



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월04일
(11) 등록번호 10-1469143
(24) 등록일자 2014년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0054726
(22) 출원일자 2008년06월11일
심사청구일자 2013년06월03일
(65) 공개번호 10-2009-0128789
(43) 공개일자 2009년12월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050064156 A*
KR1020080037398 A*
US20050192037 A1*
US20070268816 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
살렘 모하메드 라세드
캐나다 온타리오 케이2이-6에이치9 오타와 1124미
도랜드드라이브 아파트 419
애디노이 압둘카림
캐나다 온타리오 케이1브이-6에이4 오타와 1556-
에이치헤론 로드
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 10 항

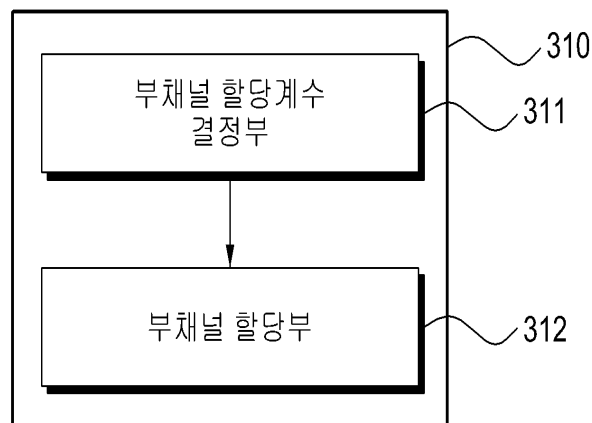
심사관 : 남인호

(54) 발명의 명칭 OFDMA 시스템에서 부채널 할당과 간섭을 제어하는방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 직교 주파수 분할 다중 접속 방식(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA) 시스템 상의 적어도 하나의 단말기의 큐 길이(queue length)와, 상기 적어도 하나의 단말기와 적어도 하나의 중계기의 신호 대 간섭 및 잡음비(signal to interference plus noise ratio: SINR)를 이용하여 부채널(subchannel) 할당 계수를 결정하는 부채널 할당 계수 결정부 및 상기 부채널 할당 계수를 이용하여, 상기 OFDMA 시스템 상에 형성된 적어도 하나의 링크(link)에 부채널(subchannel)을 할당하는 부채널 할당부를 포함하는 것을 특징으로 부채널 할당 장치를 제공한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

라만 마흐무드

캐나다 온타리오 케이2비-6엠9 네피언 58 베이쇼어
드라이브 아파트 511

야니코메로구루 하립

캐나다 온타리오 케이1에이치-6엑스7 오타와 2360
라이더스트리트

팔코너 데이비드

캐나다 온타리오 케이2에이치-7엠5 네피언 33 아빙
돈드라이브

김영두

서울특별시 강남구 선릉로 221, 404동 1002호 (도
곡동, 도곡렉슬아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

다중 접속 시스템에 있어서,

적어도 하나의 단말기로부터 상기 적어도 하나의 단말기에 할당된 적어도 하나의 부채널(subchannel)에 대한 간섭 정보를 수신하는 간섭 정보 수신부;

이전(previous) 프레임에서 할당된 상기 적어도 하나의 단말기의 실제 데이터 레이트(actual data rate)를 이용하여 현재 프레임에서 상기 단말기들의 실제 데이터 레이트의 합을 예측함으로써 기준 값을 정하고, 상기 적어도 하나의 단말기의 데이터 레이트(data rate)가 상기 기준 값을 초과하는지 판단하여 간섭 목록을 작성하는 간섭 목록 작성부; 및

상기 간섭 목록을 무선 네트워크 제어국(Radio Network Controller: RNC)로 전송하는 보고부를 포함하고,

상기 무선 네트워크 제어국은 상기 간섭 목록을 수신하여, 상기 OFDMA 시스템에 할당된 각 부채널마다 데이터 전송을 제한할 기지국 및 중계기 목록을 작성해, 상기 OFDMA 시스템 상의 적어도 하나의 기지국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 간섭 제어 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 적어도 하나의 단말기는,

상기 적어도 하나의 부채널마다 간섭 전력이 큰 순서로 선정된(predetermined) 개수의 간섭 정보를 생성한 후, 상기 간섭 제어 장치로 상기 간섭 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는 간섭 제어 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

다중 접속 시스템에 있어서,

적어도 하나의 중계기로부터 상기 적어도 하나의 중계기기에 할당된 적어도 하나의 부채널(subchannel)에 대한 간섭 정보를 수신하는 간섭 정보 수신부;

상기 적어도 하나의 중계기의 첫 번째(1st) 홉(hop)의 데이터 레이트의 합(sum rate)이 기설정된 기준 값을 초과하는지 판단하여 간섭 목록을 작성하는 간섭 목록 작성부; 및

상기 간섭 목록을 무선 네트워크 제어국(Radio Network Controller: RNC)로 전송하는 보고부를 포함하고,

상기 무선 네트워크 제어국은 상기 간섭 목록을 수신하여, 상기 OFDMA 시스템에 할당된 각 부채널마다 데이터 전송을 제한할 기지국 및 중계기 목록을 작성해, 상기 OFDMA 시스템 상의 적어도 하나의 기지국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 간섭 제어 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 판단부는,

상기 적어도 하나의 중계기의 두 번째(2nd) 홉(hop)의 데이터 레이트의 합을 상기 기준 값으로 정하는 것을 특징으로 하는 간섭 제어 장치.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 간섭 목록 작성부는,

상기 적어도 하나의 부채널마다 간섭 전력이 큰 순서로 간섭을 제한하면서 상기 적어도 하나의 단말기의 데이터 레이트가 상기 기준 값을 초과하는지 판단하고, 상기 기준 값을 초과하는 경우, 상기 제한된 간섭에 대한 간섭 정보를 이용하여 상기 간섭 목록을 작성하는 것을 특징으로 하는 간섭 제어 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 보고부는,

상기 간섭 목록 작성부가 간섭 전력이 큰 순서로 간섭을 제한한 결과, 상기 적어도 하나의 단말기의 데이터 레이트가 상기 기준 값을 초과하면, 상기 간섭들이 제한될 경우 얻을 수 있는 적어도 하나의 단말기의 데이터 레이트를 상기 간섭 목록과 함께 상기 무선 네트워크 제어국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 간섭 제어 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 무선 네트워크 제어국은,

상기 간섭 목록과, 상기 간섭들이 제한될 경우 얻을 수 있는 적어도 하나의 단말기의 데이터 레이트를 이용하여, 상기 각 부채널마다 상기 OFDMA 시스템 전체 데이터 레이트가 최대가 되도록 상기 데이터 전송이 제한될 기지국 및 중계기 목록을 작성하는 것을 특징으로 하는 간섭 제어 장치.

청구항 15

제7항에 있어서,

상기 간섭 제어 장치는,

상기 다중 접속 시스템 상의 적어도 하나의 기지국에 포함되는 것을 특징으로 하는 간섭 제어 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

다중 접속 시스템의 간섭 제어 방법에 있어서,

적어도 하나의 단말기로부터 상기 적어도 하나의 단말기에 할당된 적어도 하나의 부채널(subchannel)에 대한 간섭 정보를 수신하는 단계;

이전(previous) 프레임에서 할당된 상기 적어도 하나의 단말기의 실제 데이터 레이트(actual data rate)를 이용하여 현재 프레임에서 상기 단말기들의 실제 데이터 레이트의 합을 예측함으로써 기준 값을 정하고, 상기 적어도 하나의 단말기의 데이터 레이트(data rate)가 상기 기준 값을 초과하는지 판단하여 간섭 목록을 작성하는 단계; 및

상기 간섭 목록을 무선 네트워크 제어국(Radio Network Controller: RNC)로 전송하는 단계를 포함하고,

상기 무선 네트워크 제어국은 상기 간섭 목록을 수신하여, 상기 OFDMA 시스템에 할당된 각 부채널마다 데이터 전송을 제한할 기지국 및 중계기 목록을 작성해, 상기 OFDMA 시스템 상의 적어도 하나의 기지국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 간섭 제어 방법.

