



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0035060
(43) 공개일자 2011년04월06일

(51) Int. Cl.

H04W 28/22 (2009.01) H04W 72/04 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2009-0092612

(22) 출원일자 2009년09월29일

심사청구일자 2009년09월29일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

김덕경

인천시 남구 용현3동 인하대학교 하이테크 516호

설봉

인천시 남구 용현동 253번지 인하대학교 하이테크 관 430호

박재현

인천시 남구 용현동 253번지 인하대학교 하이테크 관 430호

(74) 대리인

특허법인무한

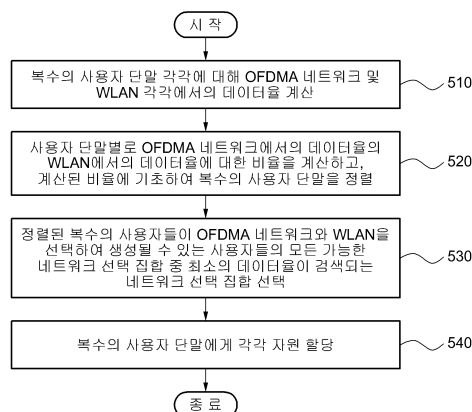
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 이기종 네트워크에서의 라디오 자원 관리 시스템 및 방법

(57) 요약

이기종 네트워크에서의 라디오 자원 관리 시스템 및 방법을 개시한다. 라디오 자원 관리 시스템은 복수의 사용자 단말 각각에 대해 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 네트워크 및 WLAN(Wireless Local Area Network) 각각에서의 데이터율을 계산하는 데이터율 계산부, 사용자 단말별로 상기 OFDMA 네트워크에서의 데이터율의 상기 WLAN에서의 데이터율에 대한 비율을 계산하고, 상기 비율에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말을 정렬하는 사용자 단말 정렬부, 상기 정렬된 복수의 사용자 단말들이 상기 OFDMA 네트워크와 상기 WLAN을 선택하여 생성될 수 있는 사용자 단말들의 모든 가능한 네트워크 선택 집합 중 최소의 데이터율이 검색되는 네트워크 선택 집합을 선택하는 네트워크 선택 집합 결정부 및 상기 복수의 사용자 단말에게 각각 자원을 할당하는 자원 할당부를 포함한다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 IITA-2009-C1090-0902-0019

부처명 지식경제부 정보통신연구진흥원

연구관리전문기관

연구사업명 대학 IT 연구센터 육성 지원 사업

연구과제명 초광대역(UWB) 무선전송 및 시스템 응용기술

기여율

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2009. 01. 01 ~ 2009. 12. 31

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 사용자 단말 각각에 대해 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 네트워크 및 WLAN(Wireless Local Area Network) 각각에서의 데이터율을 계산하는 데이터율 계산부;

사용자 단말별로 상기 OFDMA 네트워크에서의 데이터율의 상기 WLAN에서의 데이터율에 대한 비율을 계산하고, 상기 비율에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말을 정렬하는 사용자 단말 정렬부;

상기 정렬된 복수의 사용자 단말들이 상기 OFDMA 네트워크와 상기 WLAN을 선택하여 생성될 수 있는 사용자 단말들의 모든 가능한 네트워크 선택 집합 중 최소의 데이터율이 검색되는 네트워크 선택 집합을 선택하는 네트워크 선택 집합 결정부; 및

상기 복수의 사용자 단말에게 각각 자원을 할당하는 자원 할당부

를 포함하는 라디오 자원 관리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 네트워크 선택 집합 결정부는,

상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말에 대해 자원 할당 스킴을 통해 가장 작은 데이터율을 계산하는 데이터율 계산부;

상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 WLAN을 선택하는 사용자 단말에 대해 할당되는 동일한 데이터율을 확인하는 데이터율 확인부; 및

상기 계산된 데이터율과 상기 확인된 데이터율 중 가장 작은 데이터율을 갖는 네트워크 선택 집합을 확인하는 네트워크 선택 집합 확인부

를 포함하는, 라디오 자원 관리 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 데이터율 계산부는,

상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말 중 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자 단말을 확인하는 사용자 단말 확인부;

상기 확인된 사용자 단말에 가장 높은 데이터율을 갖는 서브캐리어를 할당하는 서브캐리어 할당부;

모든 사용자 단말에 상기 서브캐리어가 할당될 때까지 상기 서브캐리어가 할당된 사용자 단말을 제외한 나머지 단말에 대해 상기 사용자 단말 확인부 및 상기 서브캐리어 할당부가 동작하도록 제어하는 제어부; 및

가장 작은 데이터율을 확인하는 최소 데이터율 확인부

를 포함하는, 라디오 자원 관리 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 데이터율 확인부는,

각각의 사용자 단말별로 시간 프랙션(fraction) 할당 파라미터와 사용자 단말의 데이터율간의 연산 결과가 상기 동일한 데이터율로서 상기 WLAN을 선택하는 모든 사용자 단말에 대해 동일하고, 상기 모든 사용자 단말에 대한 시간 프랙션 할당 파라미터의 합이 1이 되도록 상기 시간 프랙션 할당 파라미터를 결정하는, 라디오 자원 관리 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 자원 할당부는,

상기 결정된 네트워크 선택 집합에 따라 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말에 대해 자원 할당 스킴을 통해 서브캐리어를 할당하고, 상기 WLAN을 선택하는 사용자 단말에 대해 동일한 데이터율을 할당하는, 라디오 자원 관리 시스템.

청구항 6

제2항 또는 제5항에 있어서,

상기 자원 할당 스킴은 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자 단말에 가장 높은 데이터율을 갖는 서브캐리어가 할당되도록 순차적으로 서브캐리어를 할당하는, 라디오 자원 관리 시스템.

청구항 7

복수의 사용자 단말 각각에 대해 OFDMA 네트워크 및 WLAN 각각에서의 데이터율을 계산하는 단계;

사용자 단말별로 상기 OFDMA 네트워크에서의 데이터율의 상기 WLAN에서의 데이터율에 대한 비율을 계산하고, 상기 비율에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말을 정렬하는 단계;

상기 정렬된 복수의 사용자 단말들이 상기 OFDMA 네트워크와 상기 WLAN을 선택하여 생성될 수 있는 사용자 단말들의 모든 가능한 네트워크 선택 집합 중 최소의 데이터율이 검색되는 네트워크 선택 집합을 선택하는 단계; 및

상기 복수의 사용자 단말에게 각각 자원을 할당하는 단계

를 포함하는 라디오 자원 관리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 네트워크 선택 집합을 선택하는 단계는,

상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말에 대해 자원 할당 스킴을 통해 가장 작은 데이터율을 계산하는 단계;

상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 WLAN을 선택하는 사용자 단말에 대해 할당되는 동일한 데이터율을 확인하는 단계; 및

