



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0124553
(43) 공개일자 2016년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/04 (2009.01) H04B 17/345 (2014.01)
H04W 24/08 (2009.01)

(52) CPC특허분류
H04W 24/04 (2013.01)
H04B 17/345 (2015.01)

(21) 출원번호 10-2015-0055372
(22) 출원일자 2015년04월20일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

(72) 발명자
정민호
대전광역시 유성구 송림로 20, 204동 401호 (하기동, 다함께행복한송림마을2단지아파트)

권형진
세종특별자치시 달빛로 77 (중촌동)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인 무한

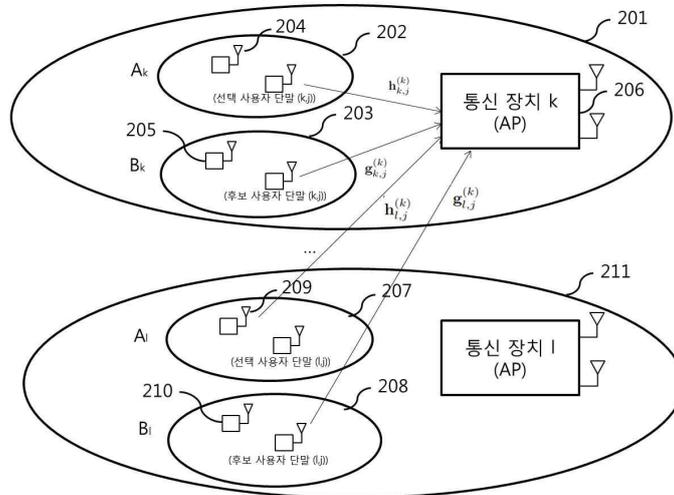
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 통신 서비스 제공 방법 및 상기 방법을 수행하는 제어 장치

(57) 요약

통신 서비스 제공 방법 및 상기 방법을 수행하는 제어 장치가 개시된다. 통신 서비스 제공 방법은 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말로 구성된 제1 사용자 집단을 결정하는 단계; 복수의 후보 사용자 단말 중에서 상기 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 선택된 적어도 하나의 후보 사용자 단말로 구성된 제2 사용자 집단을 결정하는 단계; 및 상기 제1 사용자 집단 및 제2 사용자 집단을 상기 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
H04W 24/08 (2013.01)

(72) 발명자

이석규

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 506동 1002호 (전민동, 엑스포아파트)

이재승

대전광역시 서구 둔산로 155 (둔산동, 크로바아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 12-921-01-301

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 ETRI연구개발지원사업

연구과제명 전파간섭 극복 기반 근거리 무선전송(Post-Wifi) 핵심 기술개발

기여율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2012.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

제어 장치가 수행하는 통신 서비스 제공 방법에 있어서,

셀 커버리지에 속한 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말로 구성된 제1 사용자 집단을 결정하는 단계;

복수의 후보 사용자 단말 중에서 상기 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 선택된 적어도 하나의 후보 사용자 단말로 구성된 제2 사용자 집단을 결정하는 단계;

상기 제1 사용자 집단 및 제2 사용자 집단을 상기 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단으로 결정하는 단계

를 포함하는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 간섭 정보는,

상기 후보 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보 및 상기 선택 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정되는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 간섭 정보는,

상기 후보 사용자 단말이 단일 송신 안테나를 가지는 경우, 상기 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 상기 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정되는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 간섭 정보는,

상기 후보 사용자 단말이 다중 송신 안테나를 가지는 경우, 상기 후보 사용자 단말의 송신 안테나별로 상기 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 상기 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정되는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 사용자 집단을 결정하는 단계는,

상기 간섭 정보가 미리 설정된 기준 정보보다 작고, 상기 최종 사용자 집단이 미리 설정된 단말의 개수 이하를 유지하도록 상기 제2 사용자 집단을 결정하는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 6

제어 장치가 수행하는 통신 서비스 제공 방법에 있어서,

셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들에 대한 전체 간섭 정보를 판단하는 단계;

상기 전체 간섭 정보에 기초하여 상기 복수의 통신 장치들 각각에 대해 서비스를 제공받을 선택 사용자 단말을 업데이트하는 단계; 및

상기 업데이트된 선택 사용자 단말을 복수의 통신 장치들에게 알리는 단계

를 포함하고,

상기 전체 간섭 정보는,

상기 셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들 각각이 부분적으로 업데이트한 간섭 정보에 따라 결정되는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 통신 장치들 중 k 번째 통신 장치는,

$k-1$ 번째 통신 장치에 대한 간섭 정보에 k 번째 통신 장치에 대한 간섭 정보를 업데이트한 후, $k+1$ 번째 통신 장치에 업데이트된 간섭 정보를 전달하는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 k 번째 통신 장치에 대한 간섭 정보는,

상기 k 번째 통신 장치에 대한 후보 사용자 단말과 k 번째 통신 장치 간의 채널 정보 및 상기 k 번째 통신 장치에 대한 선택 사용자 단말과 k 번째 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정되는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 9

제어 장치가 수행하는 통신 서비스 제공 방법에 있어서,

셀 커버리지에 속한 통신 장치에 대해 통신 서비스를 종료한 후 네트워크 자원을 반납한 선택 사용자 단말을 결정하는 단계;

복수의 후보 사용자 단말들 중에서 상기 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 적어도 하나의 후보 사용자 단말을 선택하는 단계;

상기 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단에서 상기 결정된 선택 사용자 단말을 제외하고, 상기 선택된 후보 사용자 단말을 업데이트하는 단계

를 포함하는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 10

제어 장치가 수행하는 통신 서비스 제공 방법에 있어서,

셀 커버리지에 속한 통신 장치에 통신 서비스를 제공받고자 하는 후보 사용자 단말들 각각에 대해 이미 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말들에 대한 간섭 정보를 판단하는 단계;

상기 후보 사용자 단말들의 간섭 정보에 기초하여 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말로 전환할 지 여부를 결정하는 단계

를 포함하는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 11

통신 서비스 제공 방법을 수행하는 제어 장치에 있어서,

셀 커버리지에 속한 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말로 구성된 제1 사용자 집단을 결정하는 제1 결정부;

복수의 후보 사용자 단말 중에서 상기 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 선택된 적어도 하나

의 후보 사용자 단말로 구성된 제2 사용자 집단을 결정하는 제2 결정부;

상기 제1 사용자 집단 및 제2 사용자 집단을 상기 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단으로 결정하는 제3 결정부

를 포함하는 제어 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 간섭 정보는,

상기 후보 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보 및 상기 선택 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정되는 제어 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 간섭 정보는,

상기 후보 사용자 단말이 단일 송신 안테나를 가지는 경우, 상기 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 상기 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정되는 제어 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 간섭 정보는,

상기 후보 사용자 단말이 다중 송신 안테나를 가지는 경우, 상기 후보 사용자 단말의 송신 안테나별로 상기 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 상기 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정되는 제어 장치.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 제2 결정부는,

상기 간섭 정보가 미리 설정된 기준 정보보다 작고, 상기 최종 사용자 집단이 미리 설정된 단말의 개수 이하를 유지하도록 상기 제2 사용자 집단을 결정하는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 16

통신 서비스 제공 방법을 수행하는 제어 장치에 있어서,

셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들에 대한 전체 간섭 정보를 판단하는 판단부;

상기 전체 간섭 정보에 기초하여 상기 복수의 통신 장치들 각각에 대해 서비스를 제공받을 선택 사용자 단말을 업데이트하는 업데이트부; 및

상기 업데이트된 선택 사용자 단말을 복수의 통신 장치들에게 알리는 알림부

를 포함하고,

상기 전체 간섭 정보는,

상기 셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들 각각이 부분적으로 업데이트한 간섭 정보에 따라 결정되는 제어 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 복수의 통신 장치들 중 k번째 통신 장치는,

k-1번째 통신 장치에 대한 간섭 정보에 k번째 통신 장치에 대한 간섭 정보를 업데이트한 후, k+1번째 통신 장치에 업데이트된 간섭 정보를 전달하는 제어 장치.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 k번째 통신 장치에 대한 간섭 정보는,

상기 k번째 통신 장치에 대한 후보 사용자 단말과 k번째 통신 장치 간의 채널 정보 및 상기 k번째 통신 장치에 대한 선택 사용자 단말과 k번째 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정되는 통신 서비스 제공 방법.

청구항 19

통신 서비스 제공 방법을 수행하는 제어 장치에 있어서,

셀 커버리지에 속한 통신 장치에 대해 통신 서비스를 종료한 후 네트워크 자원을 반납한 선택 사용자 단말을 결정하는 제1 결정부;

복수의 후보 사용자 단말들 중에서 상기 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 적어도 하나의 후보 사용자 단말을 선택하는 제2 결정부;

상기 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단에서 상기 결정된 선택 사용자 단말을 제외하고, 상기 선택된 후보 사용자 단말을 업데이트하는 업데이트부

를 포함하는 제어 장치.

청구항 20

통신 서비스 제공 방법을 수행하는 제어 장치에 있어서,

셀 커버리지에 속한 통신 장치에 통신 서비스를 제공받고자 하는 후보 사용자 단말들 각각에 대해 이미 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말들에 대한 간섭 정보를 판단하는 판단부;

상기 후보 사용자 단말들의 간섭 정보에 기초하여 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말로 전환할 지 여부를 결정하는 결정부

를 포함하는 제어 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 통신 서비스 제공 방법 및 제어 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 통신 장치로부터 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 집단을 효율적으로 업데이트하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기회적 간섭 정렬(Opportunity Interference Alignment: OIA)은 매 전송 슬롯마다 채널 상태에 기초하여 새로운 사용자 단말을 선택한 후, 해당 사용자 단말에 메시지를 전송하는 기법을 의미한다. 메시지가 사용자 단말에 전송되기 위해서, 사용자 단말은 통신 장치에 접속할 필요가 있다.