청구항 18

제17항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 직교 주파수 분할 다중 접속 방식(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA) 시스템에서 링크에 부채널(subchannel)을 할당하는 방법 및 장치와 간섭을 제어하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 이동통신 시스템에서 셀 반경 내에 설치된 다수의 중계 노드들을 통해 기지국과 단말 간 발생하는 손실(path loss)을 감소시켜 스루풋(throughput)을 증가시키거나 셀 반경 밖의 단말들을 서비스함으로써 셀 반경 확장을 기대하고 있다. 하지만, 이러한 이동통신 시스템에서는 기지국을 포함하여 트래픽을 유발하는 셀 내의 다수의 노드들로 인해 셀 내 간섭이 많이 발생하고 있다. 그리고, 셀 내에 존재하는 다수의 노드들로 인해 데이터 패킷(packet) 전송시 오버헤드가 많이 발생할 수 있다. 이러한 오버헤드는 셀 간 채널(channel) 재활용으로 극복할 수 있으나, 이 경우에는 셀 간 간섭이 발생하여, 셀 엣지(edge)에 존재하는 사용자들은 자원 할당에 있어 열악한 상황에 처할 수 있다. 따라서 다수의 중계 노드가 설치된 상황에서 셀 내 간섭 및 셀 간 간섭을 최소화하여 스루풋을 향상시키기 위한 자원 할당 방법이 필요하다. 특히 차세대 이동통신 시스템에서는 직교 주파수 분할 다중 접속 방식(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA)이 도입되고 있는데, 이를 고려한 자원 할당 방법이 필요하다. 그리고, 자원 할당을 하는데 있어, 사용자들의 형평성(fairness)도 함께 고려될 필요가 있다.

발명의 내용

[0003] 본 발명은 OFDMA 시스템에서 단말기와 중계기의 큐 길이(queue length)와 신호 대 간섭 및 잡음비(signal to interference plus noise ratio: SINR)를 이용하여 부채널(subchannel)을 링크에 할당하고, 각 노드들의 간섭 정보를 이용하여 간섭 목록을 작성하도록 함으로써, 단말기 간의 형평성을 유지하면서 셀 전체 스루풋(throughput)을 높일 수 있도록 한다.

[0004] 본 발명의 일실시예에 따른 부채널 할당 장치는 직교 주파수 분할 다중 접속 방식(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA) 시스템 상의 적어도 하나의 단말기의 큐 길이(queue length)와, 상기 적어도 하나의 단말기와 적어도 하나의 중계기의 신호 대 간섭 및 잡음비(signal to interference plus noise ratio: SINR)를 이용하여 부채널(subchannel) 할당 계수를 결정하는 부채널 할당 계수 결정부 및 상기 부채널 할당 계수를 이용하여, 상기 OFDMA 시스템 상에 형성된 적어도 하나의 링크(link)에 부채널(subchannel)을 할당하는 부채널 할당부를 포함한다.

[0005] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 간섭 제어 장치는 직교 주파수 분할 다중 접속 방식(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA) 시스템 상의 적어도 하나의 노드로부터 상기 적어도 하나의 노드에 할당된

적어도 하나의 부채널(subchannel)에 대한 간섭 정보를 수신하는 간섭 정보 수신부, 상기 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트(data rate)가 기준 값(threshold)을 초과하는지 판단하는 판단부, 상기 데이터 레이트가 상기 기준 값을 초과하지 않는 경우, 상기 간섭 정보를 이용하여 간섭 목록을 작성하는 간섭 목록 작성부 및 상기 간섭 목록을 무선 네트워크 제어국(Radio Network Controller: RNC)로 전송하는 보고부를 포함하고, 상기 무선 네트워크 제어국은 상기 간섭 목록을 수신하여, 상기 OFDMA 시스템에 할당된 각 부채널 마다 데이터 전송을 제한할 기지국 및 중계기 목록을 작성해, 상기 OFDMA 시스템 상의 적어도 하나의 기지국으로 전송한다.

[0006] 또한, 본 발명의 일실시에 따른 부채널 할당 방법은 직교 주파수 분할 다중 접속 방식(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA) 시스템 상의 적어도 하나의 단말기의 큐 길이(queue length)와, 상기 적어도 하나의 단말기와 적어도 하나의 중계기의 신호 대 간섭 및 잡음비(signal to interference plus noise ratio: SINR)를 이용하여 부채널(subchannel) 할당 계수를 결정하는 단계 및 상기 부채널 할당 계수를 이용하여, 상기 OFDMA 시스템 상에 형성된 적어도 하나의 링크(link)에 부채널(subchannel)을 할당하는 단계를 포함한다.

[0007] 또한, 본 발명의 일실시에에 따른 간섭 제어 방법은 직교 주파수 분할 다중 접속 방식(Orthogonal Frequency Division Multiple Access: OFDMA) 시스템 상의 적어도 하나의 노드로부터 상기 적어도 하나의 노드에 할당된 적어도 하나의 부채널(subchannel)에 대한 간섭 정보를 수신하는 단계, 상기 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트(data rate)가 기준 값(threshold)을 초과하는지 판단하는 단계, 상기 데이터 레이트가 상기 기준 값을 초과하지 않는 경우, 상기 간섭 정보를 이용하여 간섭 목록을 작성하는 단계 및 상기 간섭 목록을 무선 네트워크 제어국(Radio Network Controller: RNC)로 전송하는 단계를 포함하고, 상기 무선 네트워크 제어국은 상기 간섭 목록을 수신하여, 상기 OFDMA 시스템에 할당된 각 부채널 마다 데이터 전송을 제한할 기지국 및 중계기 목록을 작성해, 상기 OFDMA 시스템 상의 적어도 하나의 기지국으로 전송한다.

[0008] 본 발명은 OFDMA 시스템에서 단말기와 중계기의 큐 길이(queue length)와 신호 대 간섭 및 잡음비(signal to interference plus noise ratio: SINR)를 이용하여 부채널(subchannel)을 링크에 할당하고, 각 노드들의 간섭 정보를 이용하여 간섭 목록을 작성하도록 함으로써, 단말기 간의 형평성을 유지하면서 셀 전체 스루풋(throughput)을 높일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0009] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0010] 도 1은 본 발명의 일실시에에 따른 OFDMA 통신 시스템을 도시한 도면이다.

[0011] 도 1을 참조하면, 기지국(110), 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123) 및 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)가 존재한다.

[0012] 먼저, OFDMA 통신 시스템 상에 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)가 M개, 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)가 K개 있다고 가정하자. 그러면 OFDMA 통신 시스템의 부채널(subchannel)이 할당될 수 있는 전체 링크(link) 수는 기지국(110)과 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)사이에 K 링크, 기지국(110)과 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)사이에 M 링크, 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)와 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)사이에 MK 링크가 존재하므로, 총 $M(1+K)+K$ 개이다. 그리고 상기 부채널은 상기 링크들에 하나씩 할당된다. 본 발명에 따른 부채널 할당 장치가 부채널을 상기 링크들에 할당하기 전에, 먼저 부채널 할당 장치는 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)의 큐 길이(queue length)와 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135) 및 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)의 신호 대 간섭 및 잡음비(signal to interference plus noise ratio: SINR)를 이용하여, 부채널 할당 계수를 결정한다.

[0013] 본 발명의 일실시에에 따르면, 기지국(110)과 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)는 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)의 큐 길이 정보를 저장할 수 있다. 따라서 부채널 할당 장치는 기지국(110)과 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)로부터 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)의 큐 길이 정보를 획득하여 지속적으로 업데이트를 할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일실시에에 따르면, 상기 부채널 할당 장치는 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)와 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)로부터 SINR 정보를 획득할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일실시에에 따르면, 상기 부채널 할당 장치는 기지국(110)에 포함되는 장치일 수 있다. 이 경우, 기지국(110)이 상기 큐 길이 정보와 상기 SINR 정보를 가질 수 있다.

[0016] 본 발명의 일실시예에 따르면, 부채널 할당 장치는 상기 $M(1+K)+K$ 개의 링크마다 모든 부채널에 기초하여, 상기 큐길이 및 상기 SINR을 이용하여 계산된 데이터 레이트(rate)에 비례하도록 상기 부채널 할당 계수를 결정할 수 있다. 여기서, 상기 데이터 레이트는 하기의 수학적 식 1로 계산할 수 있다.

수학적 식 1

$$R = W \log_2 \left(1 + \frac{-1.5\beta}{\ln(5BER)} \right)$$

[0017]

[0018] 여기서 β 는 수신된 SINR 값이고, W 는 대역폭을 의미한다.

[0019] 그리고, 기지국과 단말간 형성되는 링크에서 n 번째 부채널에 해당하는 부채널 할당 계수는 하기의 수학적 식 2로 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

$$D_{n,0-k} = R_{0,k,n} \cdot Q_k^0(t)$$

[0020]

[0021] 여기서 n 은 n 번째 부채널, 0 은 기지국을 의미하며, k 는 k 번째 단말기를 의미한다. 그리고 $R_{0,k,n}$ 은 n 번째 부채널에서, 기지국과 k 번째 단말기 사이에서 k 번째 단말기의 데이터 레이트, $Q_k^0(t)$ 은 기지국과 k 번째 단말기 사이에서 k 번째 단말기의 큐 길이를 의미한다.