상기 계산된 데이터율과 상기 확인된 데이터율 중 가장 작은 데이터율을 갖는 네트워크 선택 집합을 확인하는 단계

를 포함하는, 라디오 자원 관리 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명에 따른 실시예들은 이기종 네트워크에서의 라디오 자원 관리 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 4세대 무선 통신 시스템은 이기종 네트워크라 일컬어지는 서로 다른 라디오 액세스 네트워크 기술들을 통합할 것으로 기대된다. 서로 다른 네트워크를 통해 제공되는 보완적인 특성은 네트워크의 다양한 이득을 개발하는 것을 가능하게 하여 네트워크 각각의 성능보다 더 높은 전체적인 성능을 이끌어 낼 수 있다. 서로 다른 네트워크 사이의 알맞은 라디오 자원 관리는 가능성 있는 이득을 개발하고, 이기종 네트워크의 성능을 최적화하는데 있어 매우 중요하다. 이러한 라디오 자원 관리는 특히, 특히 사용자들의 네트워크 선택에 이용될 수 있다. 예

를 들어, 간단하고 이행하기 쉬운 라디오 자원 관리 전략은 WWAN-WLAN 이기종 네트워크의 몇몇 시나리오에서 전체적인 자원을 최대로 활용할 수 있다. 이러한, 간단하고 이행하기 쉬운 라디오 자원 관리 전략은 모든 사용자가 항상 높은 데이터율의 이익을 얻기 위해 WLAN에 처음 접속을 시도하는 WLAN-펄스트(first) 스킴으로 일컬어진다. 게다가, 페어니스(fairness) 역시 이기종 네트워크에서 라디오 자원 관리를 위해 매우 중요하다. 예를 들어, 동일한 라디오 자원 관리 시간 스케일에서 사용자들의 달성 가능한 데이터율은 서로 다르다. OFDMA은 브로드밴드 네트워크에서 폭넓게 적용된 약속된 인터페이스 솔루션이 고려될 수 있다. 예를 들어, WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)는 WMANs(Wireless Metropolitan Area Networks)에 기초한다. 그 와중에, OFDMA 네트워크를 포함하는 이기종 네트워크에서 라디오 자원 관리 전략들에 많은 관심이 집중되고 있다.

[0003] 도 1은 OFDMA 브로드밴드 네트워크와 WLAN으로 구성되는 이기종 네트워크를 도시한 도면이다. OFDMA 브로드밴드 네트워크(110)의 기지국(120)과 WLAN(130)의 액세스 포인트(140)는 겹쳐진 적용범위에 적절하게 배치될 수 있다. OFDMA 브로드밴드 네트워크(110)와 WLAN(130) 모두는 개별적인 주파수 밴드상에서 동작하고, 내부-네트워크(inter-network) 참조는 존재하지 않는다. 또한, 도 1에는 OFDMA 브로드밴드 네트워크(110)나 WLAN(130)에 연결 가능한 'K' 개의 사용자 단말기가 도시되어 있다.

[0004] 도 2는 OFDMA 브로드밴드 네트워크와 WLAN으로 구성되는 이기종 네트워크에서 서로 다른 사용자들의 라디오 자원 활용을 설명하기 위한 일례이다. 도 2를 참조하면, OFDMA 네트워크는 그래프(210)에 나타난 밴드위스 'B1'을 갖고 총 'N' 개의 서브캐리어(subcarrier)를 갖는다. 전체 밴드위스는 OFDMA 브로드밴드 네트워크에 접속된 사용자들에 의해 공유된다. 이때, 서로 다른 사용자들은 서브캐리어에서 스펙트럼의 사용을 효과적으로 향상시키기 위해 주파수 차이를 야기하는 서로 다른 채널 이득을 갖는다. 각각의 서브캐리어에 동일한 전력이 할당된 경우를 간단히 고려해보면, 'n' 번째 서브캐리어에서 'k' 번째 사용자의 달성 가능한 데이터율은 ' r_{1kn} '이다

[0005] WLAN에서 강화된 미충돌 MAC(Medium Access Control) 프로토콜로는 일례로, EBA(Early Backoff Announcement)를 갖는 분산된 예약-기반 MAC 프로토콜이 고려될 수 있다. 따라서, 사용자가 TDMA 방식으로 WLAN에 접속하는 것이 단순히 고려될 수 있다. 액세스 포인트는 사용자의 요청 및 채널 상태에 기초하여 사용자를 위한 시간 프랙션(fraction)의 할당을 결정할 수 있다. 이때, 그래프(210)에서와 같이 WLAN이 밴드위스 'B2'를 갖고, 할당된 시간 프랙션에서 각각의 사용자가 전체 밴드위스를 소비할 수 있다고 가정할 수 있다. WLAN에서 사용자의 달성 가능한 데이터율은, 사용자 각각의 동시적인(instantaneous) 신호 대 잡음 비(Signal to Noise Ratio, SNR) 값에 기초하여 가장 높은 데이터율을 선택하는 링크 적응(adaptation) 스킴에 의해 선택될 수 있다. 사용자 'k'의 달성 가능한 데이터율은 ' r_{2k} '에 의해 표현될 수 있다. 이러한 라디오 자원 관리 전략은 네트워크 선택 및 네트워크 각각에서의 자원 할당으로 구성될 수 있고, 라디오 자원 관리 시간 스케일에 기초하여 이행될 수 있다. 네트워크 선택은 접속 가입(initiation)이나 하나의 네트워크에서 다른 네트워크까지 진행중인 접속을 스위칭(예를 들어, 버티컬 핸드오버(vertical handover))함으로써, 각각의 사용자를 위한 알맞은 네트워크를 결정할 수 있다. 라디오 자원 관리를 담당하는 중앙 제어기가 존재하고 이러한 중앙 제어기가 기지국 및 액세스 포인트와 통신할 수 있다고 가정하자.

[0006] 데이터율은 WLAN 및 OFDMA 브로드밴드 네트워크에서 비교되기 때문에, 전통적인 WLAN-펄스트 스킴은 앞서와 같이 잘 동작하지 않을지도 모른다. WiMAX-WLAN 이기종 네트워크에서 "항상 가장 좋은 연결을 갖는" 라디오 자원 관리 전략이 또한 소개된다. 가변 비트율(Variable Bit Rate, VBR) 트래픽 사용자를 위한 QoS(Quality-of-Service)를 제공하기 위해, 처리량 및 패킷 손실과 같은 QoS 파라미터들에 기초하여 각각의 사용자를 위한 가장 좋은 네트워크가 항상 선택될 수 있다. 그러나, 종래기술은 오직 네트워크 선택 기준에 집중되어 있고, OFDMA 네트워크에서 링크 품질을 측정하기 위해 단순히 평균 신호 대 잡음 비만이 고려된다. OFDMA 네트워크에서 멀티-유저 주파수 변화의 특성은 실제 자원 할당에서 완전하게 이용되지 못한다. 게다가 페어니스 이슈가 전혀 고려되지 않고 있다.

[0007] 본 명세서에서는 이기종 네트워크에서 보다 효율적으로 라디오 자원을 관리할 수 있는 시스템 및 방법이 제안된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 최대-최소 페어니스(max-min fairness)를 획득하는 것과 같이 모든 사용자들 사이에서 가장 작은 처리량을 최대

화할 수 있는 라디오 자원 관리 시스템 및 방법이 제안된다.

[0009] 네트워크 선택 및 각각의 네트워크에서의 자원 할당으로 구성되는 라디오 자원 관리를 통해 각각의 네트워크에서 모든 사용자에게 대해 효과적으로 자원을 사용할 수 있는 라디오 자원 관리 시스템 및 방법이 제안된다.

