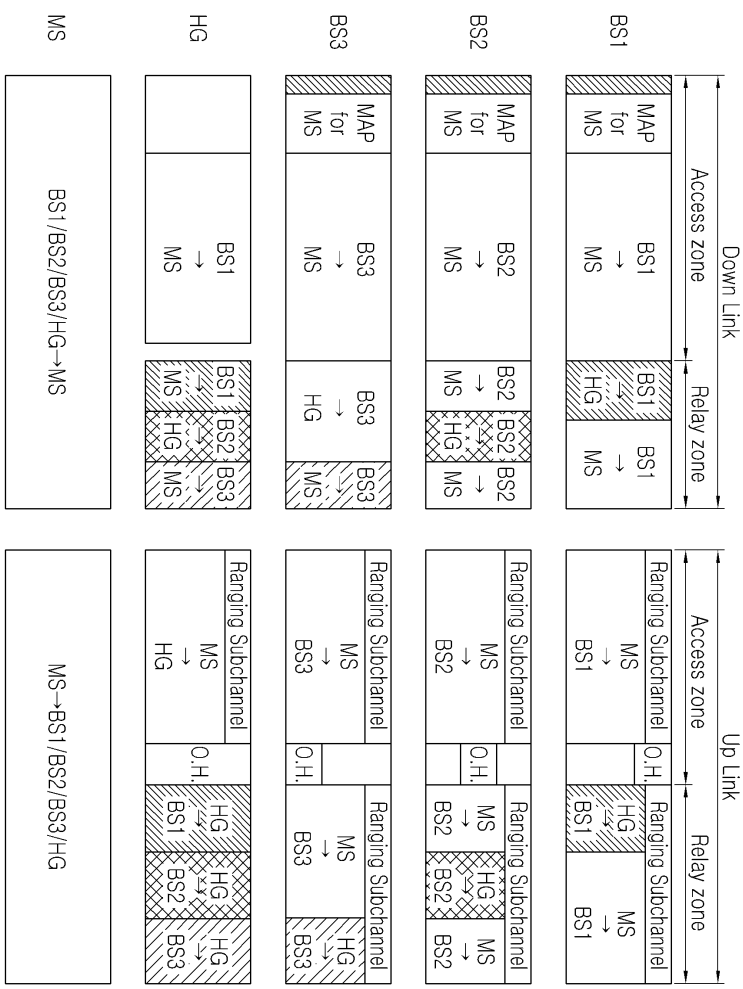
도면2



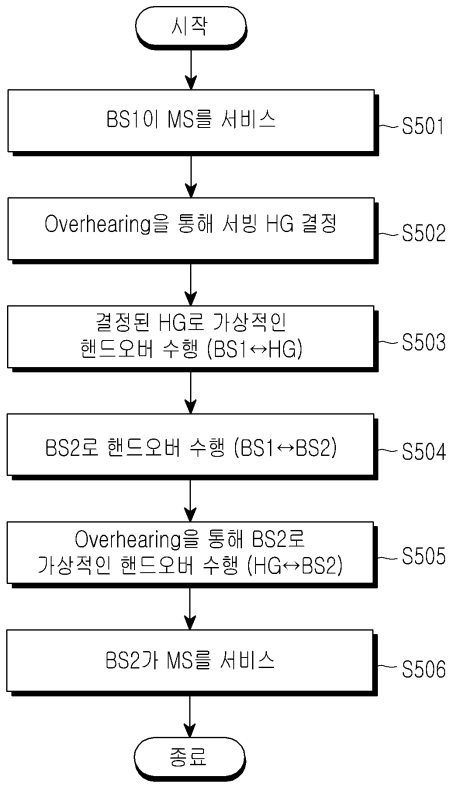
도면3



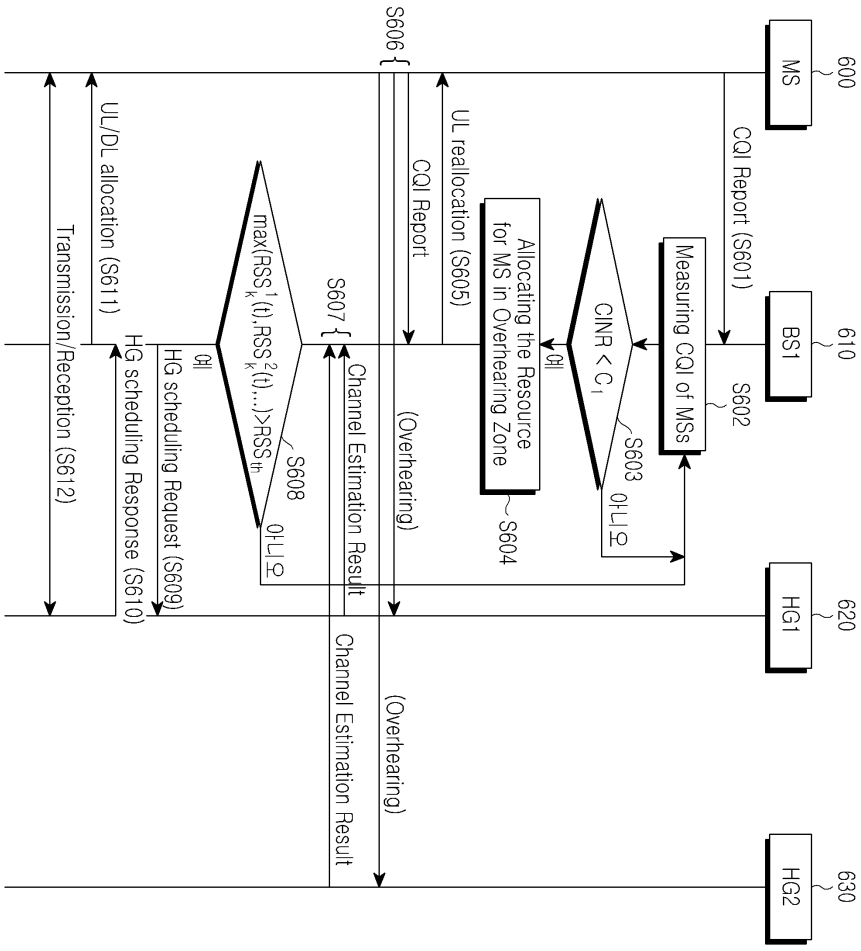
도면4


Down Link
Access zone
Relay zone
BS1
MAP for MS
BS1 → MS
BS1 ⇝ HG
BS1 → MS
BS2
MAP for MS
BS2 → MS
BS2 ⇝ HG
BS2 → MS
BS3
MAP for MS
BS3 → MS
BS3 → HG
BS3 → MS
HG
BS1 → MS
BS1 ⇝ MS
BS2 ⇝ HG
BS3 → MS
MS
BS1/BS2/BS3/HG→MS
Up Link
Access zone
Relay zone
Ranging Subchannel
O.H.
MS → BS1
HG ⇝ BS1
MS → BS1
Ranging Subchannel
O.H.
MS → BS2
HG ⇝ BS2
MS → BS2
Ranging Subchannel
O.H.
MS → BS3
HG ⇝ BS3
Ranging Subchannel
MS → HG
O.H.
HG ⇝ BS1
HG ⇝ BS2
HG ⇝ BS3
MS
MS→BS1/BS2/BS3/HG