[0022] 그리고, 기지국과 중계기간 형성되는 링크에서 n 번째 부채널에 해당하는 부채널 할당 계수는 하기의 수학적 식 3으로 나타낼 수 있다.

수학적 식 3

$$D_{n,0-m} = R_{0,m,n} \max_k \{Q_k^0(t) - Q_k^m(t), 0\}$$

[0023]

[0024] 여기서 n 은 n 번째 부채널, 0 은 기지국을 의미하며, m 은 m 번째 중계기를 의미하고, k 는 k 번째 단말기를 의미한다. 그리고 $R_{0,m,n}$ 은 n 번째 부채널에서, 기지국과 m 번째 중계기 사이에서 m 번째 중계기의 데이터 레이트를 의미하고, $\max_k \{Q_k^0(t) - Q_k^m(t), 0\}$ 은 기지국과 k 번째 단말기 사이의 k 번째 단말기의 큐 길이에서 m 번째 중계기와 k 번째 단말기 사이의 k 번째 단말기의 큐 길이를 빼서 구한 큐 길이를 의미한다. 그리고 만약, 상기 큐 길이가 음수가 되는 경우에는 기지국과 m 번째 중계기 사이의 부채널 할당 계수 값은 0 이 된다.

[0025] 그리고, 중계기와 단말기 사이에 형성되는 링크에서 n 번째 부채널에 해당하는 부채널 할당 계수는 하기의 수학적 식 4로 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$D_{n,m} = R_{m,k,n} \cdot Q_k^m(t)$$

여기서, n 은 n 번째 부채널을 의미하고, m 은 m 번째 중계기, k 는 k 번째 단말기를 의미한다. 그리고, $R_{m,k,n}$ 는 n 번째 부채널에서, m 번째 중계기와 k 번째 단말기 사이에서 k 번째 단말기의 데이터 레이트를 의미하고, $Q_k^m(t)$ 는 m 번째 중계기와 k 번째 단말기 사이에서 k 번째 단말기의 큐 길이를 의미한다.

부채널 할당 장치는 상기 수학식 1 내지 4를 이용하여 부채널 할당 계수가 정해지면, 상기 부채널 할당 계수를 이용하여, 부채널들을 상기 OFDMA 시스템 상에 형성된 링크들에 할당한다.

본 발명의 일실시예에 의하면, 부채널 할당 장치는 상기 링크들에 부채널이 할당될 경우 상기 링크들에서 계산될 수 있는 부채널 할당 계수들의 합이 최대가 되도록, 부채널을 상기 링크들에 할당할 수 있다. 이는 하기 수학식 5를 통해 간단히 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$\max_{\rho, \gamma} \sum_{n=1}^N \left\{ \sum_{m=0}^M \sum_{k=1}^K \rho_{m,k,n} R_{m,k,n} Q_k^m(t) + \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K \gamma_{0,m,n} R_{0,m,n} \max[Q_k^0(t) - Q_k^m(t), 0] \right\}$$

여기서 $\rho_{m,k,n}$ 와 $\gamma_{0,m,n}$ 는 지시자 변수로 하기의 수학식 6의 특징을 갖는다.

수학식 6

$$\begin{aligned} \rho_{m,k,n} &\in \{0,1\} \forall m,k,n \\ \gamma_{0,m,n} &\in \{0,1\} \forall m,n \\ \sum_{m=0}^M \sum_{k=1}^K \rho_{m,k,n} + \sum_{m=1}^M \gamma_{0,m,n} &\leq 1 \forall n \end{aligned}$$

즉, 상기 수학식 5를 살펴보면, OFDMA 상의 링크들에 부채널을 하나씩 할당하되, 각 링크들에서 부채널에 따라 변하는 부채널 할당 계수들의 합을 비교하여 그 합이 최대가 되는 부채널과 링크의 조합을 결정한다. 본 발명에 따른 OFDMA 시스템의 링크 수는 $M(1+K)+K$ 개 이므로 부채널이 N 개라고 하면, 부채널을 링크에 할당할 수 있는

경우의 수는 $N^P M(1+K) + K$ 이다. 따라서, 부채널 할당 장치는 $N^P M(1+K) + K$ 개수만큼의 부채널과 링크의 조합을 비교하여 수학식 5를 만족시키도록 부채널을 링크에 할당한다.

한편, 본 발명의 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 부채널 할당 장치는 상기 수학식 5를 만족하도록 부채널을 링크에 할당하는 대신, 다른 방법으로 부채널을 링크에 할당할 수 있다. 이하에서는 이에 대해 상세히 설명하기로 한다.

먼저, 부채널 할당 장치는 기지국(110)과 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)사이의 K 링크 및 기지국(110)과 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)사이의 M 링크 중에서 각 링크에서 계산될 수 있는 부채널 할

당 계수가 최대가 되는 링크를 선택한다. 그리고, 이때, 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)는 자신과 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135) 사이의 K 링크 중에서 각 링크의 부채널 할당 계수가 최대가 되는 링크를 선택한다. 그리고 나서 상기 부채널 할당 장치는 상기 선택된 링크들을 이용하여 부채널을 링크에 할당할 수 있다.

[0036] 먼저, 기지국(110)과 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135)사이의 K 링크 및 기지국(110)과 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)사이의 M 링크 중에서 각 링크에서 계산될 수 있는 부채널 할당 계수가 최대가 되는 링크를 선택하는 과정은 하기의 수학식 7로 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$D_{n,0-k} = (R_{0,k,n} \cdot Q_k^0(t)), D_{n,0-m} = R_{0,m,n} \max_k \{Q_k^0(t) - Q_k^m(t), 0\} \longrightarrow D_{n,0} = \max_{j \in \{M \cup K\}} D_{n,0-j}$$

[0037]

[0038] 그리고, 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)가 자신과 적어도 하나의 단말기(131, 132, 133, 134, 135) 사이의 K 링크 중에서 각 링크의 부채널 할당 계수가 최대가 되는 링크를 선택하는 과정은 하기의 수학식 8로 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$D_{n,m} = \max_k [R_{m,k,n} \cdot Q_k^m(t)]$$

[0039]

[0040] 이렇게 각 부채널마다 선택된 링크들과 부채널의 조합이 도 2에서 도시된 표에 나타나있다. 따라서 이하에서는 도 2를 참조하여 링크에 부채널을 할당하는 과정을 설명하기로 한다.

[0041] 도 2은 본 발명의 일실시예에 따라 할당될 부채널을 결정하기 위해 구성된 표를 도시한 도면이다.

[0042] 표(210)를 살펴보면, 세로축에 기재된 $(n_1 \dots n_N)$ 은 부채널들을 의미하고, 가로축에 기재된 BS는 기지국(110)을 의미하며, $(R_1 \dots R_M)$ 은 적어도 하나의 중계기(121, 122, 123)를 의미한다. 그리고, D_{NM} 은 부채널 할당 계수를 의미한다.

[0043] 상기 수학식 7에 따라 선택된 링크들의 부채널 할당 계수가 BS 축을 따라서 존재하고 있고, 상기 수학식 8에 따라 선택된 링크들의 부채널 할당 계수가 R_1 부터 R_M 축을 따라서 존재하고 있다.

[0044] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 부채널 할당 장치는 상기 수학식 7과 8에 의해 선택된 링크들 중에서 부채널이 할당될 링크들의 부채널 할당 계수의 합이 최대가 되도록, 부채널을 링크에 할당할 수 있다. 표(210)을 이용하여 설명하면, 상기 OFDMA 시스템상에 형성된 링크들에는 부채널이 하나씩만 할당되므로, 세로축의 부채널에 따라 링크를 하나씩만 서로 겹치지 않도록 선택할 수 있다. 따라서, 이러한 조건하에 세로축의 각 부채널마다 링크를 하나씩만 서로 겹치지 않도록 선택하되, 상기 선택된 링크들의 부채널 할당 계수의 합이 최대가 되도록 링크를 선택하여 이에 대응하는 부채널을 상기 선택된 링크에 할당한다.

[0045] 도 3는 본 발명의 일실시예에 따른 부채널 할당 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0046] 도 3을 참조하면, 부채널 할당 장치(310)는 부채널 할당 계수 결정부(311) 및 부채널 할당부(312)를 포함할 수 있다.

[0047] 부채널 할당 계수 결정부(311)는 OFDMA 시스템 상에 존재하는 적어도 하나의 단말기의 큐 길이와, 상기 단말기 및 적어도 하나의 중계기의 SINR을 이용하여 부채널 할당 계수를 결정한다.