[0003] 사용자 단말이 통신 장치에 접속하는 경우, 사용자 단말은 연속적으로 전송 슬롯을 점유함으로써 통신을 수행할 수 있다. 그리고, 메시지 전송이 완료되면, 사용자 단말은 통신을 위해 점유했던 전송 슬롯을 반납할 수 있다. 즉, 사용자 단말은 통신 서비스를 수행한 이후에, 무선 자원을 반납할 수 있다.

[0004] 이 때, 통신 서비스를 위해 매 전송 슬롯마다 새로운 사용자 단말을 결정하는 경우, 사용자 단말의 수에 비례하여 계산의 복잡도가 증가하는 문제가 있다. 그래서, 이러한 복잡도를 해결하기 위한 방안이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 매 전송 슬롯마다 통신 장치에 대해 통신 서비스를 제공받을 새로운 선택 사용자 단말을 부분적으로 업데이트함으로써, 선택 사용자 단말을 선택할 때의 계산 복잡도를 줄일 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.
- [0006] 본 발명은 통신 장치에 대해 최종적으로 결정될 선택 사용자 단말의 수를 일정 수준으로 유지함으로써, 신호대 잡음비가 큰 영역에서도 높은 전송률을 달성할 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.
- [0007] 본 발명은 이미 통신 장치에 대해 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말에 대한 간섭 정도가 기준값보다 낮은 후보 사용자 단말들을 선택 사용자 단말로 업데이트함으로써, 통신 서비스에 대한 서비스 품질을 유지할 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일실시예에 따른 제어 장치가 수행하는 통신 서비스 제공 방법은 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말로 구성된 제1 사용자 집단을 결정하는 단계; 복수의 후보 사용자 단말 중에서 상기 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 선택된 적어도 하나의 후보 사용자 단말로 구성된 제2 사용자 집단을 결정하는 단계; 및 상기 제1 사용자 집단 및 제2 사용자 집단을 상기 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 간섭 정보는, 상기 후보 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보 및 상기 선택 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0010] 상기 간섭 정보는, 상기 후보 사용자 단말이 단일 송신 안테나를 가지는 경우, 상기 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 상기 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0011] 상기 간섭 정보는, 상기 후보 사용자 단말이 다중 송신 안테나를 가지는 경우, 상기 후보 사용자 단말의 송신 안테나별로 상기 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 상기 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0012] 상기 제2 사용자 집단을 결정하는 단계는, 상기 간섭 정보가 미리 설정된 기준 정보보다 작고, 상기 최종 사용자 집단이 미리 설정된 단말의 개수 이하를 유지하도록 상기 제2 사용자 집단을 결정할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 실시예에 따른 제어 장치가 수행하는 통신 서비스 제공 방법은 셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들에 대한 전체 간섭 정보를 판단하는 단계; 상기 전체 간섭 정보에 기초하여 상기 복수의 통신 장치들 각각에 대해 서비스를 제공받을 선택 사용자 단말을 업데이트하는 단계; 및 상기 업데이트된 선택 사용자 단말을 복수의 통신 장치들에게 알리는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 전체 간섭 정보는, 상기 셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들 각각이 부분적으로 업데이트한 간섭 정보에 따라 결정될 수 있다.
- [0015] 상기 복수의 통신 장치들 중 k번째 통신 장치는, k-1번째 통신 장치에 대한 간섭 정보에 k번째 통신 장치에 대한 간섭 정보를 업데이트한 후, k+1번째 통신 장치에 업데이트된 간섭 정보를 전달할 수 있다.
- [0016] 상기 k번째 통신 장치에 대한 간섭 정보는, 상기 k번째 통신 장치에 대한 후보 사용자 단말과 k번째 통신 장치 간의 채널 정보 및 상기 k번째 통신 장치에 대한 선택 사용자 단말과 k번째 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 제어 장치가 수행하는 통신 서비스 제공 방법은 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 대해 통신 서비스를 종료한 후 네트워크 자원을 반납한 선택 사용자 단말을 결정하는 단계; 복수의 후보 사용자 단말들 중에서 상기 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 적어도 하나의 후보 사용자 단말을 선택하는 단계; 및 상기 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단에서 상기 결정된 선택 사용자 단말을 제외하고, 상기 선택된 후보 사용자 단말을 업데이트하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 제어 장치가 수행하는 통신 서비스 제공 방법은 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 통신 서비스를 제공받고자 하는 후보 사용자 단말들 각각에 대해 이미 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말들에 대한 간섭 정보를 판단하는 단계; 상기 후보 사용자 단말들의 간섭 정보에 기초하여 후보 사용자

단말을 선택 사용자 단말로 전환할 지 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0019] 본 발명의 일실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 수행하는 제어 장치는 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말로 구성된 제1 사용자 집단을 결정하는 제1 결정부; 복수의 후보 사용자 단말 중에서 상기 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 선택된 적어도 하나의 후보 사용자 단말로 구성된 제2 사용자 집단을 결정하는 제2 결정부; 및 상기 제1 사용자 집단 및 제2 사용자 집단을 상기 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단으로 결정하는 제3 결정부를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 간섭 정보는, 상기 후보 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보 및 상기 선택 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0021] 상기 간섭 정보는, 상기 후보 사용자 단말이 단일 송신 안테나를 가지는 경우, 상기 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 상기 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0022] 상기 간섭 정보는, 상기 후보 사용자 단말이 다중 송신 안테나를 가지는 경우, 상기 후보 사용자 단말의 송신 안테나별로 상기 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 상기 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0023] 상기 제2 결정부는, 상기 간섭 정보가 미리 설정된 기준 정보보다 작고, 상기 최종 사용자 집단이 미리 설정된 단말의 개수 이하를 유지하도록 상기 제2 사용자 집단을 결정할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 다른 실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 수행하는 제어 장치는 셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들에 대한 전체 간섭 정보를 판단하는 판단부; 상기 전체 간섭 정보에 기초하여 상기 복수의 통신 장치들 각각에 대해 서비스를 제공받을 선택 사용자 단말을 업데이트하는 업데이트부; 및 상기 업데이트된 선택 사용자 단말을 복수의 통신 장치들에게 알리는 알림부를 포함하고, 상기 전체 간섭 정보는, 상기 셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들 각각이 부분적으로 업데이트한 간섭 정보에 따라 결정될 수 있다.
- [0025] 상기 복수의 통신 장치들 중 k번째 통신 장치는, k-1번째 통신 장치에 대한 간섭 정보에 k번째 통신 장치에 대한 간섭 정보를 업데이트한 후, k+1번째 통신 장치에 업데이트된 간섭 정보를 전달할 수 있다.
- [0026] 상기 k번째 통신 장치에 대한 간섭 정보는, 상기 k번째 통신 장치에 대한 후보 사용자 단말과 k번째 통신 장치 간의 채널 정보 및 상기 k번째 통신 장치에 대한 선택 사용자 단말과 k번째 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 수행하는 제어 장치는 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 대해 통신 서비스를 종료한 후 네트워크 자원을 반납한 선택 사용자 단말을 결정하는 제1 결정부; 복수의 후보 사용자 단말들 중에서 상기 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 적어도 하나의 후보 사용자 단말을 선택하는 제2 결정부; 상기 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단에서 상기 결정된 선택 사용자 단말을 제외하고, 상기 선택된 후보 사용자 단말을 업데이트하는 업데이트부를 포함할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 수행하는 제어 장치는 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 통신 서비스를 제공받고자 하는 후보 사용자 단말들 각각에 대해 이미 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말들에 대한 간섭 정보를 판단하는 판단부; 상기 후보 사용자 단말들의 간섭 정보에 기초하여 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말로 전환할 지 여부를 결정하는 결정부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명의 일실시예에 따르면, 매 전송 슬롯마다 통신 장치에 대해 통신 서비스를 제공받을 새로운 선택 사용자 단말을 부분적으로 업데이트함으로써, 선택 사용자 단말을 선택할 때의 계산 복잡도를 줄일 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일실시예에 따르면, 통신 장치에 대해 최종적으로 결정될 선택 사용자 단말의 수를 일정 수준으로 유지함으로써, 신호대잡음비가 큰 영역에서도 높은 전송률을 달성할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일실시예에 따르면, 이미 통신 장치에 대해 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말에 대한 간섭 정도가 기준값보다 낮은 후보 사용자 단말들을 선택 사용자 단말로 업데이트함으로써, 통신 서비스에 대한 서비스 품질을 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 제1실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 도시한 도면이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 복수의 셀 커버리지가 존재하는 환경에서 선택 사용자 단말을 업데이트하는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 선택 사용자 단말을 업데이트하여 최종 사용자 집단을 결정하는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 4는 일실시예에 따른 통신 장치들 간에 채널 정보를 교환하지 않고 선택 사용자 단말을 업데이트하는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 5는 제2실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 도시한 도면이다.
- 도 6은 제3실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 도시한 도면이다.
- 도 7은 제4실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 도시한 도면이다.
- 도 8은 일실시예에 따른 단일 안테나를 가진 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말로 전환하는 과정을 나타낸 알고리즘이다.
- 도 9는 일실시예에 따른 다중 안테나를 가진 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말로 전환하는 과정을 나타낸 알고리즘이다.
- 도 10은 일실시예에 따른 SNR이 5dB인 경우, 셀 커버리지에 대한 후보 사용자 단말의 수에 기초한 전송합을 도시한 그래프이다.
- 도 11은 일실시예에 따른 SNR이 10dB인 경우, 셀 커버리지에 대한 후보 사용자 단말의 수에 기초한 전송 합을 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0034] 도 1은 제1실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 도시한 도면이다.
- [0035] 단계(101)에서, 제어 장치는 선택 사용자 단말로 구성된 제1 사용자 집단을 결정할 수 있다. 구체적으로, 제어 장치는 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 사용자 단말로 구성된 제1 사용자 집단을 결정할 수 있다. 여기서, 제어 장치는 프로세서로 구현될 수 있다. 그리고, 통신 장치는 셀 커버리지에 대한 액세스 포인트일 수 있으며, 제어 장치는 통신 장치와 독립적으로 구현되는 장치에 포함되거나 또는 통신 장치에 포함될 수도 있다. 선택 사용자 단말은 현재 통신 장치의 셀 커버리지에 위치하여, 통신 장치로부터 통신 서비스를 제공받고 있는 중인 단말을 의미한다.
- [0036] 단계(102)에서, 제어 장치는 후보 사용자 단말로 구성된 제2 사용자 집단을 결정할 수 있다. 일례로, 제어 장치는 복수의 후보 사용자 단말들 중에서 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 적어도 하나의 후보 사용자 단말을 선택할 수 있다. 그러면, 제어 장치는 선택된 적어도 하나의 후보 사용자 단말을 제2 사용자 집단으로 결정할 수 있다.
- [0037] 구체적으로, 후보 사용자 단말은 현재 통신 장치의 셀 커버리지에 위치하지만, 아직 통신 장치로부터 통신 서비스를 제공받고 있지 않은 단말을 의미한다. 대신, 후보 사용자 단말은 통신 장치로부터 통신 서비스를 제공할 수 있는 상황에 있다고 가정한다. 그리고, 복수의 후보 사용자 단말들 중에서 제2 사용자 집단으로 결정된 후보 사용자 단말은 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공할 수 있다. 하지만, 제2 사용자 집단으로 결정되지 않은 후보 사용자 단말은 여전히 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공할 수 없다.
- [0038] 여기서, 간섭 정보는 후보 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보 및 상기 선택 사용자 단말과 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정될 수 있다. 일례로, 후보 사용자 단말이 단일 송신 안테나를 가지는 경우, 간섭 정보는 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0039] 다른 일례로, 후보 사용자 단말이 다중 송신 안테나를 가지는 경우, 간섭 정보는 후보 사용자 단말의 송신 안테