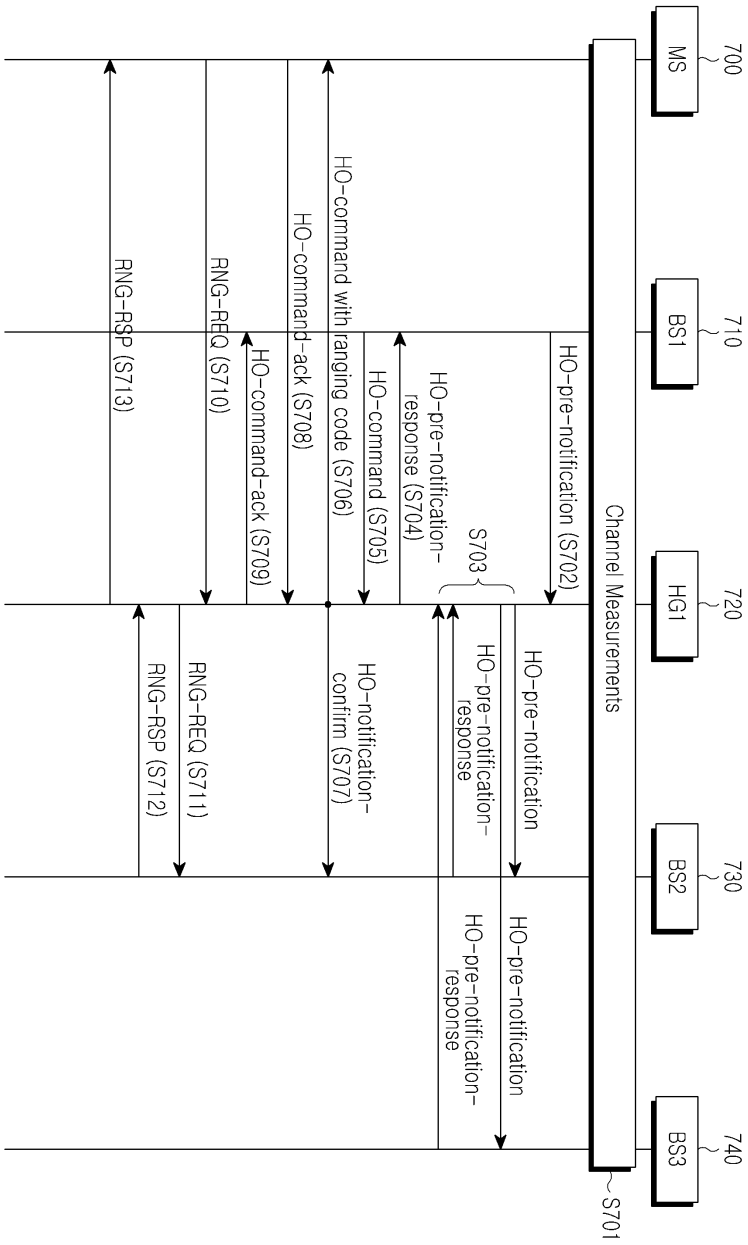
도면5


시작
BS1이 MS를 서비스
S501
Overhearing을 통해 서빙 HG 결정
S502
결정된 HG로 가상적인
핸드오버 수행 (BS1↔HG)
S503
BS2로 핸드오버 수행 (BS1↔BS2)
S504
Overhearing을 통해 BS2로
가상적인 핸드오버 수행 (HG↔BS2)
S505
BS2가 MS를 서비스
S506
종료