[0048] 본 발명의 일실시예에 따르면, 부채널 할당 계수 결정부(311)는 상기 큐 길이 및 상기 SINR을 이용하여 계산된

데이터 레이트와 비례하도록 부채널 할당 계수를 결정할 수 있다. 즉, 상기 수학적 식 1 내지 4를 이용하여, 부채널 할당 계수를 결정할 수 있다.

- [0049] 부채널 할당부(312)는 부채널 할당 계수 결정부(311)에서 결정된 부채널 할당 계수를 이용하여 OFDMA 시스템 상에 형성된 적어도 하나의 링크에 부채널을 할당한다.
- [0050] 본 발명의 일실시예에 따르면, 부채널 할당부(312)는 상기 수학적 식 5 내지 6에 따라, 부채널이 할당될 링크들의 부채널 할당 계수의 합이 최대가 되도록 상기 부채널을 상기 적어도 하나의 링크에 할당할 수 있다.
- [0051] 또한, 본 발명의 또 다른 일실시예에 따르면, 부채널 할당부(312)는 상기 수학적 식 7을 이용하여 기지국과 중계기, 기지국과 단말기 사이에 형성된 링크들 중에서 부채널 할당 계수가 최대가 되는 링크를 각 부채널마다 선택할 수 있다. 이때, 중계기는 상기 수학적 식 8을 이용하여 중계기와 단말기 사이에 형성된 링크들 중에서 부채널 할당 계수가 최대가 되는 링크를 각 부채널마다 선택할 수 있다. 그리고 나서 부채널 할당부(312)는 상기 선택된 링크들을 이용하여 부채널이 할당될 링크들의 부채널 할당 계수의 합이 최대가 되도록 상기 부채널을 링크에 할당할 수 있다.
- [0052] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 부채널 할당 장치(310)는 기지국에 포함되는 장치일 수 있다.
- [0053] 지금까지 본 발명에 따른 부채널 할당 장치를 설명하였다. 이하에서는 도 4를 참조하여 본 발명의 다른 간섭 제어 장치를 설명하기로 한다.
- [0054] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 간섭 제어 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0055] 도 4를 참조하면, 간섭 제어 장치(410), 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424), 무선 네트워크 제어국(430)이 도시되어 있다.
- [0056] 간섭 제어 장치(410)는 간섭 정보 수신부(411), 판단부(412), 간섭 목록 작성부(413) 및 보고부(414)를 포함할 수 있다.
- [0057] 본 발명의 일실시예에 따르면, 간섭 제어 장치(410)는 기지국에 포함되는 장치일 수 있다.
- [0058] 간섭 정보 수신부(411)는 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)로부터 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)에 할당된 적어도 하나의 부채널에 대한 간섭 정보를 수신한다.
- [0059] 본 발명의 일실시예에 따르면, 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)는 각 노드에 할당된 적어도 하나의 부채널마다 간섭 전력이 큰 순서로 선정된(predetermined) 개수의 간섭 정보를 생성한 후, 간섭 제어 장치(410)로 상기 간섭 정보를 전송할 수 있다. 예컨대, 선정된 개수가 6개라면, 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)는 각 부채널마다 6개의 간섭 정보를 간섭 전력이 큰 순서로 생성하여 간섭 제어 장치(410)로 전송할 수 있다.
- [0060] 판단부(412)는 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)의 데이터 레이트(data rate)가 기준 값(threshold)을 초과하는지 판단한다.
- [0061] 본 발명의 일실시예에 따르면, 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)는 OFDMA 시스템 상에 분포되어 있는 적어도 하나의 단말기가 될 수 있다. 이 경우, 판단부(412)는 이전(previous) 프레임에서 할당된 적어도 하나의 단말기(421, 422, 423, 424)의 실제 데이터 레이트(actual data rate)를 이용하여 현재 프레임에서 적어도 하나의 단말기(421, 422, 423, 424)의 실제 데이터 레이트의 합을 예측함으로써 상기 기준 값을 정할 수 있다. 이에 대해 좀 더 상세히 살펴보기로 한다.
- [0062] 먼저 적어도 하나의 단말기(421, 422, 423, 424)의 이전 프레임에서 할당된 실제 데이터 레이트를 이용하여 이전 프레임에서의 적어도 하나의 단말기(421, 422, 423, 424)의 실제 데이터 레이트의 합을 하기의 수학적 식 9를 이용하여 계산한다.

수학식 9

$$r_{tot}(t-1) = \sum_{k=1}^K r_k(t-1)$$

[0063]

[0064] 여기서 적어도 하나의 단말기의 개수는 K개로 가정하였다.

[0065] 상기 수학식 9를 통해 계산한 적어도 하나의 단말기(421, 422, 423, 424)의 이전 프레임에서의 데이터 레이트의 합을 이용하여 현재 프레임에서 적어도 하나의 단말기(421, 422, 423, 424)의 데이터 레이트의 합을 하기의 수학식 10을 통해 예측할 수 있다.

수학식 10

$$\tilde{r}_{tot}(t) = (1-w)\tilde{r}_{tot}(t-1) + wr_{tot}(t-1), \tilde{r}_{tot}(0) = 0$$

[0066]

[0067] 여기서, $0 < w < 1$ 이다.

[0068] 상기 수학식 10을 통해 예측한 현재 프레임에서의 데이터 레이트의 합을 이용하여 적어도 하나의 단말기(421, 422, 423, 424)의 평균적인 누적 가상 데이터 레이트를 알 수 있다. 그리고, 이는 하기의 수학식 11을 이용하여 계산할 수 있다.

수학식 11

$$v(t) = v(t-1) + \frac{\tilde{r}_{tot}(t)}{K}, v(0) = 0$$

[0069]

[0070] 그리고 적어도 하나의 단말기(421, 422, 423, 424) 중 k 번째 단말기의 누적 실제 데이터 레이트는 하기의 수학식 12로 나타낼 수 있다.

수학식 12

$$s_k(t) = s_k(t-1) + r_k(t), s_k(0) = 0$$

[0071]

[0072] 판단부(412)는 상기 수학식 11로 계산할 수 있는 단말기의 평균 누적 가상 데이터 레이트를 기준 값으로 하여, 상기 수학식 12로 계산할 수 있는 단말기의 누적 실제 데이터 레이트가 상기 기준 값을 넘는지 판단할 수 있다. 하기 수학식 13은 단말기의 평균 누적 가상 데이터 레이트의 95%를 기준 값으로 정하여 누적 실제 데이터 레이트가 상기 기준 값을 넘는지 판단하도록 하는 예를 보여주고 있다.

수학식 13

$$r_k(t) + s_k(t-1) \geq 0.95v(t)$$

[0073]

[0074]

그리고 상기 수학식 13에서 좌항과 우항에 각각 $s_k(t-1)$ 을 빼줌으로써 k 번째 단말기의 데이터 레이트와 비교할 기준 값을 정할 수 있다. 이는 하기 수학식 14로 나타낼 수 있다.

수학식 14

$$r_k(t) \geq 0.95v(t) - s_k(t-1) = r_k^{th}(t)$$

[0075]

[0076]

결국, 상기 수학식 14를 통해 살펴보면, 판단부(412)가 정한 기준 값은 $0.95v(t) - s_k(t-1)$ 이다.

[0077]

지금까지 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)가 단말기일 경우를 가정하여 설명하였지만, 본 발명의 또 다른 일실시예에 따르면, 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)는 OFDMA 시스템 상에 존재하는 적어도 하나의 중계기가 될 수 있다. 이 경우 판단부(412)는 적어도 하나의 중계기(421, 422, 423, 424)의 첫 번째(1st) 홉(hop)의 데이터 레이트의 총합(sum rate)이 기준 값을 초과하는지 판단할 수 있다. 그리고, 본 발명의 일실시예에 따르면, 판단부(412)는 적어도 하나의 중계기(421, 422, 423, 424)의 두 번째(2nd) 홉의 데이터 레이트의 총합을 기준 값으로 정할 수 있다.

[0078]

간섭 목록 작성부(413)는 판단부(412)에서 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하지 않는 것으로 판단하면, 간섭 정보 수신부(411)가 수신한 간섭 정보를 이용하여 간섭 목록을 작성한다.