과제 해결수단

[0010] 본 발명의 일실시예에 따른 라디오 자원 관리 시스템은 복수의 사용자 단말 각각에 대해 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 네트워크 및 WLAN(Wireless Local Area Network) 각각에서의 데이터율을 계산하는 데이터율 계산부, 사용자 단말별로 상기 OFDMA 네트워크에서의 데이터율의 상기 WLAN에서의 데이터율에 대한 비율을 계산하고, 상기 비율에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말을 정렬하는 사용자 단말 정렬부, 상기 정렬된 복수의 사용자 단말들이 상기 OFDMA 네트워크와 상기 WLAN을 선택하여 생성될 수 있는 사용자 단말들의 모든 가능한 네트워크 선택 집합 중 최소의 데이터율이 검색되는 네트워크 선택 집합을 선택하는 네트워크 선택 집합 결정부 및 상기 복수의 사용자 단말에게 각각 자원을 할당하는 자원 할당부를 포함한다.

[0011] 본 발명의 일측면에 따르면, 상기 네트워크 선택 집합 결정부는, 상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말에 대해 자원 할당 스킴을 통해 가장 작은 데이터율을 계산하는 데이터율 계산부, 상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 WLAN을 선택하는 사용자 단말에 대해 할당되는 동일한 데이터율을 확인하는 데이터율 확인부 및 상기 계산된 데이터율과 상기 확인된 데이터율 중 가장 작은 데이터율을 갖는 네트워크 선택 집합을 확인하는 네트워크 선택 집합 확인부를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일측면에 따르면, 상기 데이터율 계산부는, 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말 중 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자 단말을 확인하는 사용자 단말 확인부, 상기 확인된 사용자 단말에 가장 높은 데이터율을 갖는 서브캐리어를 할당하는 서브캐리어 할당부, 모든 사용자 단말에 상기 서브캐리어가 할당될 때까지 상기 서브캐리어가 할당된 사용자 단말을 제외한 나머지 단말에 대해 상기 사용자 단말 확인부 및 상기 서브캐리어 할당부가 동작하도록 제어하는 제어부 및 가장 작은 데이터율을 확인하는 최소 데이터율 확인부를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일측면에 따르면, 상기 데이터율 확인부는 각각의 사용자 단말별로 시간 프랙션(fraction) 할당 파라미터와 사용자 단말의 데이터율간의 연산 결과가 상기 동일한 데이터율로서 상기 WLAN을 선택하는 모든 사용자 단말에 대해 동일하고, 상기 모든 사용자 단말에 대한 시간 프랙션 할당 파라미터의 합이 1이 되도록 상기 시간 프랙션 할당 파라미터를 결정할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일측면에 따르면, 상기 자원 할당부는 상기 결정된 네트워크 선택 집합에 따라 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말에 대해 자원 할당 스킴을 통해 서브캐리어를 할당하고, 상기 WLAN을 선택하는 사용자 단말에 대해 동일한 데이터율을 할당할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일측면에 따르면, 상기 자원 할당 스킴은 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자 단말에 가장 높은 데이터율을 갖는 서브캐리어가 할당되도록 순차적으로 서브캐리어를 할당할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일실시예에 따른 라디오 자원 관리 방법은 복수의 사용자 단말 각각에 대해 OFDMA 네트워크 및 WLAN 각각에서의 데이터율을 계산하는 단계, 사용자 단말별로 상기 OFDMA 네트워크에서의 데이터율의 상기 WLAN에서의 데이터율에 대한 비율을 계산하고, 상기 비율에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말을 정렬하는 단계, 상기 정렬된 복수의 사용자 단말들이 상기 OFDMA 네트워크와 상기 WLAN을 선택하여 생성될 수 있는 사용자 단말들의 모든 가능한 네트워크 선택 집합 중 최소의 데이터율이 검색되는 네트워크 선택 집합을 선택하는 단계 및 상기 복수의 사용자 단말에게 각각 자원을 할당하는 단계를 포함한다.

효과

[0017] 최대-최소 페어니스(max-min fairness)를 획득하는 것과 같이 모든 사용자들 사이에서 가장 작은 처리량을 최대화할 수 있다.

[0018] 네트워크 선택 및 각각의 네트워크에서의 자원 할당으로 구성되는 라디오 자원 관리를 통해 각각의 네트워크에서 모든 사용자에게 대해 효과적으로 자원을 사용할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0019] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 다양한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0020] **1. 문제 공식화 및 최적해(Problem Formulation and Optimal Solution)**

[0021] 이기종 네트워크에서 최대-최소 사용자 처리량 최대화 문제는 하기 수학적 1과 같이 공식화될 수 있다.

수학적 1

$$\begin{aligned} \max \min_k R_k &= \alpha_{1k} \sum_{n=1}^N f_{1kn} r_{1kn} + \alpha_{2k} t_{2k} r_{2k}, \\ \text{subject to } \sum_{i=1}^2 \alpha_{ik} &= 1, \forall k, \alpha_{ik} \in \{0, 1\}, \forall i, k; \\ \sum_{k=1}^K f_{1kn} &\leq 1, \forall n, f_{1kn} \in \{0, 1\}, \forall k, n; \\ \sum_{k=1}^K t_{2k} &\leq 1, 0 \leq t_{2k} \leq 1, \forall k; \end{aligned}$$

[0022]

[0023] 여기서, ' a_{ik} '는 사용자 ' k '의 네트워크 선택 파라미터를, ' f_{1kn} '는 OFDMA 네트워크의 서브캐리어 ' n '에서 사용자 ' k '의 서브캐리어 할당 파라미터를, ' t_{2k} '는 WLAN에서의 시간 프랙션(fraction) 할당 파라미터를 각각 의미할 수 있다. ' a_{ik} '에서의 제약은 각각의 라디오 자원 관리 시간 스케일 내에서 각각의 사용자가 오직 단일 네트워크에 접속할 수 있음을 보장하고, ' f_{1kn} '에서의 제약은 각각의 서브캐리어가 OFDMA 네트워크에 접속하는 단일 사용자에게 의해 독점적으로 소비됨을 보장할 수 있다. 여기서, 상술한 최적화 문제가 조합의 최적화 문제임을 알 수 있다. 따라서, 이러한 최적화 문제를 다루기 쉽게 만들기 위해, 다른 방법에서 공식화할 필요가 있다.

[0024] 첫 번째로, 단일 네트워크 선택 제약이 릴리즈(release)된다. 예를 들어, 모든 ' i '와 ' k '에 대해 ' a_{ik} '는 '1'이다. 이는 각각의 사용자가 기지국과 액세스 포인트로부터 데이터를 동시에 수신하는 것을 허락하고, 이를 멀티-호밍(multi-homing)이라 한다. 두 번째로, 서브캐리어 할당 파라미터 ' f_{1kn} '가 사용자 ' k '에 할당된 서브캐리어 ' n '의 부분으로 나타나는 $[0, 1]$ 로 릴렉스(relax)된다. 각각의 서브캐리어는 FDMA(frequency division multiple access) 방식에서 단일 사용자에게 의해 독점적으로 소비되는 대신에 하나 이상의 사용자에게 의해 공유될 수 있다. 마침내 새로운 변수 ' y '를 이용하여 상술한 수학적 1을 아래 수학적 2와 같이 재 공식화할 수 있다.