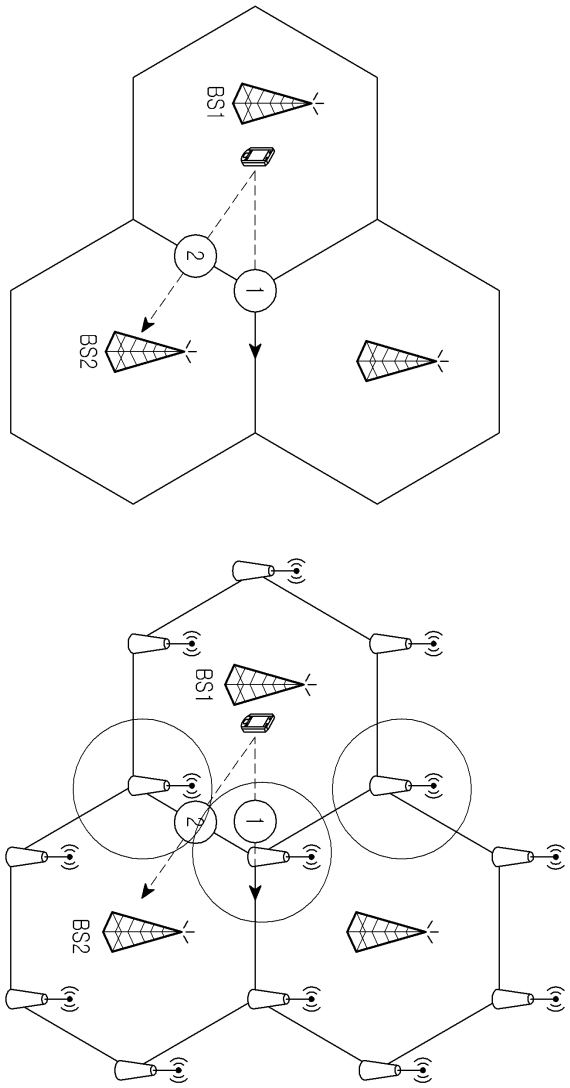
도면6


MS
600
BS1
610
HG1
620
HG2
630
CQI Report (S601)
Measuring CQI of MSs
S602
CINR < C1
S603
아니오
예
Allocating the Resource for MS in Overhearing Zone
S604
UL reallocation (S605)
S606
CQI Report
(Overhearing)
S607
Channel Estimation Result
max(RSSk1(t),RSSk2(t),...)>RSSth
S608
아니오
예
HG scheduling Request (S609)
HG scheduling Response (S610)
UL/DL allocation (S611)
Transmission/Reception (S612)
Channel Estimation Result
(Overhearing)

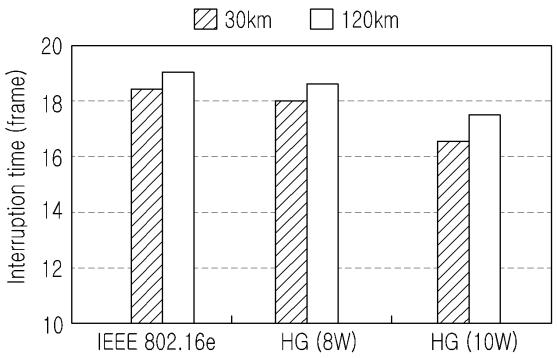
도면7


MS
700
BS1
710
HG1
720
BS2
730
BS3
740
Channel Measurements
S701
HO-pre-notification (S702)
S703
HO-pre-notification-response (S704)
HO-command (S705)
HO-command with ranging code (S706)
HO-command-ack (S708)
HO-command-ack (S709)
RNG-REQ (S710)
RNG-RSP (S713)
HO-pre-notification
HO-pre-notification-response
HO-notification-confirm (S707)
RNG-REQ (S711)
RNG-RSP (S712)
HO-pre-notification
HO-pre-notification-response

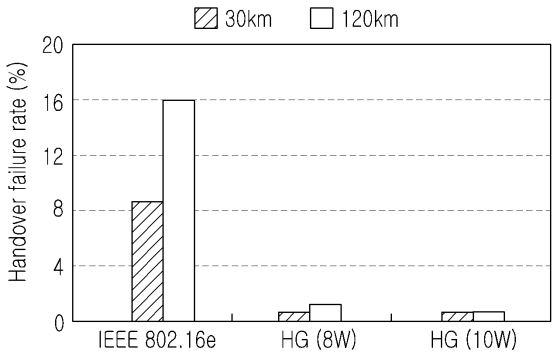
도면8


BS1
2
1
BS2
BS1
2
1
BS2

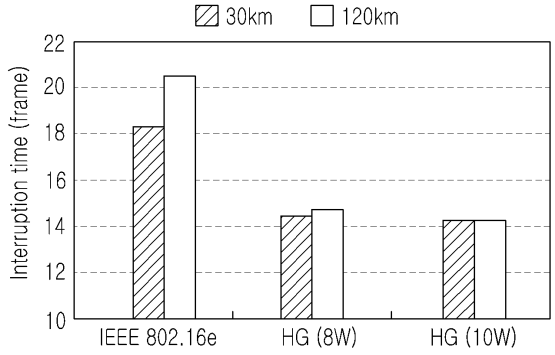
도면9


30km
120km
Interruption time (frame)
20
18
16
14
12
10
IEEE 802.16e
HG (8W)
HG (10W)