나별로 후보 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 및 선택 사용자 단말로부터 통신 장치로의 채널 벡터 간의 각도에 기초하여 결정될 수 있다.

- [0040] 제어 장치는 간섭 정보가 미리 설정된 기준 정보보다 작고, 상기 최종 사용자 집단이 미리 설정된 단말의 개수 이하를 유지하도록 제2 사용자 집단을 결정할 수 있다.
- [0041] 단계(103)에서, 제어 장치는 제1 사용자 집단 및 제2 사용자 집단을 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단으로 결정할 수 있다. 결론적으로, 최종 사용자 집단은 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공할 수 있다.
- [0042] 도 1의 과정은 기회적 간섭 정렬을 의미하며, 통신 장치가 통신 서비스를 제공할 때 매 전송 슬롯마다 수행된다. 특히, 제1 사용자 집단은 통신 장치로부터 통신 서비스를 제공받고 있는 복수의 선택 사용자 단말들 중에서 통신 서비스를 종료하고 통신 서비스를 위한 무선 자원인 전송 슬롯을 반납하는 선택 사용자 단말을 제외한 나머지 선택 사용자 단말들로 구성된다. 그리고, 제2 사용자 집단은 전송 슬롯을 반납한 선택 사용자 단말을 대체하여 통신 장치로부터 통신 서비스를 제공받고자 하는 후보 사용자 단말들로 구성된다.
- [0043] 후보 사용자 단말을 결정하는 과정에 대해서는 도 2 및 도 3에서 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0044] 도 2는 일실시예에 따른 복수의 셀 커버리지가 존재하는 환경에서 선택 사용자 단말을 업데이트하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0045] 도 2는 통신 장치 k(206)에 대한 셀 커버리지(201)와 통신 장치 l의 셀 커버리지(211)가 도시된다. 즉, 도 2의 경우, 복수의 통신 장치들에 의한 복수의 셀 커버리지가 존재한다고 가정한다. 구체적으로, 도 2는 M개의 통신 장치들이 존재하고, M개의 통신 장치들 각각에 의한 셀 커버리지가 설정되었다고 가정한다.
- [0046] 여기서, 통신 장치는 액세스 포인트일 수 있다. 그러면, 셀 커버리지는 액세스 포인트(AP)가 통신 서비스를 수행할 수 있는 무선랜 네트워크에 대응한다. 그리고, 액세스 포인트는 N개의 수신 안테나를 가질 수 있다. 또한, 도 2에 도시된 사용자 단말들은 1개 또는 L개의 송신 안테나를 가진다고 가정한다.
- [0047] 여기서는, 사용자 단말들이 1개의 송신 안테나를 가진다고 가정한다. 앞서 설명하였듯이, 매 전송 슬롯마다 일부의 선택 사용자 단말이 통신 서비스를 종료하고, 나머지 선택 사용자 단말은 계속해서 통신 서비스를 유지하고 있다고 가정하였다.
- [0048] 그러면, 전송 슬롯이 시작될 때, 액세스 포인트인 통신 장치 k(206)로부터 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말(204)로 구성된 사용자 집단(202)을 A_k 라고 정의한다. 그리고, 전송 슬롯이 시작될 때, 통신 장치 k(206)에 통신 서비스를 요청하는 후보 사용자 단말(205)로 구성된 사용자 집단(203)을 B_k 라고 정의한다. 그리고, 사용자 집단(202)의 i번째 선택 사용자 단말은 선택 사용자 단말 (k, i) (204)로 정의되고, 사용자 집단(203)의 i번째 후보 사용자 단말은 후보 사용자 단말 (k, i) (205)로 정의된다.
- [0049] 마찬가지로, 통신 장치 k(206)의 셀 커버리지(201)가 아닌 다른 셀 커버리지(211)에 속한 사용자 단말도 통신 장치 k(206)의 통신 서비스를 제공할 수 있다. 통신 장치 l의 셀 커버리지(211)에 속하지만, 통신 장치 k(206)로부터 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말(209)로 구성된 사용자 집단(207)을 A_l 라고 정의한다. 그리고, 전송 슬롯이 시작될 때, 통신 장치 k(206)에 통신 서비스를 요청하는 후보 사용자 단말(210)로 구성된 사용자 집단(208)을 B_l 라고 정의한다. 이 때, 사용자 집단(207)의 i번째 선택 사용자 단말은 선택 사용자 단말 (l, i) (209)로 정의되고, 사용자 집단(208)의 i번째 후보 사용자 단말은 후보 사용자 단말 (l, i) (210)로 정의된다.
- [0050] 사용자 집단(207)에 속한 선택 사용자 단말(209)은 현재 전송 슬롯을 통해 통신 장치 K(206)로부터 통신 서비스를 제공받는다. 그러면, 통신 장치 k(206)가 사용자 집단(207)에 속한 선택 사용자 단말(209)로부터 수신한 신호 y는 하기 수학적 식 1에 따라 결정된다.

수학식 1

$$\mathbf{y}^{(k)} = \sum_{l=1}^M \sum_{j \in A_l} \mathbf{h}_{l,j}^{(k)} x_{l,j} + \sum_{l=1}^M \sum_{j \in B_l} \mathbf{g}_{l,j}^{(k)} \bar{x}_{l,j} + \mathbf{z}^{(k)}$$

[0051]

[0052] 여기서, $\mathbf{h}_{l,j}^{(k)}$ 는 선택 사용자 단말 (1,j) (209)로부터 통신 장치 k(206)로의 $N \times 1$ 채널 벡터이다. 그리고,

$\mathbf{g}_{l,j}^{(k)}$ 는 후보 사용자 단말 (1,j) (210)로부터 통신 장치 k(206)로의 $N \times 1$ 채널 벡터이다. 또한 $\bar{x}_{l,j}$ 는 선택 사용자 단말 (1,j) (209)의 전송 신호이고, $\bar{x}_{l,j}$ 는 후보 사용자 단말 (1,j) (210)의 전송 신호이다.

또한, $\mathbf{z}^{(k)}$ 는 통신 장치 k의 $N \times 1$ 잡음 벡터이다.

[0053] 통신 장치 k(206)는 지엽적인 채널 정보인 $\{\mathbf{h}_{l,j}^{(k)}\}_{l \in [1:M], j \in A_l}$ 와 $\{\mathbf{g}_{l,j}^{(k)}\}_{l \in [1:M], j \in B_l}$ 만을 안다고 가정한다. 그리고, 선택 사용자 단말과 후보 사용자 단말은 채널 정보를 알지 못한다고 가정한다.

[0054] 본 발명의 일실시예에 따르면, 제어 장치는 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말에 미치는 간섭을 최소화하는 후보 사용자 단말을 선택할 수 있다. 이 때, 후보 사용자 단말에 대한 간섭 전력의 합이 기준치 이하를 만족하는 경우, 제어 장치는 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말이 속한 사용자 집단에 순차적으로 등록할 수 있다.

[0055] 이하에서는, 부분적으로 선택 사용자 단말을 업데이트하는 과정과 이를 바탕으로 기회적 간섭 정렬을 수행하는 과정을 설명하기로 한다.