[0079]

본 발명의 일실시예에 따르면, 간섭 목록 작성부(413)는 적어도 하나의 노드(421, 422, 423, 424)마다 각 노드에 할당되어 있는 각 부채널 별로 간섭 전력이 큰 순서로 간섭을 제한하면서, 그때 얻을 수 있는 데이터 레이트가 기준 값을 초과하는지 판단할 수 있다. 그리고, 특정 간섭을 제한한 결과 그때의 데이터 레이트가 기준 값을 초과한다면, 간섭 목록 작성부(413)는 제한된 간섭들에 대한 간섭 정보를 이용하여 간섭 목록을 작성할 수 있다. 예를 들어, 간섭 정보 수신부(411)가 3개의 부채널이 할당되어 있는 k 번째 단말기로부터 각 부채널마다 6개의 간섭 정보를 수신하였다고 가정하자. 그리고 각각의 간섭 정보를 I_{n1} , I_{n2} , I_{n3} , I_{n4} , I_{n5} , I_{n6} 이라고 하자. (여기서 n은 부채널을 의미하고, 간섭 전력은 $I_{n1} > I_{n2} > I_{n3} > I_{n4} > I_{n5} > I_{n6}$ 이라고 가정한다.) 간섭 목록 작성부(413)가 각 부채널마다 간섭 전력이 큰 순서로 간섭을 제한한 결과, 첫 번째 부채널에서는 I_{11} , I_{12} 를 제한하니, k 번째 단말기의 데이터 레이트가 기준 값을 넘었고, 두 번째 부채널에서는 I_{21} 을 제한하니, k 번째 단말기의 데이터 레이트가 기준 값을 넘었으며, 세 번째 부채널에서는 I_{31} 을 제한하니, k 번째 단말기의 데이터 레이트가 기준 값을 넘었다면, 간섭 목록 작성부(413)는 I_{11} , I_{12} , I_{21} , I_{31} 을 이용하여, 각 부채널 별로 간섭 목록을 작성한다.

[0080]

보고부(414)는 간섭 목록 작성부(413)가 작성한 간섭 목록을 무선 네트워크 제어국(430)으로 전송한다.

[0081]

본 발명의 일실시예에 따르면, 간섭 목록 작성부(413)가 간섭 전력이 큰 순서로 간섭을 제한하면서, 그때의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하는지 판단하여 작성한 간섭 목록과 그때의 데이터 레이트를 무선 네트워크 제어국(430)으로 전송할 수 있다.

[0082]

무선 네트워크 제어국(430)은 간섭 제어 장치(410)로부터 수신한 간섭 목록을 이용하여, OFDMA 시스템에 할당된 각 부채널마다 데이터 전송을 제한할 기지국 및 중계기 목록을 작성하여, 상기 OFDMA 시스템 상에 존재하는 적어도 하나의 기지국으로 전송한다.

[0083]

본 발명의 일실시예에 따르면, 무선 네트워크 제어국(430)은 간섭 제어 장치(410)로부터 간섭 목록 작성부(413)가 간섭 전력이 큰 순서로 간섭을 제한하면서, 그때의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하는지 판단하여 작성한 간섭 목록과 그때의 데이터 레이트를 수신하는 경우, 상기 간섭 목록과 데이터 레이트를 이용하여 OFDMA 시

시스템에 할당된 각 부채널마다 상기 OFDMA 시스템 전체 데이터 레이트가 최대가 되도록, 데이터 전송이 제한될 기지국 및 중계기 목록을 작성할 수 있다. 이에 대해서는 하기의 수학적 식 15를 참조하여 설명하기로 한다.

수학적 식 15

$$\max_x Z = \sum_i x_i R_i \prod_{j \neq i, j \in C_i} (1 - x_j)$$

$$s.t. x_1, x_2, \dots, x_{N_c} \in \{0, 1\}$$

[0084]

[0085] 상기 수학적 식 15는 OFDMA 시스템에 할당된 각 부채널마다 데이터 전송을 제한할 기지국과 중계기를 선택하기 위한 수식이다. 여기서 R_i 는 j 번째 셀의 기지국 및 중계기를 제한할 경우의 i 번째 셀이 얻을 수 있는 데이터 전송률을 의미하고, x 는 각 셀의 기지국 또는 중계기의 신호 전송을 제한할 것인지 여부를 결정하기 위한 지시자이다. $x=1$ 이면, 신호 전송을 제한하지 않고, $x=0$ 이면, 신호 전송을 제한한다는 의미이다.

[0086] 상기 수학적 식 15에 따른 무선 네트워크 제어국(430)의 동작을 n 번째 부채널의 경우를 가정하여 예를 들어 설명하면, 무선 네트워크 제어국(430)이 첫 번째 셀에 존재하는 간섭 제어 장치로부터 간섭 목록과 간섭을 제한할 경우의 데이터 레이트를 수신하여 분석한 결과, 두 번째 셀과 세 번째 셀의 기지국 또는 중계기의 신호 전송을 제한하면, 첫 번째 셀의 예상 데이터 전송률이 R_1 임을 판단하였고, 두 번째 셀에 존재하는 간섭 제어 장치로부터 간섭 목록과 간섭을 제한할 경우의 데이터 레이트를 수신하여 분석한 결과, 첫 번째 셀의 기지국 또는 중계기의 신호 전송을 제한하면, 두 번째 셀의 예상 데이터 전송률이 R_2 임을 판단하였으며, 세 번째 셀에 존재하는 간섭 제어 장치로부터 간섭 목록과 간섭을 제한할 경우의 데이터 레이트를 수신하여 분석한 결과, 첫 번째 셀의 기지국 또는 중계기의 신호 전송을 제한하면, 세 번째 셀의 예상 데이터 전송률이 R_3 임을 판단하였다고 가정하자. 이를 상기 수학적 식 15를 이용하여 나타내면, 하기의 수학적 식 16으로 표현할 수 있다.

수학적 식 16

$$\max_x Z = x_1(1 - x_2)(1 - x_3)R_1 + x_2(1 - x_1)R_2 + x_3(1 - x_1)R_3$$

$$s.t. x_1, x_2, x_3 \in 0, 1$$

[0087]

[0088] 결국, 상기 예에서 무선 네트워크 제어국(430)은 상기 수학적 식 16을 만족하는 x_1, x_2, x_3 값을 찾음으로써 OFDMA 시스템 상에 존재하는 기지국 및 중계기 중, 각 부채널마다 데이터 전송이 제한될 기지국 또는 중계기를 선정하여, 목록을 만들 수 있다. 만약, 상기 수학적 식 16의 Z 가 $x_1=0, x_2=1, x_3=1$ 일 때, 최대가 된다면, 무선 네트워크 제어국(430)은 첫 번째 셀의 기지국 또는 중계기를 데이터 전송이 제한될 기지국 또는 중계기 목록으로 작성하여 OFDMA 시스템 상에 존재하는 복수의 기지국들로 전송할 수 있다.

[0089] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 간섭 제어 장치의 동작을 도시한 흐름도이다.

[0090] 도 5를 참조하면, 무선 네트워크 제어국(510), 간섭 제어 장치(520) 및 적어도 하나의 노드(530)가 도시되어 있다.

[0091] 단계(S541)에서는 적어도 하나의 노드(530)가 자신에게 할당되어 있는 적어도 하나의 부채널에 대한 간섭 정보를 생성한다.

[0092] 본 발명의 일실시예에 따르면, 적어도 하나의 노드(530)는 자신에게 할당되어 있는 적어도 하나의 부채널마다

간섭 전력이 큰 순서로 선정된 개수의 간섭 정보를 생성할 수 있다.

