



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월15일
(11) 등록번호 10-1449343
(24) 등록일자 2014년10월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 72/04 (2009.01) H04J 11/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0136044
(22) 출원일자 2013년11월11일
심사청구일자 2013년11월11일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060016463 A
KR1020090105352 A

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
곽경섭
인천 연수구 해돋이로84번길 10, 602동 102호 (송도동, 송도풍림아이원6단지아파트)
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 황운철

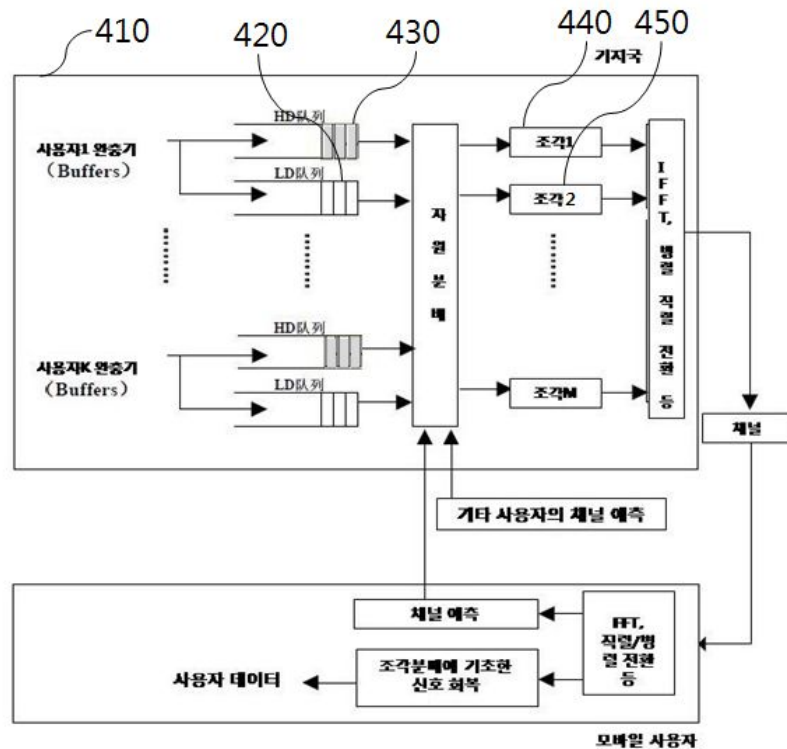
(54) 발명의 명칭 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법 및 시스템

(57) 요약

고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal frequency-division multiple access; QFDMA) 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법은 복수의 사용자 각각의 대기열 상태 정보(Queue State Information; QSI)에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 데이터 패킷을 상기 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한(High

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



Delay; HD) 대기열 또는 낮은 지연 제한(Low Delay; LD) 대기열 중 적어도 하나에 분류하는 단계; 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 무선 자원의 조각이 하나씩 분배되도록 상기 무선 자원을 복수의 조각들로 분할하는 단계; 상기 복수의 사용자 각각의 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI) 및 상기 대기열 상태 정보에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 전송 출력, 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열의 전송 속도 및 상기 낮은 지연 제한 대기열의 전송 속도를 포함하는 상기 복수의 사용자 각각의 상기 데이터 패킷에 대한 지연 제한 허용 조건을 계산하는 단계; 및 상기 지연 제한 허용 조건에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 복수의 조각들을 분배하는 단계를 포함한다.

특허청구의 범위

청구항 1

고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal frequency-division multiple access; OFDMA) 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법에 있어서,

복수의 사용자 각각의 대기열 상태 정보(Queue State Information; QSI)에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 데이터 패킷을 상기 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한(High Delay; HD) 대기열 또는 낮은 지연 제한(Low Delay; LD) 대기열 중 적어도 하나에 분류하는 단계;

상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 무선 자원의 조각이 하나씩 분배되도록 상기 무선 자원을 복수의 조각들로 분할하는 단계;

상기 복수의 사용자 각각의 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI) 및 상기 대기열 상태 정보에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 전송 출력, 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열의 전송 속도 및 상기 낮은 지연 제한 대기열의 전송 속도를 포함하는 상기 복수의 사용자 각각의 데이터 패킷에 대한 지연 제한 허용 조건을 계산하는 단계; 및

상기 지연 제한 허용 조건에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 복수의 조각들을 분배하는 단계

를 포함하는 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지연 제한 허용 조건을 계산하는 단계는

상기 복수의 사용자 각각의 전송 출력으로부터 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열의 전송 출력 및 상기 낮은 지연 제한 대기열의 전송 출력을 설정하는 단계

를 포함하는 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 사용자 각각의 전송 출력은

상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열의 비율 및 상기 낮은 지연 제한 대기열의 비율에 기초하여 계산되는 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 지연 제한 허용 조건에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 복수의 조각들을 분배하는 단계는

상기 복수의 조각들 각각의 상태 정보에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 복수의 조각들을 분배하는 단계

를 포함하는 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법.