[0056] 먼저, 통신 장치 k(206)에 대한 채널 정보는 하기 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$\theta_{l,j}^{(k,i)} = \frac{\mathbf{h}_{k,i}^{(k)*} \mathbf{g}_{l,j}^{(k)}}{\|\mathbf{h}_{k,i}^{(k)}\| \|\mathbf{g}_{l,j}^{(k)}\|}$$

[0057]

[0058] 여기서 $(\cdot)^*$ 는 행렬의 complex conjugate 연산을 의미하며 $\|\cdot\|$ 는 행렬의 norm 연산을 의미한다. 따라서

$\theta_{l,j}^{(k,i)}$ 는 선택 사용자 단말 (k,i) 에서 통신 장치 k(206)로의 채널과 후보 사용자 단말 (l,j) 에서 통신 장치 k로의 채널 간의 각도로 해석될 수 있다. 이러한 각도에 기초하여, 통신 장치 k(206)가 통신 서비스를 제

공하는 선택 사용자 단말로 구성된 최종 사용자 집단인 $\{S_k\}_{k \in [1:M]}$ 가 업데이트될 수 있다.

[0059] 먼저, 초기화 과정에서, 제어 장치는 선택 사용자 집단 A_k 를 최종 사용자 집단 S_k 에 포함시킬 수 있다. 여기서, $k \in [1:M]$ 에 대해 $A_k = \emptyset$ 이면, 채널의 norm이 가장 큰 후보 사용자 단말이 첫번째 선택 사용자 단말로 전환될 수 있다. 이 후, 후보 사용자 단말이 선택 사용자 단말로 전환되는 과정은 다음과 같다.

[0060] 먼저, 후보 사용자 단말 (l,j) 가 이미 결정된 선택 사용자 단말들에게 미치는 간섭 전력의 총합은 하기 수학적 식 3과 같다.

수학적 식 3

$$\theta_{l,j}^{(k,i)} = \frac{\mathbf{h}_{k,i}^{(k)} \cdot \mathbf{g}_{l,j}^{(k)}}{\|\mathbf{h}_{k,i}^{(k)}\| \|\mathbf{g}_{l,j}^{(k)}\|}$$

[0061]

[0062] 그러면, $\delta_{l,j}$ 가 최소인 후보 사용자 단말 (l^*,j^*) 의 간섭 전력의 총합이 $\delta_{l,j} \leq \epsilon$ 를 만족하면 채택된다. 여기서, ϵ 은 기준 전력을 의미한다. 이때 추가적인 조건으로 후보 사용자 단말 (l^*,j^*) 이 속한 통신 장치에 대한 선택 사용자 단말의 수가 N보다 작아야 한다. 왜냐하면, 통신 장치로부터 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말의 수가 N이하로 유지됨으로써, 신호대잡음비(SNR)이 큰 영역에서도 높은 전송률이 달성될 수 있다.

[0063] 위에서 언급한 선택 사용자 단말을 업데이트하는 과정에 따라 일부 후보 사용자 단말이 새로운 선택 사용자 단말로 전환되면, 통신 장치 k(206)은 제로-포싱 디코딩(zero-forcing decoding)을 통해 기존의 선택 사용자 단말과 새로운 선택 사용자 단말로 구성된 최종 사용자 집단으로부터 메시지를 수신할 수 있다.

[0064] 먼저, $\{S_k\}_{k \in [1:M]}$ 를 위에서 언급한 알고리즘을 통해 업데이트된 선택 사용자 단말로 구성된 최종 사용자 집단이라고 가정한다. 즉, 최종 사용자 집단은 (i) 통신 장치 k에 대해 계속해서 통신 서비스를 제공받는 기존의 선택 사용자 단말과 (ii) 통신 서비스를 제공받았던 선택 사용자 단말이 통신 서비스를 종료한 경우, 해당 선택 사용자 단말을 대신하여 통신 서비스를 제공받는 후보 사용자 단말로 구성된다. 여기서, 후보 사용자 단말은 통신 장치 k에 대해 통신 서비스를 제공받기 때문에 선택 사용자 단말로 전환된다. 즉, 선택 사용자 단말을 업데이트하는 과정은, 후보 사용자 단말들 중 선택 사용자 단말로 구성된 사용자 집단에 포함시킬 후보 사용자 단말을 결정하는 과정이라고 할 수 있다.

[0065] 먼저 $\{S_k\}_{k \in [1:M]}$ 를 제안된 알고리즘으로 업데이트된 최종 사용자 집단이라고 가정한다. 그러면, 통신 장치 k(206)가 최종 사용자 집단으로부터 수신하는 신호는 하기 수학적 식 4와 같다.

수학식 4

$$\begin{aligned} \mathbf{y}^{(k)} &= \sum_{l=1}^M \sum_{j \in S_l} \mathbf{h}_{l,j}^{(k)} x_{l,j} + \mathbf{z}^{(k)} \\ &= \sum_{l=1}^M \mathbf{H}_l^{(k)} \mathbf{x}_l + \mathbf{z}^{(k)} \end{aligned}$$

[0066]

여기서 $N \times |S_l|$ 채널 행렬은, $\mathbf{H}_l^{(k)} = [\mathbf{h}_{l,1}^{(k)}, \dots, \mathbf{h}_{l,|S_l|}^{(k)}]$ 로 결정된다. 그리고, $|S_l| \times 1$

[0067]

$$\mathbf{x}_l = \begin{bmatrix} x_{l,1} \\ \vdots \\ x_{l,|S_l|} \end{bmatrix}$$

전송신호 벡터는, 로 결정된다. 그리고, 제로포싱 행렬은 하기 수학식 5와 같이 정의된다.

수학식 5

$$\mathbf{G}_{ZF}^{(k)} = \begin{bmatrix} \mathbf{g}_{ZF,1}^{(k)} \\ \vdots \\ \mathbf{g}_{ZF,|S_l|}^{(k)} \end{bmatrix} = \left(\mathbf{H}_l^{(k)*} \mathbf{H}_l^{(k)} \right)^{-1} \mathbf{H}_l^{(k)*}$$

[0068]

제로포싱 행렬에 따라 통신 장치 k(206)가 최종 사용자 집단에 포함된 선택 사용자 단말 (k,i) 로부터 수신하는 메시지는 하기 수학식 6과 같다.

[0069]

수학식 6

$$\mathbf{g}_{ZF,i}^{(k)} \mathbf{y}^{(k)} = x_{k,i} + \sum_{l=1}^M \sum_{j \in S_l, j \neq i} \mathbf{g}_{ZF,i}^{(k)} \mathbf{h}_{l,j}^{(k)} x_{l,j} + \mathbf{g}_{ZF,i}^{(k)} \mathbf{z}^{(k)}$$

[0070]

그러면, 선택 사용자 단말 (k,i) 의 전송율은 하기 수학식 7과 같다.

[0071]

수학식 7

$$r_{k,i} = \log \left(1 + \frac{P}{\| \mathbf{g}_{ZF,i}^{(k)} \|^2 + \sum_{l=1}^M \sum_{j \in S_l, j \neq i} | \mathbf{g}_{ZF,i}^{(k)} \mathbf{h}_{l,j}^{(k)} |^2 P} \right)$$

[0072]

[0073] 그리고, 최종 사용자 집단에 포함된 모든 선택 사용자 단말에 대한 전송율의 합계인 전송합은 하기 수학식 8과 같다.

수학식 8

$$r_{sum} = \sum_{k=1}^M \sum_{i \in S_k} r_{k,i} = \sum_{k=1}^M \sum_{i \in S_k} \log \left(1 + \frac{P}{\| \mathbf{g}_{ZF,i}^{(k)} \|^2 + \sum_{l=1}^M \sum_{j \in S_l, j \neq i} | \mathbf{g}_{ZF,i}^{(k)} \mathbf{h}_{l,j}^{(k)} |^2 P} \right)$$

[0074]

[0075] 이상에서는 사용자 단말이 1개의 송신 안테나를 가진 경우를 설명하였다. 이하에서는, 사용자 단말이 2개 이상의 송신 안테나를 가진 경우를 설명하기로 한다. 이 때, 통신 장치는 지엽적인 채널 정보만 알 수 있으며, 해당 통신 장치에 대한 선택 사용자 단말과 후보 사용자 단말은 어떠한 종류의 채널 정보도 알지 못한다고 가정한다.

[0076] 선택 사용자 단말이 L개의 송신 안테나를 가지는 경우, 통신 장치 k(206)가 수신하는 신호는 하기 수학식 9와 같다.

수학식 9

$$\mathbf{y}^{(k)} = \sum_{l=1}^M \sum_{j \in A_l} \mathbf{H}_{l,j}^{(k)} \mathbf{x}_{l,j} + \sum_{l=1}^M \sum_{j \in B_l} \mathbf{G}_{l,j}^{(k)} \bar{\mathbf{x}}_{l,j} + \mathbf{z}^{(k)}$$

[0077]

[0078] 여기서 $\mathbf{H}_{l,j}^{(k)}$ 는 선택 사용자 단말 (1,j)로부터 통신 장치 k(206)로의 $N \times L$ 채널 벡터이다. 그리고, $\mathbf{G}_{l,j}^{(k)}$ 는 후보 사용자 단말 (1,j)로부터 통신 장치 k(206)로의 $N \times L$ 채널 벡터이다. 또한 $\mathbf{x}_{l,j}$ 는 선택 사용자 (1,j)의 $L \times 1$ 전송신호벡터이고, $\bar{\mathbf{x}}_{l,j}$ 는 후보 사용자 단말 (1,j)의 $L \times 1$ 전송신호벡터, $\mathbf{z}^{(k)}$ 는 AP k의 $N \times 1$ 잡음벡터이다.