수학적 2

$$\begin{aligned} \max y \\ \text{subject to } y &\leq \sum_{n=1}^N f_{1kn} r_{1kn} + t_{2k} r_{2k}, \\ \sum_{k=1}^K f_{1kn} &\leq 1, \forall n; 0 \leq f_{1kn} \leq 1, \forall k, n; \\ \sum_{k=1}^K t_{2k} &\leq 1, 0 \leq t_{2k} \leq 1, \forall k; \end{aligned}$$

[0025]

[0026] 이제, 상술한 최적화 문제는 표준 콘벡스(convex) 최적화 문제가 되고, 유일한 최적해가 존재한다. 이러한 최적해는 고려된 최대-최소 처리량 최대화 문제의 상계(upper-bound) 성능을 제공할 수 있다. 그러나, 콘벡스 최적화 문제를 푸는 것은 재귀 법칙(recursive nature) 때문에 집약적인 계산(intensive computation)을 요구한다.

[0027] 2. 근접한 문제 공식화 및 차선험(Approximated Problem Formulation and Suboptimal Solution)

[0028] 실제 시스템에서 멀티-호밍 접속 능력 및 복수의 사용자에게 의한 서브캐리어 점유의 가정은 비현실적일지 모른다. 게다가, 최적해는 집약적인 계산을 요구한다. 그러나 이러한 최적해를 통해 더 흥미로운 차선험을 만들 수 있다. 만약, 사용자 'k'의 달성 가능한 데이터율을 모든 서브캐리어가 소비한다면, 사용자 'k'의 달성 가능한 데이터율은 하기 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

$$r_{1k} = \sum_{n=1}^N r_{1kn}$$

[0029]

[0030] 즉, 모든 서브캐리어가 제공하는 데이터율의 합이 상기 달성 가능한 데이터율이 될 수 있다. 모든 서브캐리어가 사용된다면, 각각의 사용자가 서로 다른 서브캐리어에서 서로 다른 채널 이득을 갖는 경우와 각각의 사용자가 각각의 서브캐리어에서 동일한 채널 이득을 갖는 경우 모두에서 달성 가능한 데이터율이 동일하도록 할 수 있다. 이때, 각각의 사용자가 서로 다른 서브캐리어에서 서로 다른 채널 이득을 갖는 대신에 각각의 서브캐리어에서 동일한 채널 이득을 갖는 근접한 문제를 얻을 수 있다. 이러한 근접한 문제를 통해, OFDMA 네트워크에서의 서브캐리어 할당 문제는 FDMA 방식에서 주파수 프랙션 할당 문제로 변화될 수 있다. 따라서, 상술한 수학식 2와 같은 라디오 자원 관리 문제는 아래 수학식 4와 같이 재 공식화될 수 있다.

수학식 4

$$\begin{aligned} \max \quad & y \\ \text{subject to} \quad & y \leq \sum_{i=1}^2 \beta_{ik} r_{ik}, \\ & \sum_{k=1}^K \beta_{ik} \leq 1, \forall i; \\ & 0 \leq \beta_{ik} \leq 1, \forall i, k; \end{aligned}$$

[0031]

[0032] 여기서, ' β_{ik} '는 사용자 'k'의 주파수 프랙션 할당 또는 시간 프랙션 할당으로 표현되는 자원 할당 파라미터를 의미하는 것으로, OFDMA 네트워크와 WLAN에 의존할 수 있다. 여기서, 상술한 근접한 문제에서도 멀티-호밍은 여전히 허락됨을 알 수 있다. 그러나, 오직 단일 네트워크 선택만이 이후 설명할 알고리즘에서 고려될 수 있다. 이때, 근접한 문제의 라그랑지안(Lagrangian)이 하기 수학식 5와 같이 제공될 수 있다.

수학식 5

$$J(\{\beta_{ik}\}, \{\lambda_k\}, \{\nu_i\}) = y + \sum_{k=1}^K \lambda_k \left(\sum_{i=1}^2 \beta_{ik} r_{ik} - y \right) + \sum_{i=1}^2 \nu_i \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{ik} \right)$$

[0033]

[0034] 여기서, ' λ_k ' 및 ' ν_i '는 라그랑지 멀티플라이어(Lagrange multiplier)를 의미할 수 있다. 이때, KKT(Karush-Kuhn-Tucker) 조건을 적용함으로써, 최적화된 ' β_{ik} '를 얻기 위한 필수적이고 충분한 조건을 아래 수학적식 6과 같이 얻을 수 있다.

수학적식 6

$$\frac{\partial J}{\partial \beta_{ik}^*} \begin{cases} < 0, & \text{if } \beta_{ik}^* = 0 \\ = 0, & \text{if } 0 < \beta_{ik}^* < 1; \\ > 0, & \text{if } \beta_{ik}^* = 1 \end{cases}$$

$$\lambda_k \left(\sum_{i=1}^2 \beta_{ik}^* r_{ik} - y \right) = 0, \quad \forall k;$$

$$\nu_i \left(1 - \sum_{k=1}^K \beta_{ik}^* \right) = 0, \quad \forall i.$$

[0035]

[0036] 이때, ' β_{ik} '에 대한 수학적식 5에 라그랑지안의 일부분의 파생물을 대입하면, 아래와 같이 수학적식 7을 얻을 수 있다.

수학적식 7

$$\frac{\partial J}{\partial \beta_{ik}} = \lambda_k r_{ik} - \nu_i.$$

[0037]

[0038] 여기서, 수학적식 7을 KKT 조건 대신에 이용하면, 차선헌는 아래 수학적식 8과 같이 표현될 수 있다.

수학적식 8

$$\beta_{ik}^* \begin{cases} = 1, & \text{if } \nu_i < \lambda_k r_{ik} \\ \in (0, 1), & \text{if } \nu_i = \lambda_k r_{ik} . \\ = 0, & \text{if } \nu_i > \lambda_k r_{ik} \end{cases}$$

[0039]

[0040] 네트워크 ' i '의 네트워크 선택 목표값을 ' ν_i ', 사용자 ' k '의 자원 사용값 ' λ_k '를 고려하면, 사용자 ' k '는 OFDMA 네트워크에는 접속할 수 있지만, WLAN에는 접속할 수 없다. 여기서 하기 수학적식 9를 얻을 수 있다.

수학적식 9

$$\nu_1 \leq \lambda_k r_{1k}; \quad \nu_2 > \lambda_k r_{2k}; \quad \frac{\nu_1}{\nu_2} < \frac{r_{1k}}{r_{2k}}.$$

[0041]

[0042] 비슷하게, 만약, 사용자 ' k '가 WLAN에는 접속할 수 있고, OFDMA 네트워크에는 접속할 수 없다면, 하기 수학적식 10을 얻을 수 있다.