- [0093] 단계(S542)에서는 단계(S541)에서 생성한 간섭 정보를 간섭 제어 장치(520)로 전송한다.
- [0094] 단계(S543)에서는 간섭 제어 장치(520)가 적어도 하나의 노드(530)의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하는지 판단한다.
- [0095] 본 발명의 일실시예에 따르면, 적어도 하나의 노드(530)는 단말기들이 될 수 있고, 이 경우, 적어도 하나의 단말기(530)의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하는지 여부는 상기 수학식 9 내지 14를 통해 판단할 수 있다.
- [0096] 또한, 본 발명의 또 다른 일실시예에 따르면, 적어도 하나의 노드(530)는 중계기들이 될 수 있고, 이 경우, 적어도 하나의 중계기(530)의 첫 번째 홉의 데이터 레이트의 총합이 적어도 하나의 중계기(530)의 두 번째 홉의 데이터 레이트의 총합을 초과하는지 판단할 수 있다.
- [0097] 단계(S544)에서는 단계(S543)의 판단 결과, 적어도 하나의 노드(530)의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하지 않으면, 간섭 제어 장치(520)는 간섭 정보를 이용하여 간섭 목록을 작성한다.
- [0098] 단계(S545)에서는 단계(S544)에서 작성한 간섭 목록을 무선 네트워크 제어국(510)으로 전송한다.
- [0099] 본 발명의 일실시예에 따르면, 간섭 제어 장치(520)는 적어도 하나의 노드(530)에 할당된 적어도 하나의 부채널마다 간섭 전력이 큰 순서로 간섭을 제한하면서, 적어도 하나의 노드(530)의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하는지 판단한 후, 데이터 레이트가 기준 값을 초과한다면, 제한된 간섭 정보를 이용하여 간섭 목록을 만든 뒤, 상기 간섭 목록과 간섭을 제한하여 얻을 수 있는 데이터 레이트를 무선 네트워크 제어국(510)으로 전송할 수 있다.
- [0100] 단계(S546)에서는 무선 네트워크 제어국(510)이 단계(S545)에서 수신한 간섭 목록을 이용하여, OFDMA 시스템 상에 존재하는 적어도 하나의 기지국 및 중계기 중에서 OFDMA 시스템 상에 할당된 각 부채널마다 데이터 전송을 제한할 기지국 및 중계기 목록을 작성한다.
- [0101] 본 발명의 일실시예에 따르면, 무선 네트워크 제어국(510)은 상기 수학식 15에 따라, OFDMA 시스템의 각 부채널마다 전체 데이터 레이트가 최대가 되도록, 상기 데이터 전송이 제한될 기지국 및 중계기 목록을 작성할 수 있다.
- [0102] 단계(S547)에서는 단계(S546)에서 작성한 기지국 및 중계기 목록을 OFDMA 시스템에 존재하는 적어도 하나의 기지국으로 전송한다.
- [0103] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 부채널 할당 방법을 도시한 순서도이다.
- [0104] 단계(S610)에서는 OFDMA 시스템 상의 적어도 하나의 단말기의 큐 길이와, 상기 적어도 하나의 단말기와 적어도 하나의 중계기의 SINR을 이용하여, 부채널 할당 계수를 결정한다.
- [0105] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 부채널 할당 계수는 상기 수학식 1 내지 4를 이용하여 결정할 수 있다.
- [0106] 단계(S620)에서는 부채널이 할당될 링크들의 부채널 할당 계수의 합을 비교한다.
- [0107] 단계(S630)에서는 단계(S620)의 비교 결과, 부채널 할당 계수의 합이 최대가 되는지 판단한다.
- [0108] 본 발명의 일실시예에 따르면, 이는 수학식 5 내지 6을 이용하여 판단할 수 있다.
- [0109] 단계(S630)의 판단 결과, 부채널 할당 계수의 합이 최대가 되지 않으면, 단계(S620)으로 돌아가, 부채널 할당 계수의 합이 최대가 될 때까지 부채널 할당 계수의 합을 비교하는 과정을 반복한다. 하지만, 단계(S630)의 판단 결과, 부채널 할당 계수의 합이 최대가 되는 부채널 및 링크 조합이 판단되었으면, 단계(S640)에서 상기 조합에 합치되도록 부채널을 링크에 할당한다.
- [0110] 도 7은 본 발명의 또 다른 일실시예에 따른 부채널 할당 방법을 도시한 순서도이다.
- [0111] 단계(S710)에서는 부채널이 할당될 링크들의 부채널 할당 계수의 합을 비교한다.
- [0112] 단계(S720)에서는 각 부채널마다 기지국과 단말기, 기지국과 중계기 사이의 링크 중에서 부채널 할당 계수가 최대가 되는 링크를 선택한다.
- [0113] 본 발명의 일실시예에 따르면, 이는 상기 수학식 7을 이용하여 선택할 수 있다.
- [0114] 단계(S730)에서는 각 부채널마다 중계기와 단말기사이의 링크 중에서 부채널 할당 계수가 최대가 되는 링크를

선택한다.

- [0115] 본 발명의 일실시예에 따르면, 이는 상기 수학식 8을 이용하여 선택할 수 있다.
- [0116] 단계(S740)에서는 단계(S720) 및 단계(S730)에서 선택된 링크들을 이용하여 부채널 할당 계수의 합이 최대가 되도록 부채널을 링크에 할당한다.
- [0117] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 간섭 제어 방법을 도시한 순서도이다.
- [0118] 단계(S810)에서는 OFDMA 시스템에 존재하는 적어도 하나의 노드로부터 간섭 정보를 수신한다.
- [0119] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 적어도 하나의 노드는 간섭 전력이 큰 순서로 선정된 개수의 간섭 정보를 생성한 후, 상기 간섭 정보를 전송할 수 있다.
- [0120] 단계(S820)에서는 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트와 기준 값을 비교한다.
- [0121] 단계(S830)에서는 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하는지 판단한다.
- [0122] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 적어도 하나의 노드는 적어도 하나의 단말기가 될 수 있고, 이 경우, 상기 적어도 하나의 단말기의 데이터 레이트가 상기 수학식 10 내지 14에 따라 계산된 기준 값을 초과하는지 판단할 수 있다.
- [0123] 또한, 본 발명의 또 다른 일실시예에 따르면, 상기 적어도 하나의 노드는 적어도 하나의 중계기가 될 수 있고, 이 경우, 상기 적어도 하나의 중계기의 첫 번째 홉의 데이터 레이트의 총합이 두 번째 홉의 데이터 레이트의 총합을 초과하는지 판단할 수 있다.
- [0124] 단계(S830)의 판단 결과, 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트가 기준 값을 초과한다면, 본 과정은 종료한다.
- [0125] 하지만, 단계(S830)의 판단 결과, 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하지 않는다면, 단계(S840)에서 상기 적어도 하나의 노드에 할당된 각 부채널마다 간섭 전력이 큰 순서로 간섭을 하나씩 제한하면서, 상기 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트와 기준 값을 비교한다.
- [0126] 단계(S850)에서는 간섭을 제한하여 얻을 수 있는 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하는지 판단한다.
- [0127] 단계(S850)의 판단 결과, 간섭을 제한하여 얻을 수 있는 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트가 기준 값을 초과하지 않는다면, 단계(S840)을 반복한다.
- [0128] 하지만, 단계(S850)의 판단 결과, 간섭을 제한하여 얻을 수 있는 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트가 기준 값을 초과한다면, 단계(S860)에서, 단계(S840)에서 제한된 간섭에 대한 간섭 정보를 이용하여 간섭 목록을 작성한다.
- [0129] 단계(S870)에서는 단계(S860)에서 작성한 간섭 목록과, 간섭을 제한하여 얻을 수 있는 적어도 하나의 노드의 데이터 레이트를 무선 네트워크 제어국으로 전송한다.
- [0130] 본 발명의 일실시예에 따르면, 무선 네트워크 제어국은 단계(S870)에서 전송된 간섭 목록과, 데이터 레이트를 이용하여, OFDMA 시스템에 할당된 각 부채널마다 상기 수학식 15에 따른 기지국 및 중계기 목록을 작성하여 적어도 하나의 기지국으로 전송할 수 있다.
- [0131] 본 발명에 따른 OFDMA 시스템에서 부채널 할당과 간섭을 제어하는 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 본 발명을 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 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0132] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0133] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

[0134] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 통신 네트워크 형태를 도시한 도면이다.

[0135] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 부채널 할당 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0136] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 할당될 부채널을 결정하기 위해 구성한 표를 도시한 도면이다.

[0137] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 간섭 제어 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0138] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 간섭 제어 장치의 동작을 도시한 흐름도이다.

[0139] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 부채널 할당 방법을 도시한 순서도이다.

[0140] 도 7은 본 발명의 또 다른 일실시예에 따른 부채널 할당 방법을 도시한 순서도이다.

[0141] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 간섭 제어 방법을 도시한 순서도이다.