[0079] 이 경우, 선택 사용자 단말들은 어떤 종류의 채널 정보도 알지 못하기 때문에, 채널 정보를 이용하여 빔을 형성하여 송신하는 것이 불가능할 수 있다. 그래서, 선택 사용자 단말들은 코드북 기반의 빔형성 기법을 이용할 수 있다.

[0080] 여기서, Q개의 송신 빔 벡터로 구성된 코드북을 $V = \{\mathbf{v}(q)\}_{q \in [1:Q]}$ 라고 정의한다. 그리고, 선택 사용자 단말 (1,j)의 송신 빔 벡터를 $\mathbf{v}_{l,j} \in V$ 라고 하고, 후보 사용자 단말 (1,j)의 송신 빔 벡터를 $\mathbf{w}_{l,j} \in V$ 라고 가정하는 경우, 통신 장치 k(206)가 수신하는 신호 벡터는 하기 수학식 10과 같다.

수학식 10

$$\mathbf{y}^{(k)} = \sum_{l=1}^M \sum_{j \in A_l} \mathbf{H}_{l,j}^{(k)} \mathbf{v}_{l,j} x_{l,j} + \sum_{l=1}^M \sum_{j \in B_l} \mathbf{G}_{l,j}^{(k)} \mathbf{w}_{l,j} \bar{x}_{l,j} + \mathbf{z}^{(k)}$$

[0081]

[0082] 그러면, 단일 안테나일 때 결정된 수학식 3은 수학식 10에 따라 하기 수학식 11로 변환될 수 있다.

수학식 11

$$\theta_{l,j}^{(k,i)}(q) = \frac{\left(\mathbf{H}_{k,i}^{(k)} \mathbf{v}_{k,i} \right)^* \mathbf{G}_{l,j}^{(k)} \mathbf{v}(q)}{\left\| \mathbf{H}_{k,i}^{(k)} \mathbf{v}_{k,i} \right\| \left\| \mathbf{G}_{l,j}^{(k)} \mathbf{v}(q) \right\|}$$

[0083]

[0084] 따라서 후보 사용자 단말(1,j)가 q 번째 송신빔벡터를 사용하였을 때, $\theta_{l,j}^{(k,i)}(q)$ 는 선택 사용자 단말 (k,i)에서 통신 장치 k(206)로의 채널 및 후보 사용자 단말(1,j)에서 통신 장치 k로의 채널에 대한 각도로 정의될 수 있다. 이러한 각도에 기초하여 최종 사용자 집단인 $\{S_k\}_{k \in [1:M]}$ 가 갱신될 수 있다.

[0085] 도 3은 일실시예에 따른 선택 사용자 단말을 업데이트하여 최종 사용자 집단을 결정하는 과정을 도시한 도면이다.

[0086] 도 3을 참고하면, 통신 장치 k로부터 현재 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말로 구성된 사용자 집단 $A_k(300)$ 이 도시된다. 그리고, 통신 장치 k의 셀 커버리지에 속하지만 통신 장치 k로부터 통신 서비스를 제공받지 않고 있는 후보 사용자 단말로 구성된 사용자 집단 $B_k(310)$ 이 도시된다.

[0087] 통신 장치 k에 대해 매 전송 슬롯마다 통신 서비스를 제공할 선택 사용자 단말로 구성된 사용자 집단 $A_k(300)$ 이

업데이트될 수 있다. 이렇게 업데이트된 사용자 집단 $A_k(300)$ 는 현재 전송 슬롯에서 통신 장치 k 로부터 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말로 구성된 최종 사용자 집단인 $S_k(320)$ 가 될 수 있다.

[0088] 즉, 본 발명의 일실시예에 따르면, 부분적인 선택 사용자 단말이 업데이트될 수 있다. 구체적으로, 제어 장치는 후보 사용자 단말로 구성된 사용자 집단 $B_k(310)$ 에서 일부 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말로 결정할 후, 기존의 사용자 집단 $A_k(300)$ 과 더하여 최종 사용자 집단 $S_k(320)$ 을 구성할 수 있다. 이를 위해서는 제어 장치는 사용자 집단 $B_k(310)$ 에 포함된 후보 사용자 단말들 중 전체 전송합이 극대화되도록 선택 사용자 단말로 전환될 후보 사용자 단말이 결정될 수 있다. 한편, 본 발명의 일실시예에 따르면, 통신 장치들 간에 직접적인 채널 정보의 교환이 요구되지 않는다.

[0089] 도 4는 일실시예에 따른 통신 장치들 간에 채널 정보를 교환하지 않고 선택 사용자 단말을 업데이트하는 과정을 도시한 도면이다.

[0090] 앞서 설명한 바와 같이, 동적으로 적용되는 기회적 간섭 정렬은 선택 사용자 단말이나 후보 사용자 단말이 직접 채널 정보를 획득할 필요가 없다. 그리고, 통신 장치도 지엽적인 채널 정보만으로 기회적 간섭 정렬을 수행할 수 있다.

[0091] 특히, 통신 장치가 액세스 포인트인 경우, 무선랜 환경에 속한 모든 사용자 단말에 대한 채널 정보를 획득하기 어렵기 때문에, 동적 다중 셀이 적용되는 환경에서는 제약적인 채널 정보만으로 기회적 간섭 정렬이 적용될 필요가 있다.

[0092] 뿐만 아니라, 동적으로 적용되는 기회적 간섭 정렬에서 부분적으로 선택 사용자 단말을 업데이트하는 것도, 통신 장치인 액세스 포인트들 간의 채널 정보가 직접적으로 교환되지 않고 구현될 필요가 있다.

[0093] 통신 장치 $k(404)$ 는 이전의 통신 장치 $k-1$ 로부터 부분적으로 계산된 $\{\delta_{l,j}\}_{l=[1:M],j \in B_l}$ 를 백홀(bakhaul) 채널을 통해 수신할 수 있다. 이 때, $\delta_{l,j}$ 의 초기값은 0으로 설정된다. 그러면, 통신 장치 $k(404)$ 는 $\{\delta_{l,j}\}_{l=[1:M],j \in B_l}$ 를 하기 수학식 12와 같이 업데이트할 수 있다.

수학식 12

$$\delta_{l,j} \rightarrow \delta_{l,j} + \sum_{i \in S_k} |\theta_{l,j}^{(k,i)}|$$

[0094]

[0095] 즉, 통신 장치 $k(404)$ 는 기존에 생성된 $\delta_{l,j}$ 에서 통신 장치 $k(404)$ 에 대한 지엽적인 채널 정보만으로 추가적으로 더함으로써, 통신 장치 $k(404)$ 에 미치는 간섭을 업데이트할 수 있다. 통신 장치 $k(404)$ 는 업데이트된 $\{\delta_{l,j}\}_{l=[1:M],j \in B_l}$ 를 다음 통신 장치 $k+1(405)$ 에 백홀 채널을 통해 전달할 수 있다.

$\{\delta_{l,j}\}_{l=[1:M],j \in B_l}$ 를 다음 통신 장치 $k+1(405)$ 에 백홀 채널을 통해 전달할 수 있다.

[0096] 동일한 과정을 모든 통신 장치에서 수행하는 경우, 최종 통신 장치 M(406)은 $\{\delta_{l,j}\}_{l=[1:M],j \in B_l}$ 를 결정할 수

있다. 그러면, 통신 장치 M(406)은 $\{\delta_{l,j}\}_{l=[1:M],j \in B_l}$ 를 이용하여 선택 사용자 단말을 업데이트할 수 있다.

[0097] 이 후, 통신 장치 M(406)은 새롭게 업데이트된 선택 사용자 단말에 대한 정보를 백홀 채널을 통해 모든 통신 장치에게 알릴 수 있다. 그러면, 통신 장치들은 업데이트된 선택 사용자 단말을 등록할 수 있다.

[0098] 또한 통신 장치가 다음 통신 장치로 $\{\delta_{l,j}\}_{l=[1:M],j \in B_l}$ 를 전달하는 경우, 선택될 가능성이 없는 후보 사용자 단말을 도중에 탈락시킬 수 있다. 예를 들어, 이미 N개의 선택 사용자 단말이 통신 서비스를 제공하는 통신 장치

에 통신 서비스를 받고자 하는 후보 사용자 단말이나 또는 간섭 정보인 $\delta_{l,j}$ 가 기준치 ϵ 를 초과하는 후보 사용자 단말은 도중에 탈락될 수 있다. 이러한 탈락 과정을 통해 통신 장치들 각각은 백홀 채널을 통해 전달되는 $\{\delta_{l,j}\}_{l=[1:M],j \in B_l}$ 를 효율적으로 계산할 수 있다.

[0099] 도 5는 제2실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 도시한 도면이다.

[0100] 단계(501)에서, 제어 장치는 셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들에 대한 전체 간섭 정보를 판단할 수 있다. 이 때, 전체 간섭 정보는 셀 커버리지에 속한 복수의 통신 장치들 각각이 부분적으로 업데이트한 간섭 정보에 따라 결정될 수 있다.

[0101] 복수의 통신 장치들 중 k번째 통신 장치는 k-1번째 통신 장치에 대한 간섭 정보에 k번째 통신 장치에 대한 간섭 정보를 업데이트한 후, k+1번째 통신 장치에 업데이트된 간섭 정보를 전달할 수 있다.

[0102] 그리고, k번째 통신 장치에 대한 간섭 정보는, k번째 통신 장치에 대한 후보 사용자 단말과 k번째 통신 장치 간의 채널 정보 및 k번째 통신 장치에 대한 선택 사용자 단말과 k번째 통신 장치 간의 채널 정보에 기초하여 결정될 수 있다.