수학적식 10

$$\nu_2 \leq \lambda_k r_{2k}; \quad \nu_1 > \lambda_k r_{1k}; \quad \frac{\nu_1}{\nu_2} > \frac{r_{1k}}{r_{2k}}.$$

[0043]

[0044] 따라서, 사용자의 네트워크 선택을 위한 최적화 값 ' $(v_1/v_2)*$ ' (실제로는 최적화 범위 내의 값)이 존재한다. 예를 들어, ' $(r_{1k}/r_{2k}) > (v_1/v_2)*$ '를 만족하는 사용자들은 OFDMA 네트워크를 선택할 수 있고, 만족하지 않는 사용자들은 WLAN을 선택할 수 있다. 다시 말해, 사용자는 더 효과적으로 사용할 수 있는 네트워크를 선택할 수 있다.

[0045] **3. 라디오 자원 관리 동작 프로세스: 네트워크 선택 및 각각의 네트워크에서의 자원 할당(RRM Operation Process: Network Selection and Resource Allocations in Each Network)**

[0046] 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 라디오 자원 관리 동작 프로세스를 설명하기 위한 흐름도이다. 본 실시예에 따른 라디오 자원 관리 동작 프로세스는 라디오 자원을 관리하는 중앙 제어기와 같은 라디오 자원 관리 시스템 및 사용자 단말인 각각의 사용자에게 의해 수행될 수 있다.

[0047] 단계(310)에서 라디오 자원 관리 시스템은 소비되는 전체 자원이 (r_{1k}, r_{2k}) 일 때, 각각의 네트워크에서의 데이터를 복수의 사용자 각각에 대해 계산할 수 있다. 여기서, ' r_{1k} '는 OFDMA 네트워크에서 사용자 ' k '의 소비 자원을, ' r_{2k} '는 WLAN에서 사용자 ' k '의 소비 자원을 각각 의미할 수 있다.

[0048] 단계(320)에서 라디오 자원 관리 시스템은 하기 수학적 식 11을 통해 사용자들을 정렬한다.

수학적 식 11

[0049]
$$\frac{r_{11}}{r_{21}} \geq \frac{r_{12}}{r_{22}} \geq \dots \geq \frac{r_{1K}}{r_{2K}}$$

[0050] 즉, 라디오 자원 관리 시스템은 사용자별로 각각의 네트워크에서 소비되는 자원의 비율에 기초하여 복수의 사용자들을 정렬할 수 있다. 도 9 및 도 10을 통해 설명한 바와 같이 상술한 비율과 사용자의 네트워크 선택을 위한 최적화 값 ' $(v_1/v_2)*$ '간의 대소관계를 통해 네트워크의 선택이 가능하기 때문에 우선, 라디오 자원 관리 시스템은 상술한 자원의 비율에 따라 사용자들을 정렬할 수 있다.

[0051] 단계(330)에서 라디오 자원 관리 시스템은 네트워크 선택 루프를 시작한다. 이때, 라디오 자원 관리 시스템은 0부터 K 까지 모두 K 번 네트워크 선택을 반복할 수 있다.

[0052] 단계(340)에서 자원 할당 스킴을 통해 사용자 1에서 k 까지가 OFDMA 선택하고, 라디오 자원 관리 시스템은 가장 작은 데이터율 $R_1(k)$ 를 계산한다.

[0053] 단계(350)에서 동일한 데이터율 $R_2(k)$ 할당을 통해 사용자 $(k+1)$ 에서 K 까지 WLAN을 선택한다.

[0054] 단계(360)에서 라디오 자원 관리 시스템은 현재 네트워크 선택 집합에서 최소 데이터율 $R_{\min}(k)$ 를 확인한다. 이때, 최소 데이터율 $R_{\min}(k)$ 은 상술한 가장 작은 데이터율 $R_1(k)$ 및 동일한 데이터율 $R_2(k)$ 의 값 중 작은 값을 가질 수 있다. 예를 들어, 최소 데이터율 $R_{\min}(k)$ 은 아래 수학적 식 12와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 12

[0055]
$$R_{\min}(k) = \min(R_1(k), R_2(k))$$

[0056] 단계(370)에서 라디오 자원 관리 시스템은 k 가 K 보다 작은지 확인하여 작은 경우 단계(330)으로 돌아가 단계(330) 내지 단계(360)을 반복 수행하도록 제어한다. 이때, 라디오 자원 관리 시스템은 k 가 K 보다 크거나 같은 경우, 단계(380)을 수행할 수 있다.

[0057] 단계(380)에서 라디오 자원 관리 시스템은 최대-최소 사용자 처리량을 달성하기 위한 최적의 네트워크 선택 집합을 확인하기 위해 k^* 를 확인한다. 이때, k^* 는 아래 수학적 식 13과 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 13

- [0058] $k^* = \arg \max(R_{\min}(k))$
- [0059] 단계(390)에서 자원 할당 스킴을 통해 사용자 1에서 k^* 까지는 OFDMA를 선택하고, 동일한 데이터를 할당을 통해 사용자 (k^*+1) 부터 K 까지는 WLAN 선택한다.
- [0060] 즉, 최적의 네트워크 선택 집합 k^* 를 통해 사용자들이 어느 네트워크를 선택해야 하는가가 결정될 수 있고, 사용자는 단계(390)에서와 같이 해당하는 네트워크를 선택할 수 있다.
- [0061] 이러한 라디오 자원 관리 방법은 최적의 네트워크 선택 및 네트워크 각각에서의 대응하는 자원 할당을 발견하기 위해 정렬-검색 방법을 이용할 수 있다. 정렬-검색 방법은 네트워크 사용 효율성으로 우선 사용자들을 정렬한다. 그때, $(K + 1)$ 의 가능한 네트워크 선택 집합이 검색될 수 있고, 각각의 집합에서 최소의 데이터율이 검색될 수 있다. 마침내, 최대-최소 데이터율을 제공하는 최적의 네트워크 선택 집합이 선택될 수 있고, 또한 네트워크 각각에서 자원 할당이 결정될 수 있다.
- [0062] 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 자원 할당 방법을 도시한 흐름도이다. 이때, 도 4에서는 OFDMA 네트워크에서의 서브캐리어 할당을 설명함으로써, 자원 할당 방법을 설명한다. 본 실시예에 따른 자원 할당 방법은 상술한 라디오 자원 관리 시스템에 의해 수행될 수 있다.
- [0063] 단계(410)에서 라디오 자원 관리 시스템은 R_{lk} 를 0으로 초기화한다. 여기서, k 는 단계(410)이 수행될 때마다 1부터 K 까지 그 값이 1씩 증가될 수 있다.
- [0064] 단계(420)에서 라디오 자원 관리 시스템은 R_{lk} 가 R_{lm} 보다 작거나 같은 조건을 만족하는 k 를 확인한다. 이때, m 은 k 보다 작거나 같고, 1보다 크거나 같음
- [0065] 단계(430)에서 라디오 자원 관리 시스템은 r_{lkn} 이 r_{lkj} 보다 크거나 같은 조건을 만족하는 서브캐리어를 확인한다. 여기서 j 는 집합 A의 원소이고, 집합 A는 1부터 k 까지를 원소로 갖는 서브캐리어의 집합일 수 있다.
- [0066] 단계(440)에서 라디오 자원 관리 시스템은 R_{lk} 에 r_{lkn} 을 더하여 데이터율을 갱신하고, 서브캐리어 집합 A에서 원소 n 을 제거하여 서브캐리어 집합을 갱신한다.
- [0067] 단계(450)에서 라디오 자원 관리 시스템은 집합 A가 공집합인지를 확인하여 공집합인 경우, 단계(420)를 재수행하여 단계(420) 내지 단계(440)이 모든 서브캐리어에 대해 수행될 수 있도록 한다. 이때, 라디오 자원 관리 시스템은 집합 A가 공집합인 경우, 단계(460)을 수행할 수 있다.
- [0068] 단계(460)에서 라디오 자원 관리 시스템은 사용자의 가장 작은 데이터율 $R_{\min}$ 을 확인한다.
- [0069] 이러한 서브캐리어 할당 방법은 반복적인 프로세스를 통해 각각의 사용자에게 서브캐리어를 할당한다. 각각의 반복에서 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자가 선택될 수 있고, 가장 높은 데이터율을 제공하는 서브캐리어가 선택된 사용자에게 제공될 수 있다. 이러한 서브캐리어 할당 기준은 효과적으로 멀티-사용자의 변화를 활용할 수 있다.
- [0070] 또한, 각각의 네트워크 선택 집합에서 만약, ' $(k+1)$ '에서 ' K '까지의 사용자들이 WLAN을 선택한다면, 동일한 데이터율 할당이 아래 수학적 식 14와 같이 달성될 수 있다.