[0142] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

[0143] 110: 기지국 121, 122, 123: 적어도 하나의 중계기

[0144] 131, 132, 133, 134, 135: 적어도 하나의 단말기

[0145] 310: 부채널 할당 장치

[0146] 311: 부채널 할당 계수 결정부 312: 부채널 할당부

[0147] 410: 간섭 제어 장치

[0148] 411: 간섭 정보 수신부 412: 판단부

[0149] 413: 간접 목록 작성부 414: 보고부

[0150] 421, 422, 423, 424: 적어도 하나의 노트

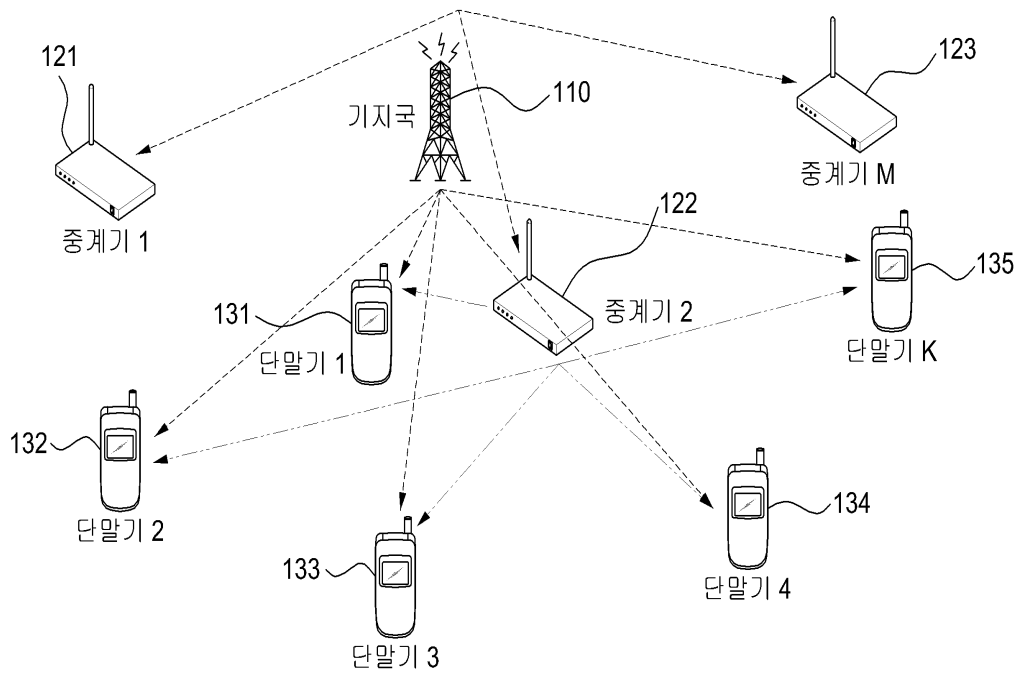
[0151] 430: 무선 네트워크 제어국

[0152] 510: 무선 네트워크 제어국 520: 간섭 제어 장치

[0153] 530: 적어도 하나의 노드

도면

도면1

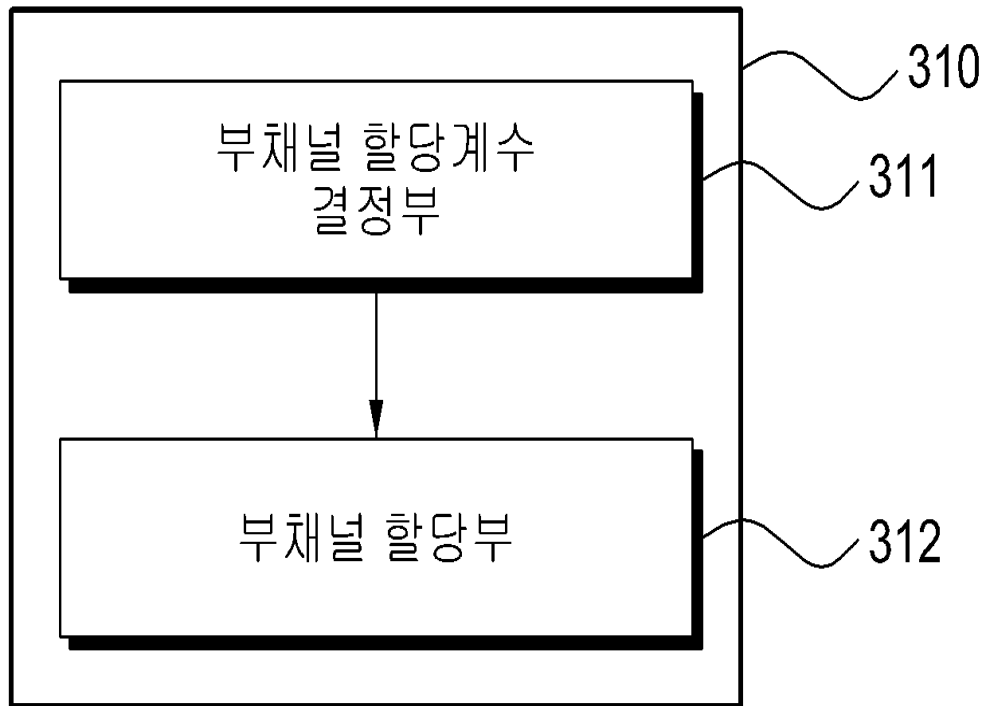


도면2

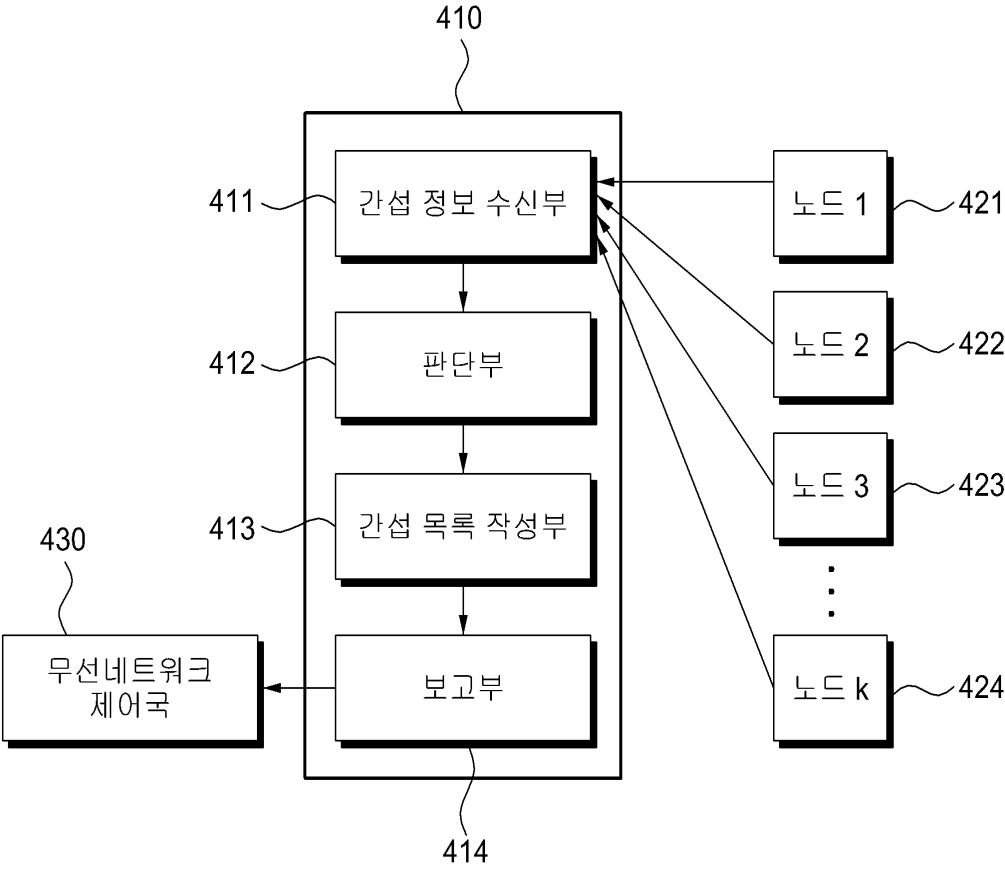
210

	BS	R ₁	R ₂	...	R _M
n ₁	D _{1,0}	D _{1,1}	D _{1,2}	...	D _{1,M}
n ₂	D _{2,0}	D _{2,1}	D _{2,2}	...	D _{2,M}
n ₃	D _{3,0}	D _{3,1}	D _{3,2}	...	D _{3,M}
...					
n ₁₀	D _{10,0}	D _{10,1}	D _{10,2}	...	D _{10,M}
...					
n _N	D _{N,1}	D _{N,1}	D _{N,1}	...	D _{N,M}