[0103] 단계(502)에서, 제어 장치는 전체 간섭 정보에 기초하여 복수의 통신 장치들 각각에 대해 서비스를 제공받을 선택 사용자 단말을 업데이트할 수 있다.

[0104] 단계(503)에서, 제어 장치는 업데이트된 선택 사용자 단말을 복수의 통신 장치들에게 알릴 수 있다.

[0105] 도 6은 제3실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 도시한 도면이다.

[0106] 단계(601)에서, 제어 장치는 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 대해 통신 서비스를 종료한 후 네트워크 자원을 반납한 선택 사용자 단말을 결정할 수 있다.

[0107] 단계(602)에서, 제어 장치는 복수의 후보 사용자 단말들 중에서 선택 사용자 단말에 영향을 미치는 간섭 정보에 따라 적어도 하나의 후보 사용자 단말을 선택할 수 있다.

[0108] 단계(603)에서, 제어 장치는 통신 장치에 의해 통신 서비스를 제공받는 최종 사용자 집단에서 결정된 선택 사용자 단말을 제외하고, 선택된 후보 사용자 단말을 업데이트할 수 있다. 즉, 제어 장치는 기존의 선택 사용자 단말들 중 통신 서비스를 종료한 선택 사용자 단말들을 제외하고, 후보 사용자 단말들 중 간섭 정보가 기준치를 초과하지 않는 후보 사용자 단말들을 새로운 선택 사용자 단말들로 업데이트함으로써, 통신 장치에 대해 통신 서비스를 제공받을 최종적인 선택 사용자 단말을 결정할 수 있다.

[0109] 도 7은 제4실시예에 따른 통신 서비스 제공 방법을 도시한 도면이다.

[0110] 단계(701)에서, 제어 장치는 셀 커버리지에 속한 통신 장치에 통신 서비스를 제공받고자 하는 후보 사용자 단말

들 각각에 대해 이미 통신 서비스를 제공받는 선택 사용자 단말들에 대한 간섭 정보를 판단할 수 있다.

- [0111] 단계(702)에서, 제어 장치는 후보 사용자 단말들의 간섭 정보에 기초하여 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말로 전환할 지 여부를 결정할 수 있다.
- [0112] 이 때, 후보 사용자 단말들의 간섭 정보가 기준치를 초과하지 않는 경우, 해당 후보 사용자 단말은 선택 사용자 단말로 전환될 수 있다. 다만, 통신 장치가 이미 정해진 N개의 선택 사용자 단말에게 통신 서비스를 제공하고 있는 경우, 후보 사용자 단말의 간섭 정보가 기준치를 초과하지 않더라도 선택 사용자 단말로 전환될 수 없다.
- [0113] 도 8은 일실시예에 따른 단일 안테나를 가진 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말로 전환하는 과정을 나타낸 알고리즘이다.
- [0114] 도 8은 후보 사용자 단말이 1개의 안테나를 가질 때, 후보 사용자 단말들 중 일부를 선택 사용자 단말로 전환하여, 통신 장치에 대해 통신 서비스를 제공받을 선택 사용자 단말을 업데이트하는 과정을 나타낸다. 도 8의 설명은 도 2에서 구체적으로 설명하였으니 여기서는 생략하기로 한다.
- [0115] 도 9는 일실시예에 따른 다중 안테나를 가진 후보 사용자 단말을 선택 사용자 단말로 전환하는 과정을 나타낸 알고리즘이다.
- [0116] 도 9는 후보 사용자 단말이 복수의 안테나를 가질 때, 후보 사용자 단말들 중 일부를 선택 사용자 단말로 전환하여, 통신 장치에 대해 통신 서비스를 제공받을 선택 사용자 단말을 업데이트하는 과정을 나타낸다. 도 9의 설명은 도 2에서 구체적으로 설명하였으니 여기서는 생략하기로 한다.
- [0117] 도 10은 일실시예에 따른 SNR이 5dB인 경우, 셀 커버리지에 대한 후보 사용자 단말의 수에 기초한 전송합을 도시한 그래프이다.
- [0118] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 동적 기회적 간섭 정렬에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 시뮬레이션을 위해 간섭 정보에 대해 전송합이 최대가 되는 기준 정보는 ϵ 로 설정되었다.

표 1

Parameter	Value
Number of candidates per cell	10, 30, 50, 100,
Number of APs	2,3,4
Number of AP antennas	2,3,4
Probability of service termination	0.5

- [0120] 도 10은 SNR이 5dB인 경우, 셀당 후보 사용자 단말의 수에 따른 전송합을 나타낸다. 다중 셀에서의 기회적 간섭 정렬에 의한 효율성을 확인하기 위해, 단일 셀에서의 다중 안테나 기법이 적용되었을 때의 전송합도 함께 고려되었다.
- [0121] 도 10에 의하면, 다중 셀에서의 기회적 간섭 정렬이 수행되었을 때, 단일 셀에 비해서 셀당 후보 사용자 단말의 수가 적을 때에도 기회적 간섭 정렬에 의한 전송합의 비율이 높은 것으로 확인된다. 특히, 셀이 2개 존재하는 경우, 후보 사용자 단말의 수가 셀당 10명 정도만 확보되어도, 단일 셀에 비해서 65% 정도의 전송율 향상이 나타난다.
- [0122] 도 11은 일실시예에 따른 SNR이 10dB인 경우, 셀 커버리지에 대한 후보 사용자 단말의 수에 기초한 전송 합을 도시한 그래프이다.
- [0123] 도 11은 도 10과 달리 SNR이 10dB인 경우, 셀당 후보 사용자 단말의 수에 따른 전송합을 나타낸다. 도 11도, 다중 셀에서의 기회적 간섭 정렬에 의한 효율성을 확인하기 위해, 단일 셀에서의 다중 안테나 기법이 적용되었을 때의 전송합도 함께 고려되었다.
- [0124] 도 11을 참고하면, 셀의 수가 증가할수록 기회적 간섭 정렬의 전송합이 단일 셀인 경우보다 상대적으로 더 많은 후보 사용자 단말의 수가 확보될 필요가 있다. 하지만, 기회적 간섭 정렬을 적용하면 적은 후보 사용자 단말의 수만으로도(ex. 10~30명 내외) 전송합의 이득을 얻을 수 있기 때문에, 다중 셀을 동시에 적용하는 것이 효율적이라는 것을 알 수 있다.
- [0125] 마찬가지로, 셀이 2개 존재하는 경우, 후보 사용자 단말의 수가 셀당 10명 정도만 확보되어도, 단일 셀에 비해

서 65% 정도의 전송율 향상이 나타난다.

[0126] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0127] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0128] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0129] 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.

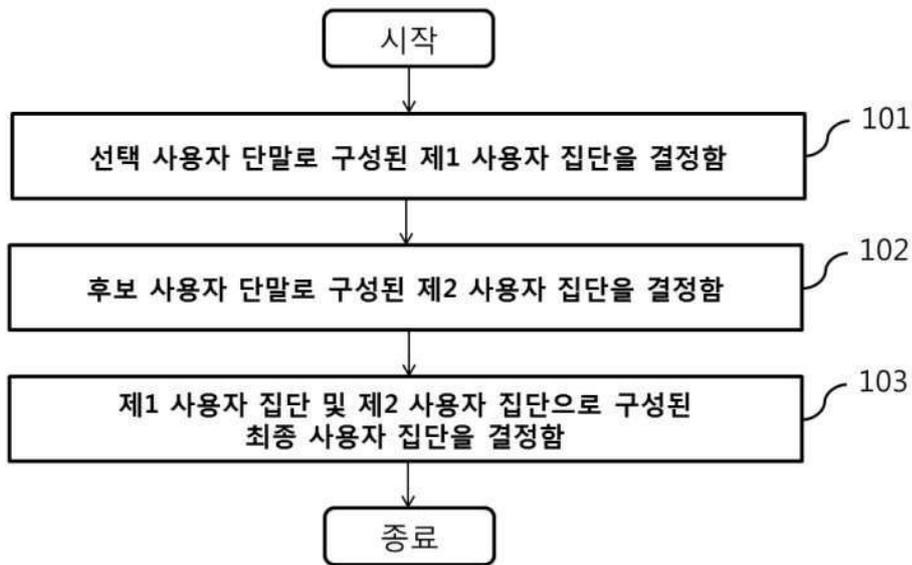
부호의 설명

- [0130] 201: 셀 커버리지
- 202: 선택 사용자 집단 (Ak)
- 203: 후보 사용자 집단 (Bk)
- 204: 선택 사용자 단말
- 205: 후보 사용자 단말
- 206: 통신 장치 k