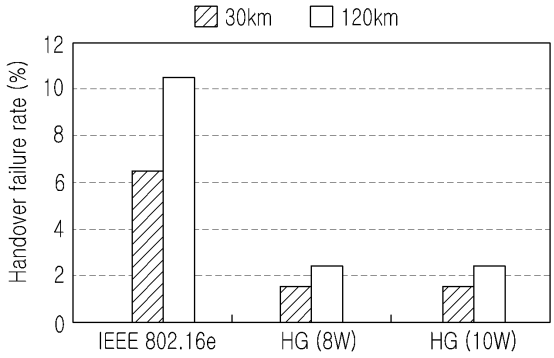
도면10



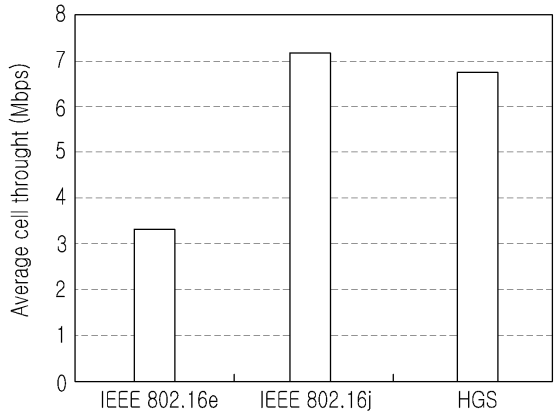
도면11



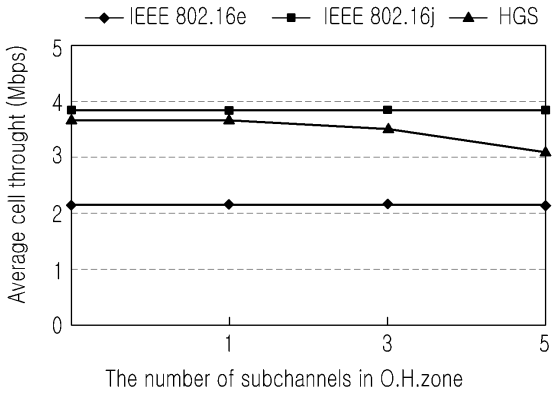
도면12



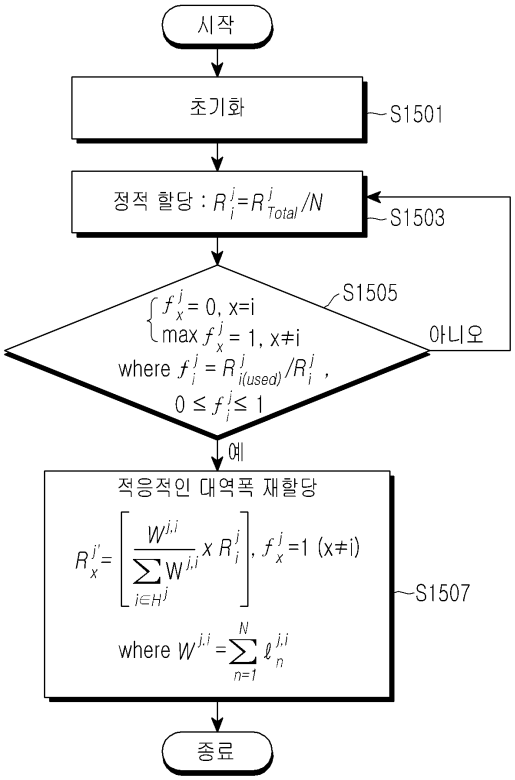
도면13


Average cell throught (Mbps)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
IEEE 802.16e
IEEE 802.16j
HGS