수학적 식 14

$$R_2 = t_{2(k+1)}r_{2(k+1)} = \dots = t_{2K}r_{2K}; \quad \sum_{m=k+1}^K t_{2m} = 1;$$

[0071]

[0072] 이러한 수학적 식 14는, WLAN에서 자원 할당이 절대적인 페어니스를 달성할 수 있음을 보여준다.

[0073] 4. 구체적인 실시예

[0074] 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 라디오 자원 관리 방법을 도시한 흐름도이다. 본 실시예에 따른 라디오

자원 관리 방법은 라디오 자원 관리 시스템을 통해 수행될 수 있다. 도 5에서는 라디오 자원 관리 시스템을 통해 각각의 단계가 수행되는 과정을 설명함으로써, 라디오 자원 관리 방법을 설명한다.

- [0075] 단계(510)에서 라디오 자원 관리 시스템은 복수의 사용자 단말 각각에 대해 OFDMA 네트워크 및 WLAN 각각에서의 데이터율을 계산한다. 일례로, 라디오 자원 관리 시스템은 소비되는 전체 자원이 (r_{1k} , r_{2k})일 때, 각각의 네트워크에서의 데이터율을 복수의 사용자 각각에 대해 계산할 수 있다. 여기서, ' r_{1k} '는 OFDMA 네트워크에서 사용자 ' k '의 소비 자원을, ' r_{2k} '는 WLAN에서 사용자 ' k '의 소비 자원을 각각 의미할 수 있다.
- [0076] 단계(520)에서 라디오 자원 관리 시스템은 사용자 단말별로 상기 OFDMA 네트워크에서의 데이터율의 상기 WLAN에서의 데이터율에 대한 비율을 계산하고, 상기 비율에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말을 정렬한다. 일례로, 라디오 자원 관리 시스템은 상술한 수학적 식 11에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말을 정렬할 수 있다.
- [0077] 단계(530)에서 라디오 자원 관리 시스템은 상기 정렬된 복수의 사용자 단말들이 상기 OFDMA 네트워크와 상기 WLAN을 선택하여 생성될 수 있는 사용자 단말들의 모든 가능한 네트워크 선택 집합 중 최소의 데이터율이 검색되는 네트워크 선택 집합을 선택한다. 이때, 라디오 자원 관리 시스템은 상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말에 대해 자원 할당 스킴을 통해 가장 작은 데이터율을 계산하고, 상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 WLAN을 선택하는 사용자 단말에 대해 할당되는 동일한 데이터율을 확인하여 및 상기 계산된 데이터율과 상기 확인된 데이터율 중 가장 작은 데이터율을 갖는 네트워크 선택 집합을 확인할 수 있다.
- [0078] 이때, 자원 할당 스킴을 통해 가장 작은 데이터율을 계산하기 위해 라디오 자원 관리 시스템은 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말 중 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자 단말을 확인하고, 상기 확인된 사용자 단말에 가장 높은 데이터율을 갖는 서브캐리어를 할당할 수 있다. 이때, 라디오 자원 관리 시스템은 모든 사용자 단말에 상기 서브캐리어가 할당될 때까지 상기 서브캐리어가 할당된 사용자 단말을 제외한 나머지 단말에 대해 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자 단말을 확인하고, 상기 확인된 사용자 단말에 가장 높은 데이터율을 갖는 서브캐리어를 할당할 수 있다.
- [0079] 또한, 동일한 데이터율을 확인하기 위해 라디오 자원 관리 시스템은 각각의 사용자 단말별로 시간 프랙션(fraction) 할당 파라미터와 사용자 단말의 데이터율간의 연산 결과가 상기 동일한 데이터율로서 상기 WLAN을 선택하는 모든 사용자 단말에 대해 동일하고, 상기 모든 사용자 단말에 대한 시간 프랙션 할당 파라미터의 합이 1이 되도록 상기 시간 프랙션 할당 파라미터를 결정할 수 있다.
- [0080] 즉, 상술한 바와 같이, OFDMA 네트워크와 WLAN을 선택할 사용자 단말을 각각 원소로 하는 집합인 네트워크 선택 집합의 모든 가능한 집합에 대해 최소의 데이터율이 검색되는 네트워크 선택 집합을 선택하기 위해, 도 3을 통해 설명한 단계(330) 내지 단계(360)이 수행될 수 있다.
- [0081] 단계(540)에서 라디오 자원 관리 시스템은 상기 복수의 사용자 단말에게 각각 자원을 할당한다. 여기서, 라디오 자원 관리 시스템은 상기 결정된 네트워크 선택 집합에 따라 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말에 대해 자원 할당 스킴을 통해 서브캐리어를 할당하고, 상기 WLAN을 선택하는 사용자 단말에 대해 동일한 데이터율을 할당할 수 있다.
- [0082] 여기서, 상기 자원 할당 스킴은 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자 단말에 가장 높은 데이터율을 갖는 서브캐리어가 할당되도록 순차적으로 서브캐리어를 할당할 수 있다. 이러한 자원 할당 스킴에 대해서는 도 4를 통해 자세히 설명하였기에 반복적인 설명은 생략한다.
- [0083] 도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 라디오 자원 관리 시스템의 내부 구성을 설명하기 위한 블록도이다. 본 실시예에 따른 라디오 자원 관리 시스템(600)은 도 6에 도시된 바와 같이, 데이터율 계산부(610), 사용자 정렬부(620), 최소 데이터율 계산부(630) 및 최적 네트워크 선택 집합 확인부(640)를 포함한다.
- [0084] 데이터율 계산부(610)는 복수의 사용자 단말 각각에 대해 OFDMA 네트워크 및 WLAN 각각에서의 데이터율을 계산한다. 일례로, 데이터율 계산부(610)는 소비되는 전체 자원이 (r_{1k} , r_{2k})일 때, 각각의 네트워크에서의 데이터율을 복수의 사용자 각각에 대해 계산할 수 있다. 여기서, ' r_{1k} '는 OFDMA 네트워크에서 사용자 ' k '의 소비 자원을, ' r_{2k} '는 WLAN에서 사용자 ' k '의 소비 자원을 각각 의미할 수 있다.
- [0085] 사용자 단말 정렬부(620)는 사용자 단말별로 상기 OFDMA 네트워크에서의 데이터율의 상기 WLAN에서의 데이터율에 대한 비율을 계산하고, 상기 비율에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말을 정렬한다. 일례로, 사용자 단말 정

렬부(620)는 상술한 수학적 식 11에 기초하여 상기 복수의 사용자 단말을 정렬할 수 있다.