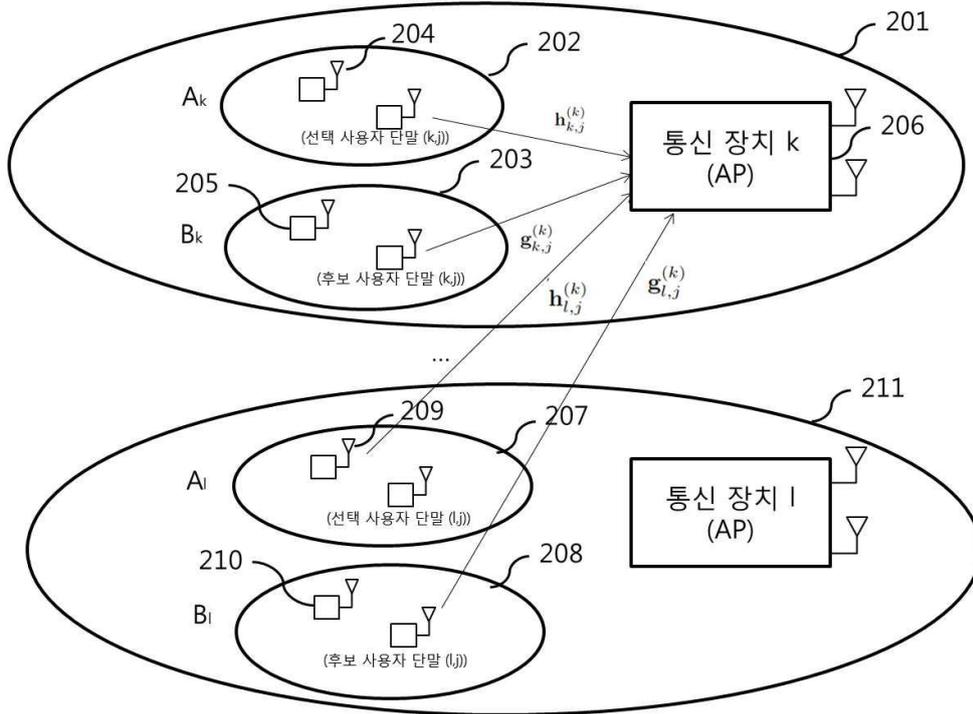
- 207: 선택 사용자 집단 (A1)
- 208: 후보 사용자 집단 (B1)
- 209: 선택 사용자 단말
- 210: 후보 사용자 단말
- 211: 셀 커버리지