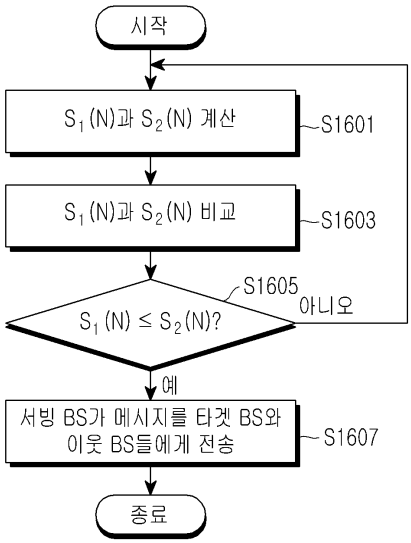
도면14


IEEE 802.16e
IEEE 802.16j
HGS
Average cell throught (Mbps)
0
1
2
3
4
5
1
3
5
The number of subchannels in O.H.zone

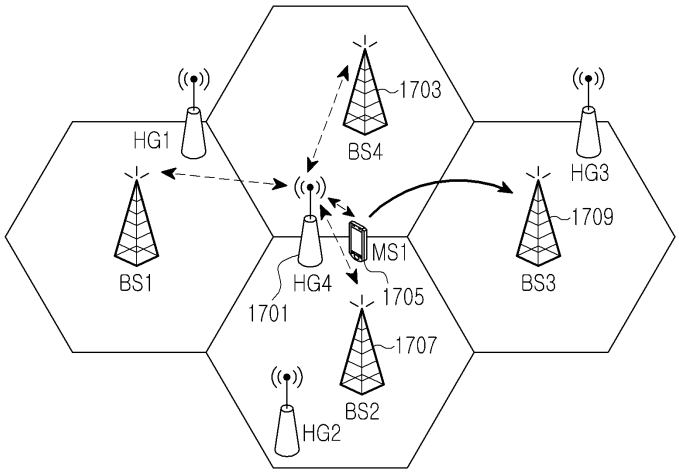
도면15


시작
초기화
S1501
정적 할당 : $R_i^j = R_{Total}^j / N$
S1503
$f_x^j = 0$, x=i
$\max f_x^j = 1$, x≠i
where $f_i^j = R_{i(used)}^j / R_i^j$,
$0 \le f_i^j \le 1$
S1505
아니오
예
적응적인 대역폭 재할당
$R_x^{j'} = \left[\frac{W^{j,i}}{\sum_{i \in H^j} W^{j,i}} \times R_i^j \right]$, $f_x^j = 1$ (x≠i)
where $W^{j,i} = \sum_{n=1}^{N} \ell_n^{j,i}$
S1507
종료

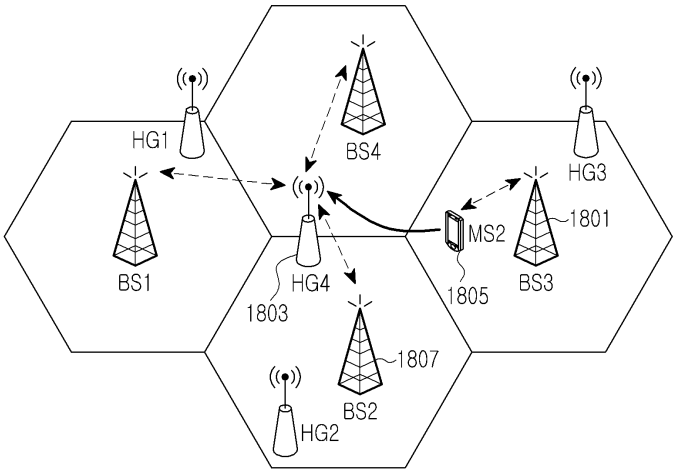
도면16


시작
$S_1(N)$과 $S_2(N)$ 계산
S1601
$S_1(N)$과 $S_2(N)$ 비교
S1603
$S_1(N) \le S_2(N)$?
S1605
아니오
예
서빙 BS가 메시지를 타겟 BS와
이웃 BS들에게 전송
S1607
종료

도면17


HG1
1703
BS4
HG3
1709
BS1
MS1
HG4
1705
1701
BS3
1707
BS2
HG2

도면18


HG1
BS4
HG3
1801
MS2
BS1
HG4
1803
1805
BS3
1807
BS2
HG2