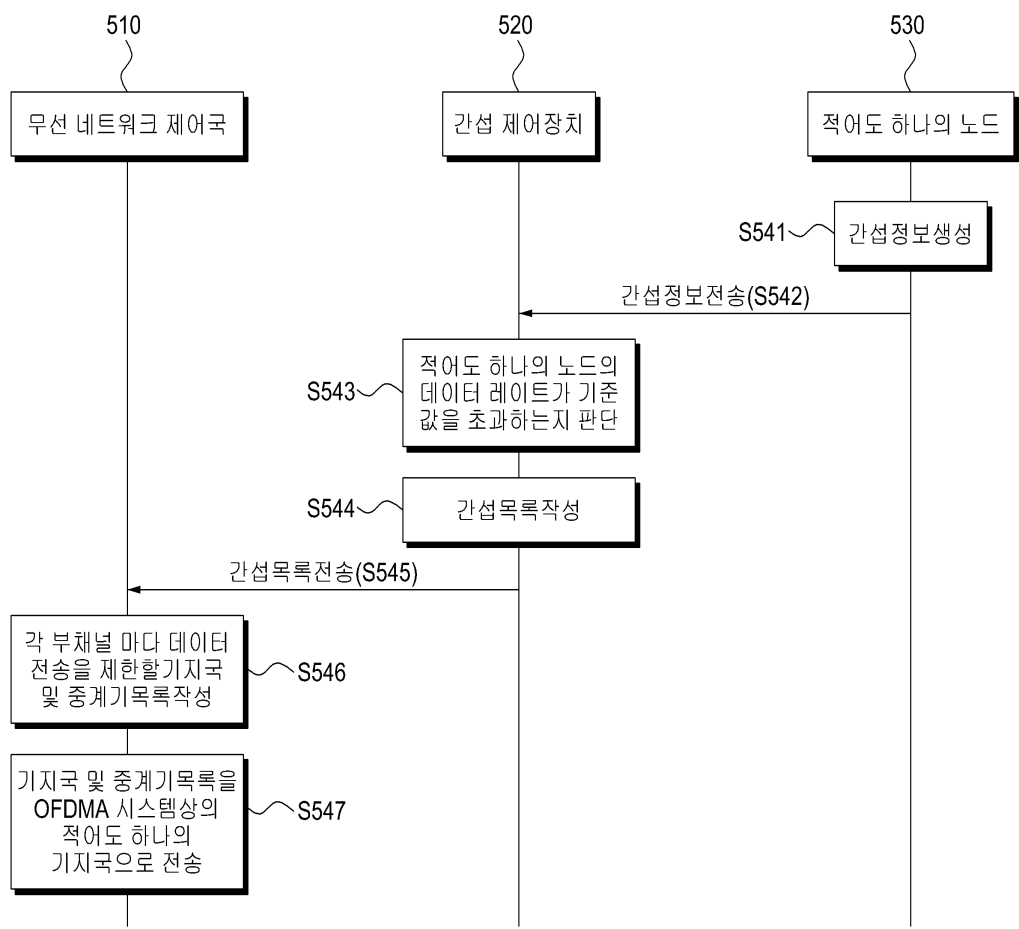
도면3



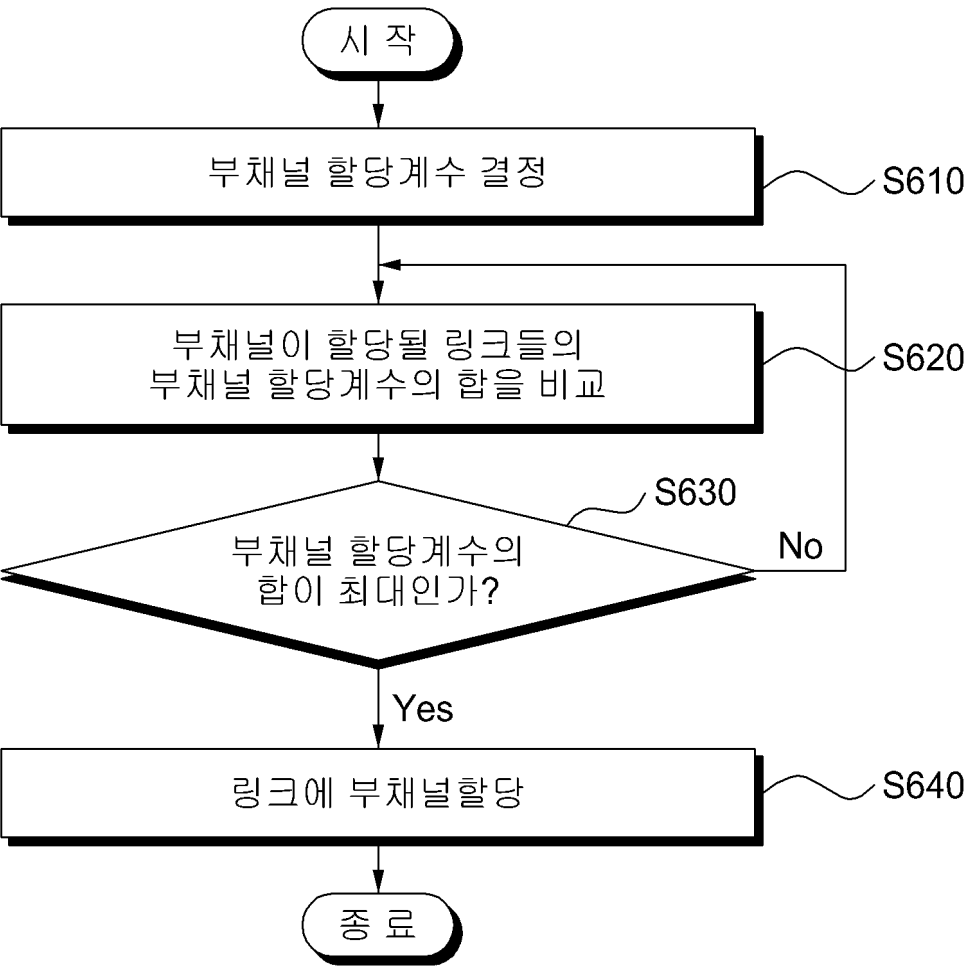
도면4



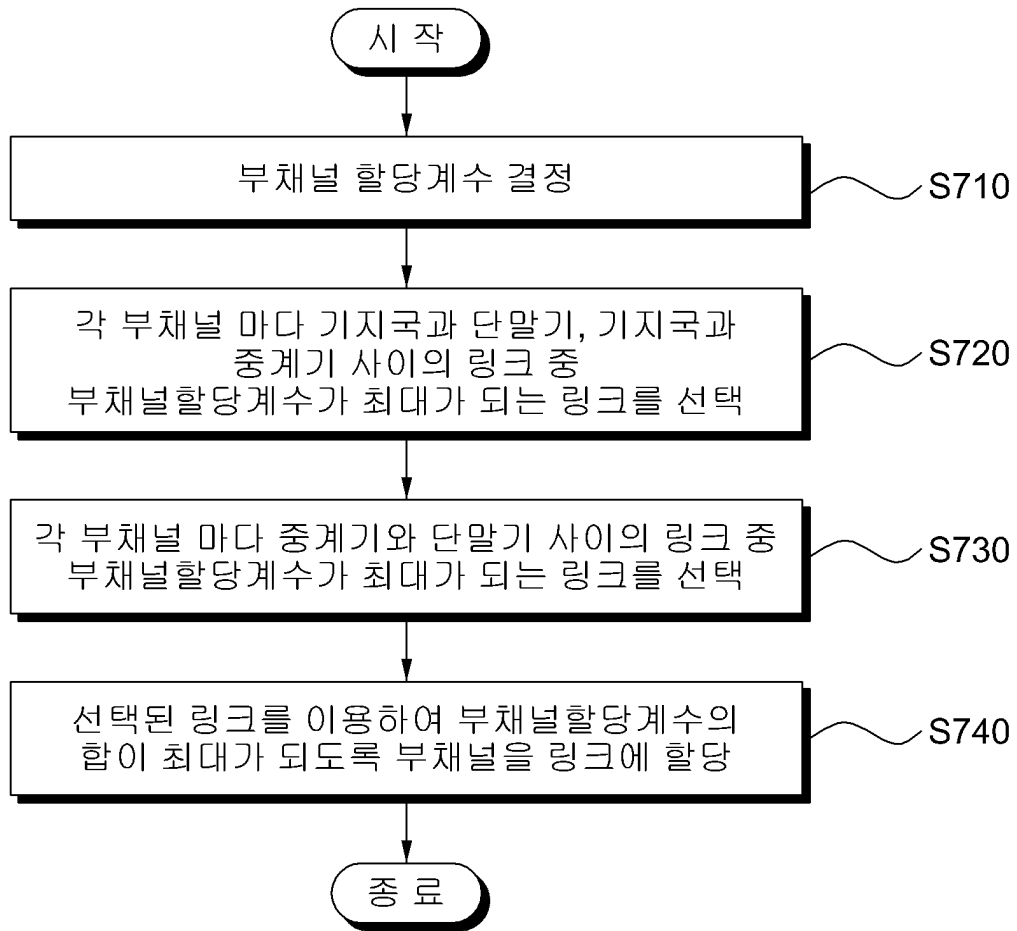
도면5



도면6



도면7



도면8