도면

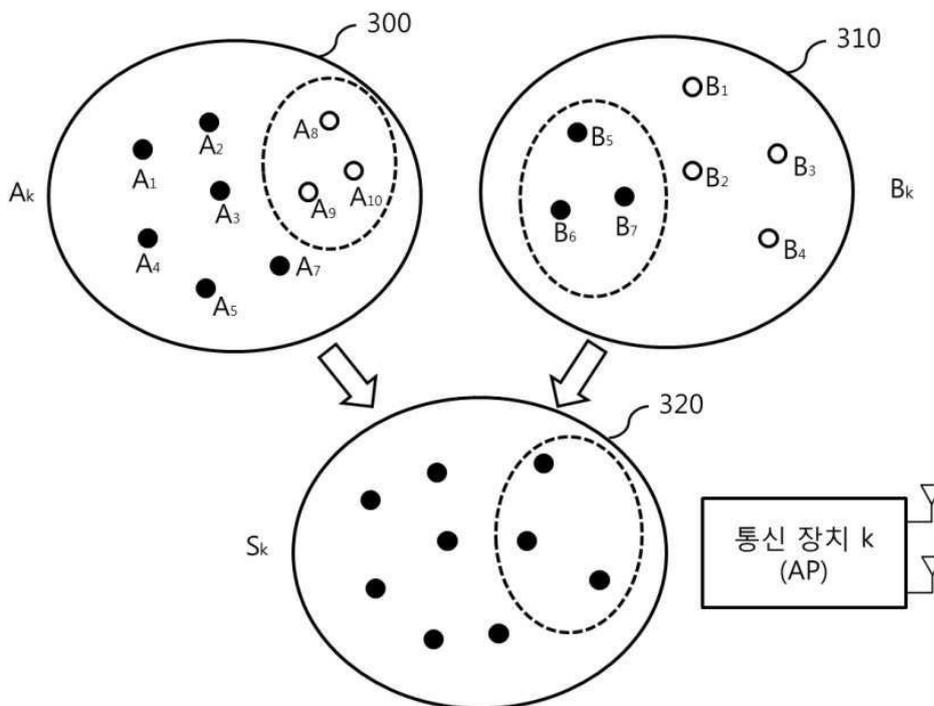
도면1



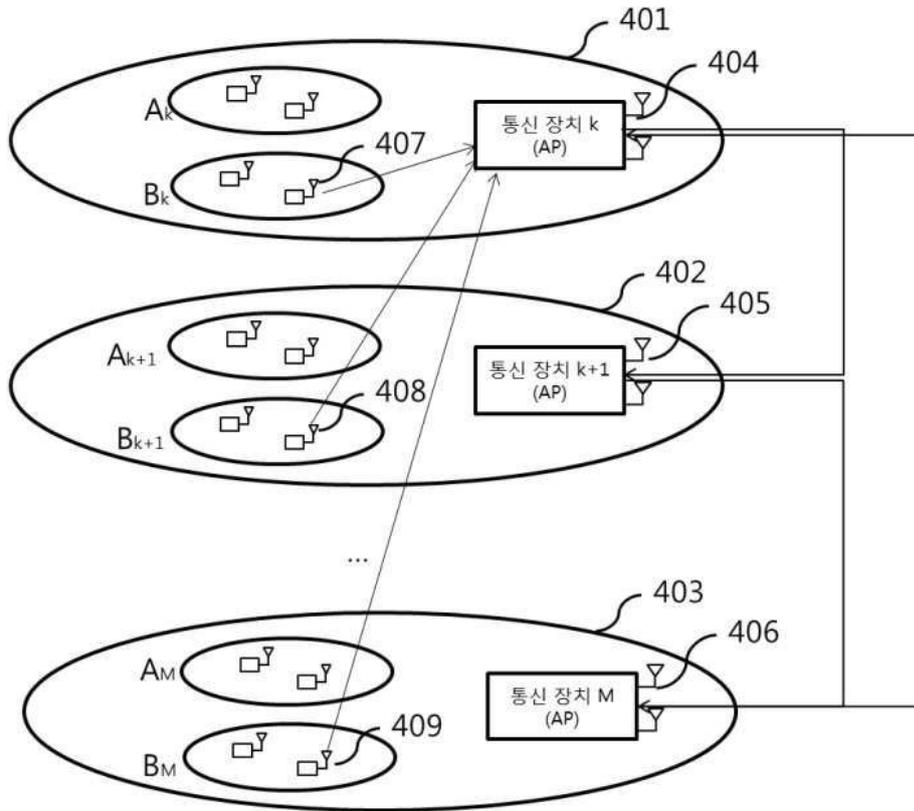
도면2



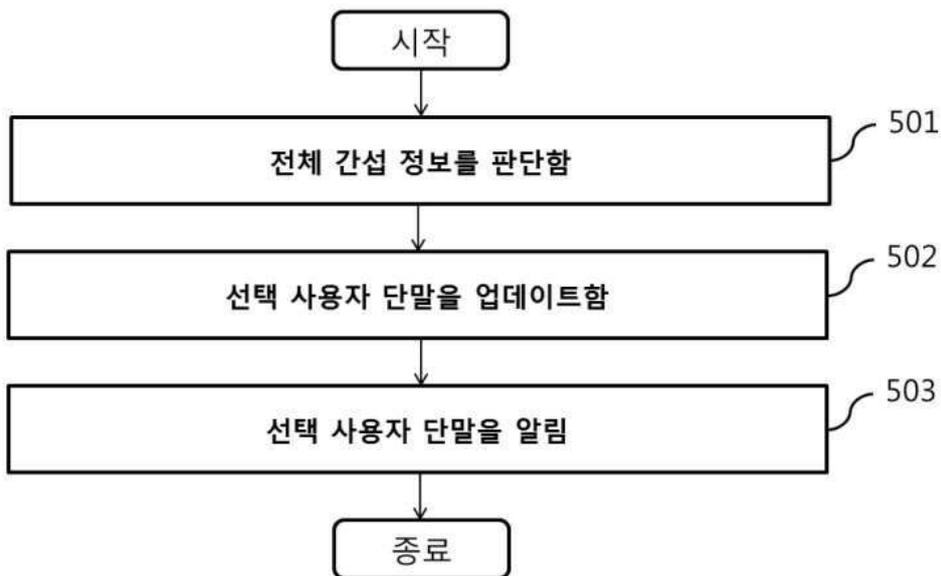
도면3



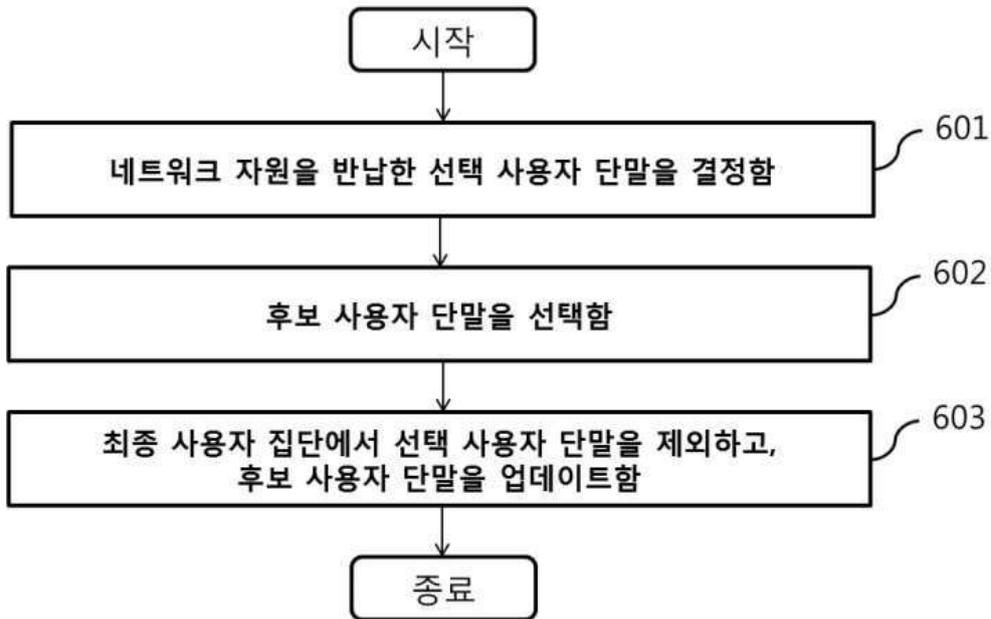
도면4



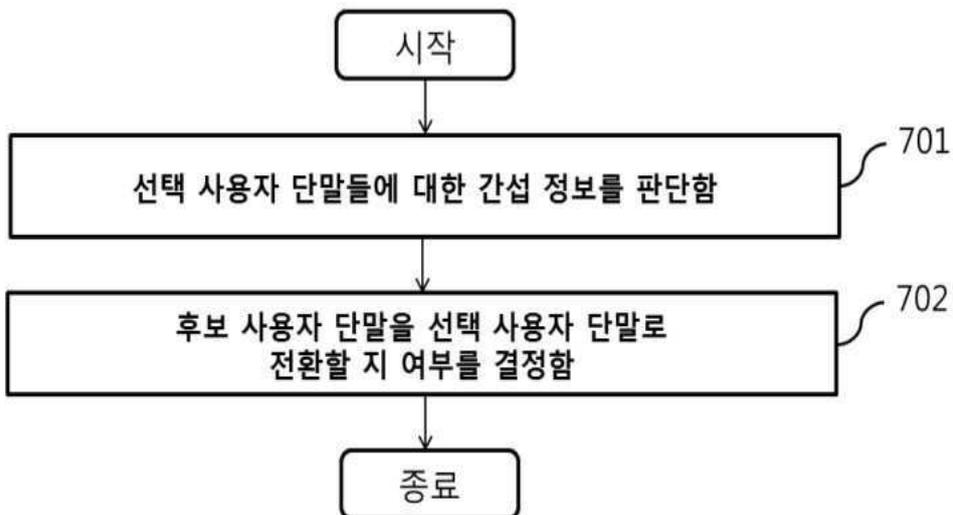
도면5



도면6



도면7



도면8

```

Result:  $\{\mathcal{S}_k\}_{k \in [1:M]}$ 
Initialization:
for  $k = [1 : M]$  do
  | set  $\mathcal{S}_k = \mathcal{A}_k$ ;
end
if  $\cup_{k=1}^M \mathcal{S}_k = \emptyset$  and  $\cup_{k=1}^M \mathcal{B}_k \neq \emptyset$  then
  | set  $(l^*, j^*) = \arg \max_{k \in [1:M], i \in \mathcal{B}_i} \|g_{k,i}^{(k)}\|$ ;
  | update  $\mathcal{S}_{l^*} = \mathcal{S}_{l^*} \cup \{\text{candidate } (l^*, j^*)\}$  and  $\mathcal{B}_{l^*} = \mathcal{B}_{l^*} \setminus \{\text{candidate } (l^*, j^*)\}$ ;
  | for  $k = [1 : M]$  do
    | set  $h_{l^*, j^*}^{(k)} = g_{l^*, j^*}^{(k)}$ ;
  | end
  | else
    | return  $\{\mathcal{S}_k\}_{k \in [1:M]}$ ;
  | end
Serving User Update:
set flag = true;
while flag = true do
  | for  $l \in [1 : M]$  do
    | if  $|\mathcal{S}_l| < N$  then
      | set  $\delta_{l,j} = \sum_{k=1}^M \sum_{i \in \mathcal{S}_k} |\theta_{l,j}^{(k,i)}|$  for all  $j \in \mathcal{B}_l$ ;
    | else
      | set  $\delta_{l,j} = 2\epsilon$  for all  $j \in \mathcal{B}_l$ ;
    | end
  | end
  | set  $(l^*, j^*) = \arg \min_{l \in [1:M], j \in \mathcal{B}_l} \delta_j^{(l)}$ ;
  | if  $\delta_{l^*, j^*} \leq \epsilon$  then
    | update  $\mathcal{S}_{l^*} = \mathcal{S}_{l^*} \cup \{\text{candidate } (l^*, j^*)\}$  and  $\mathcal{B}_{l^*} = \mathcal{B}_{l^*} \setminus \{\text{candidate } (l^*, j^*)\}$ ;
    | for  $k = [1 : M]$  do
      | set  $h_{l^*, j^*}^{(k)} = g_{l^*, j^*}^{(k)}$ ;
    | end
  | else
    | set flag = false;
  | end
end
return  $\{\mathcal{S}_k\}_{k \in [1:M]}$ ;

```

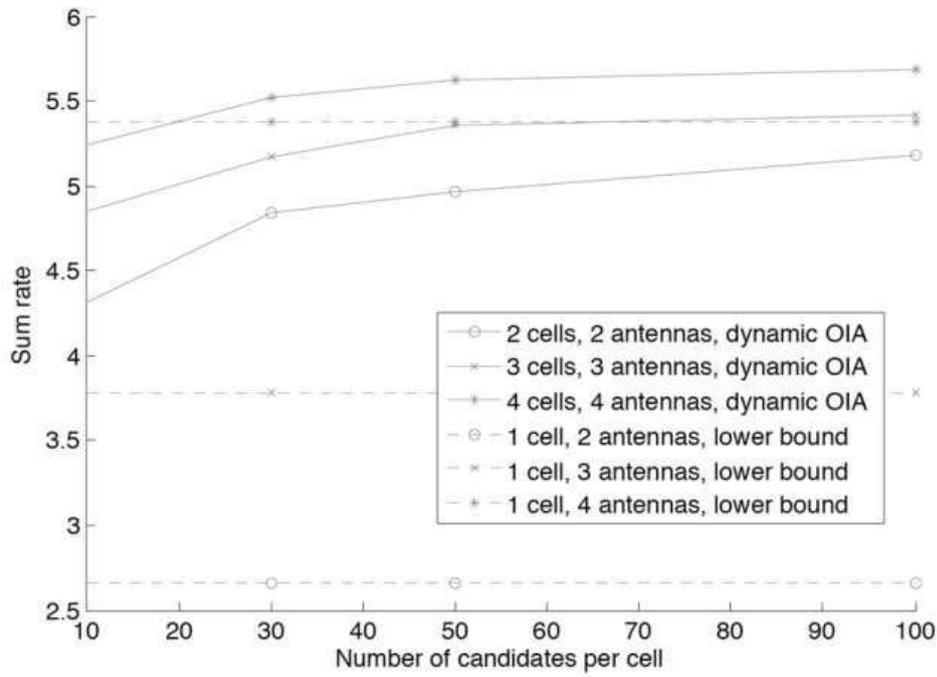
도면9

```

Result:  $\{\mathcal{S}_k\}_{k \in [1:M]}$ 
Initialization:
for  $k = [1 : M]$  do
    | set  $\mathcal{S}_k = \mathcal{A}_k$ ;
end
if  $\cup_{k=1}^M \mathcal{S}_k = \emptyset$  and  $\cup_{k=1}^M \mathcal{B}_k \neq \emptyset$  then
    | set  $(l^*, j^*, q^*) = \arg \max_{k \in [1:M], i \in \mathcal{B}_i, q \in [1:Q]} \|\mathbf{G}_{k,i}^{(k)} \mathbf{v}(q)\|$ ;
    | update  $\mathcal{S}_{l^*} = \mathcal{S}_{l^*} \cup \{\text{candidate } (l^*, j^*)\}$  and  $\mathcal{B}_{l^*} = \mathcal{B}_{l^*} \setminus \{\text{candidate } (l^*, j^*)\}$ ;
    | for  $k = [1 : M]$  do
        | | set  $\mathbf{H}_{l^*, j^*}^{(k)} = \mathbf{G}_{l^*, j^*}^{(k)}$  and  $\mathbf{v}_{l^*, j^*}^{(k)} = \mathbf{v}(q^*)$ ;
    | end
else
    | return  $\{\mathcal{S}_k\}_{k \in [1:M]}$  and  $\{\mathcal{V}_k\}_{k \in [1:M]}$ ;
end
Serving User Update:
set flag = true;
while flag = true do
    | for  $l \in [1 : M]$  do
        | | if  $|\mathcal{S}_l| < N$  then
            | | | set  $\delta_{l,j}(q) = \sum_{k=1}^M \sum_{i \in \mathcal{S}_k} |\theta_{l,j}^{(k,i)}(q)|$  for all  $j \in \mathcal{B}_l$  and  $q \in [1 : Q]$ ;
            | | else
            | | | set  $\delta_{l,j}(q) = 2\epsilon$  for all  $j \in \mathcal{B}_l$  and  $q \in [1 : Q]$ ;
            | | end
        | | end
        | | set  $(l^*, j^*, q^*) = \arg \min_{l \in [1:M], j \in \mathcal{B}_l, q \in [1:Q]} \delta_j^{(l)}(q)$ ;
        | | if  $\delta_{l^*, j^*}(q^*) \leq \epsilon$  then
            | | | update  $\mathcal{S}_{l^*} = \mathcal{S}_{l^*} \cup \{\text{candidate } (l^*, j^*)\}$  and  $\mathcal{B}_{l^*} = \mathcal{B}_{l^*} \setminus \{\text{candidate } (l^*, j^*)\}$ ;
            | | | for  $k = [1 : M]$  do
                | | | | set  $\mathbf{H}_{l^*, j^*}^{(k)} = \mathbf{G}_{l^*, j^*}^{(k)}$  and  $\mathbf{v}_{l^*, j^*}^{(k)} = \mathbf{v}(q^*)$ ;
            | | | end
            | | else
            | | | set flag = false;
            | | end
        | | end
    | end
return  $\{\mathcal{S}_k\}_{k \in [1:M]}$ ;

```

도면10



도면11