- [0086] 네트워크 선택 집합 결정부(630)는 상기 정렬된 복수의 사용자 단말들이 상기 OFDMA 네트워크와 상기 WLAN을 선택하여 생성될 수 있는 사용자 단말들의 모든 가능한 네트워크 선택 집합 중 최소의 데이터율이 검색되는 네트워크 선택 집합을 선택한다. 이때, 네트워크 선택 집합 결정부(630)는 상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말에 대해 자원 할당 스킴을 통해 가장 작은 데이터율을 계산하는 데이터율 계산부(미도시), 상기 모든 가능한 네트워크 선택 집합 각각에서 상기 WLAN을 선택하는 사용자 단말에 대해 할당되는 동일한 데이터율을 확인하는 데이터율 확인부(미도시) 및 상기 계산된 데이터율과 상기 확인된 데이터율 중 가장 작은 데이터율을 갖는 네트워크 선택 집합을 확인하는 네트워크 선택 집합 확인부(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0087] 여기서, 상기 데이터율 계산부는 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말 중 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자 단말을 확인하는 사용자 단말 확인부(미도시), 상기 확인된 사용자 단말에 가장 높은 데이터율을 갖는 서브캐리어를 할당하는 서브캐리어 할당부(미도시), 모든 사용자 단말에 상기 서브캐리어가 할당될 때까지 상기 서브캐리어가 할당된 사용자 단말을 제외한 나머지 단말에 대해 상기 사용자 단말 확인부 및 상기 서브캐리어 할당부가 동작하도록 제어하는 제어부 및 가장 작은 데이터율을 확인하는 최소 데이터율 확인부(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0088] 또한, 상기 데이터율 확인부는 각각의 사용자 단말별로 시간 프랙션(fraction) 할당 파라미터와 사용자 단말의 데이터율간의 연산 결과가 상기 동일한 데이터율로서 상기 WLAN을 선택하는 모든 사용자 단말에 대해 동일하고, 상기 모든 사용자 단말에 대한 시간 프랙션 할당 파라미터의 합이 1이 되도록 상기 시간 프랙션 할당 파라미터를 결정할 수 있다.
- [0089] 자원 할당부(640)는 상기 복수의 사용자 단말에게 각각 자원을 할당한다. 이때, 상기 자원 할당부(640)는, 상기 결정된 네트워크 선택 집합에 따라 상기 OFDMA 네트워크를 선택하는 사용자 단말에 대해 자원 할당 스킴을 통해 서브캐리어를 할당하고, 상기 WLAN을 선택하는 사용자 단말에 대해 동일한 데이터율을 할당할 수 있다.
- [0090] 여기서, 상기 자원 할당 스킴은 가장 낮은 데이터율을 갖는 사용자 단말에 가장 높은 데이터율을 갖는 서브캐리어가 할당되도록 순차적으로 서브캐리어를 할당할 수 있다.
- [0091] 도 5 및 도 6에서 생략된 설명은 상술한 1 내지 3을 통해 설명한 내용 및 수학적식들 그리고 도 3 내지 도 4를 참조할 수 있다.
- [0092] 이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 라디오 자원 관리 시스템 또는 라디오 자원 관리 방법을 이용하면, 최대-최소 페어니스(max-min fairness)를 획득하는 것과 같이 모든 사용자들 사이에서 가장 작은 처리량을 최대화할 수 있고, 네트워크 선택 및 각각의 네트워크에서의 자원 할당으로 구성되는 라디오 자원 관리를 통해 각각의 네트워크에서 모든 사용자에 대해 효과적으로 자원을 사용할 수 있다.
- [0093] 본 발명에 따른 실시예들은 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, 파일 데이터, 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.
- [0094] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0095] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이

특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 OFDMA 브로드밴드 네트워크와 WLAN으로 구성되는 이기종 네트워크를 도시한 도면이다.

도 2는 OFDMA 브로드밴드 네트워크와 WLAN으로 구성되는 이기종 네트워크에서 서로 다른 사용자들의 라디오 자원 활용을 설명하기 위한 일례이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 라디오 자원 관리 동작 프로세스를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 자원 할당 방법을 도시한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 라디오 자원 관리 방법을 도시한 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 라디오 자원 관리 시스템의 내부 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

600: 라디오 자원 관리 시스템

610: 데이터율 계산부

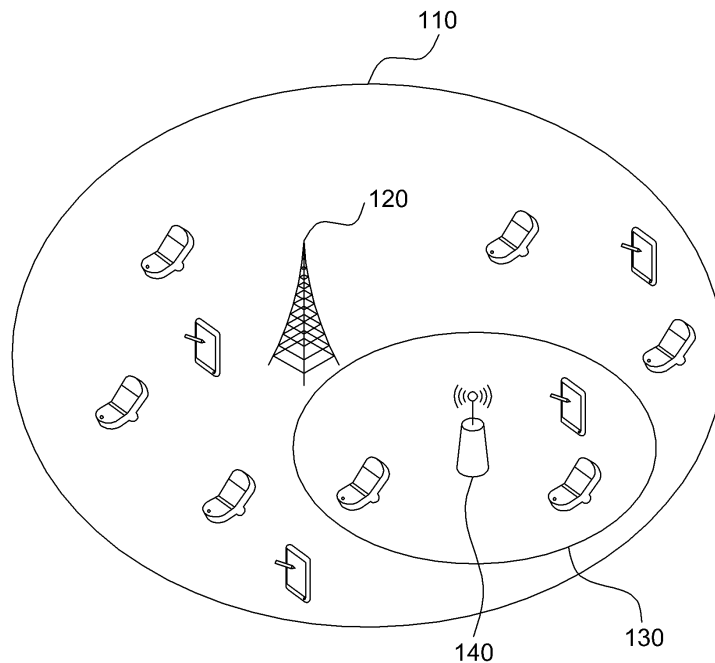
620: 사용자 정렬부

630: 네트워크 선택 집합 결정부

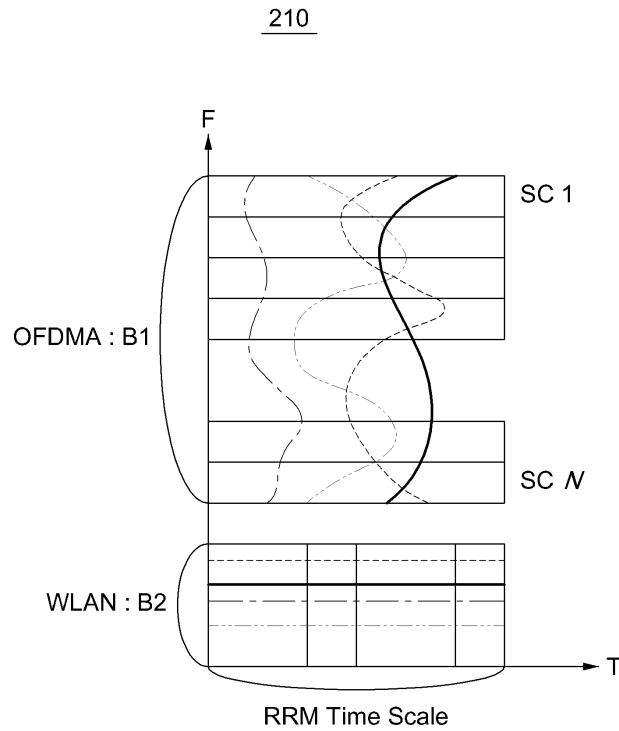
640: 자원 할당부

도면

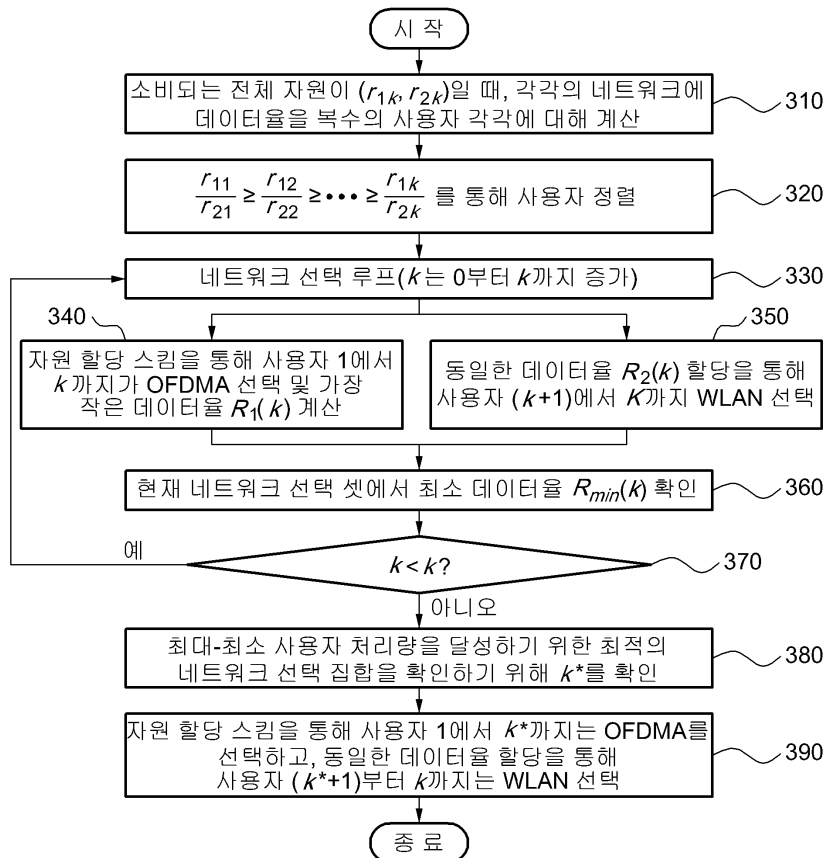
도면1



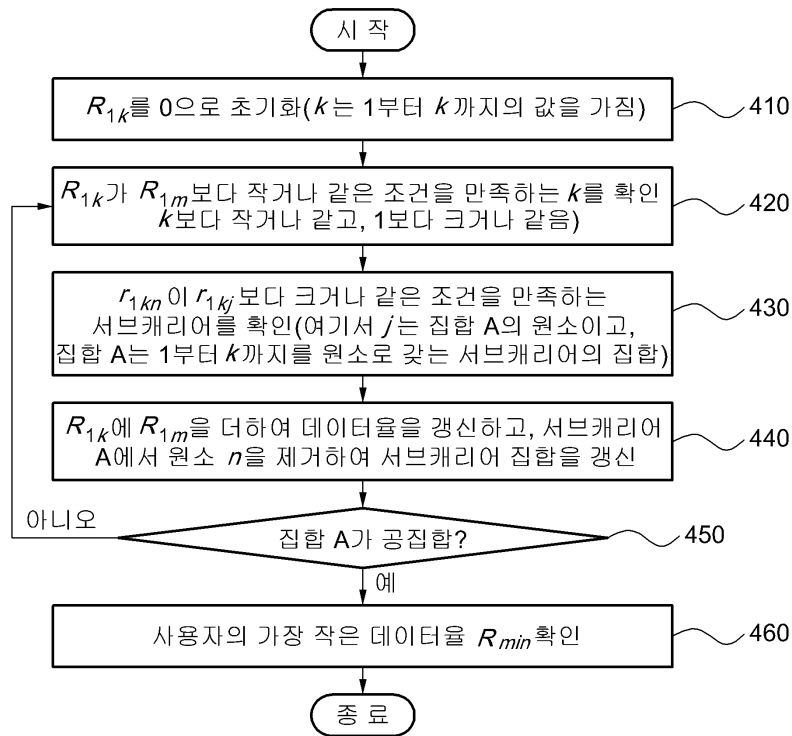
도면2



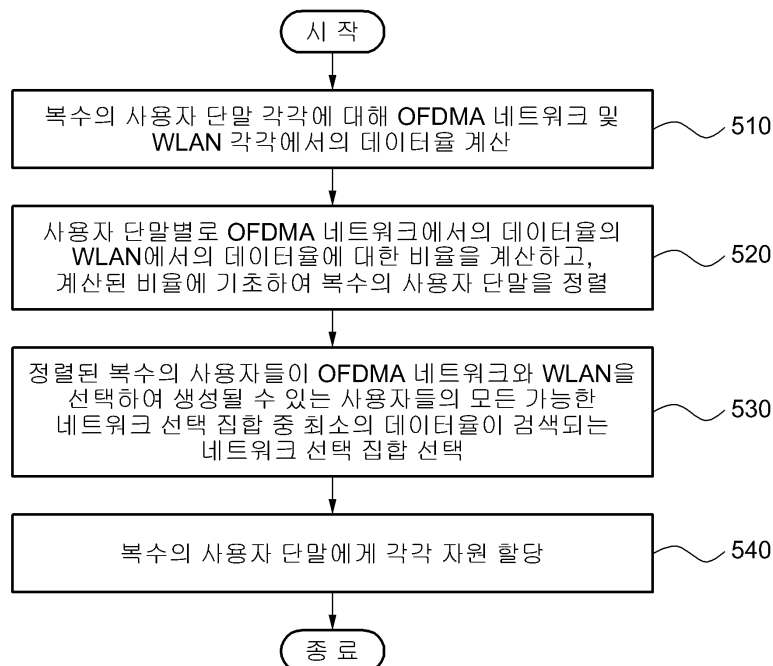
도면3



도면4



도면5



도면6