청구항 5

고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal frequency-division multiple access; OFDMA) 시스템의 무선 자원을 할당하는 시스템에 있어서,

상기 시스템에서 동작하는 프로그램을 기록하는 메모리부; 및

상기 메모리부에 기록된 상기 프로그램에 따라 상기 시스템의 동작을 제어하는 프로세서
를 포함하고,

상기 프로그램은

복수의 사용자 각각의 대기열 상태 정보(Queue State Information; QSI)에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의
상기 데이터 패킷을 상기 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한(High Delay; HD) 대기열 또는 낮은 지연 제한
(Low Delay; LD) 대기열 중 적어도 하나에 분류하고,

상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 무선 자원
의 조각이 하나씩 분배되도록 상기 무선 자원을 복수의 조각들로 분할하며,

상기 복수의 사용자 각각의 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI) 및 상기 대기열 상태 정보에 기초
하여 상기 복수의 사용자 각각의 전송 출력, 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열의 전송 속
도 및 상기 낮은 지연 제한 대기열의 전송 속도를 포함하는 상기 복수의 사용자 각각의 데이터 패킷에 대한 지
연 제한 허용 조건을 계산하고,

상기 지연 제한 허용 조건에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지
연 제한 대기열 각각에 상기 복수의 조각들을 할당하는 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 분배
하는 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 시스템 및 그 방법
에 관한 것으로, 보다 구체적으로 사용자의 데이터 패킷을 대기열 상태 정보에 따라 분류하고, 분류된 사용자의
데이터 패킷 각각에 조각으로 분할된 무선 자원을 분배하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 기술은 사용자의 통신 서비스 품질
(Quality of Service; QoS)과 연관된 사용자 데이터 패킷의 지연 제한을 만족시키기 위해 반송파(Carrier) 분배
및 출력 분배 방식을 이용한다.

[0003] 그러나, 기존의 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 기술은 고속 이동
환경에서 발생하는 도플러 주파수 변이를 효율적으로 해결하지 못한다.

[0004] 이에, 고속 이동 환경에서 발생하는 도플러 주파수 변이를 감소시키는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 실시예들은 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 최적화하여 할당하는 방법, 장치 및
시스템을 제공한다.

[0006] 또한, 본 발명의 실시예들은 사용자의 데이터 패킷을 대기열 상태 정보에 따라 분류하고, 분류된 사용자 데이터
패킷 각각에 조각으로 분할된 무선 자원을 분배하는 과정에서, 지연 제한 허용 조건을 이용하는 방법, 장치 및
시스템을 제공한다.

[0007] 또한, 본 발명의 실시예들은 사용자의 대기열 패킷을 대기열 상태 정보에 따라 높은 지연 제한 대기열 또는 낮
은 지연 제한 대기열로 분류함으로써, 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 효율적으로 할당하는
방법, 장치 및 시스템을 제공한다.

[0008] 또한, 본 발명의 실시예들은 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 조각으로 분할하여 분배함으로
써, 채널 예측을 평균 오차 범위로 한정하는 방법, 장치 및 시스템을 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명의 실시예들은 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 최적화 하여 할당함으로써, 사용자 별로 요구되는 통신 서비스 품질을 만족시킨다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일실시예에 따른 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal frequency-division multiple access; QFDMA) 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법은 복수의 사용자 각각의 대기열 상태 정보(Queue State Information; QSI)에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 데이터 패킷을 상기 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한(High Delay; HD) 대기열 또는 낮은 지연 제한(Low Delay; LD) 대기열 중 적어도 하나에 분류하는 단계; 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 무선 자원의 조각이 하나씩 분배되도록 상기 무선 자원을 복수의 조각들로 분할하는 단계; 상기 복수의 사용자 각각의 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI) 및 상기 대기열 상태 정보에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 전송 출력, 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열의 전송 속도 및 상기 낮은 지연 제한 대기열의 전송 속도를 포함하는 상기 복수의 사용자 각각의 상기 데이터 패킷에 대한 지연 제한 허용 조건을 계산하는 단계; 및 상기 지연 제한 허용 조건에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 복수의 조각들을 분배하는 단계를 포함한다.

[0011] 상기 지연 제한 허용 조건을 계산하는 단계는 상기 복수의 사용자 각각의 전송 출력으로부터 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열의 전송 출력 및 상기 낮은 지연 제한 대기열의 전송 출력을 설정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 복수의 사용자 각각의 전송 출력은 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열의 비율 및 상기 낮은 지연 제한 대기열의 비율에 기초하여 계산될 수 있다.

[0013] 상기 지연 제한 허용 조건에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 복수의 조각들을 분배하는 단계는 상기 복수의 조각들 각각의 상태 정보에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 복수의 조각들을 분배하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일실시예에 따른 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal frequency-division multiple access; QFDMA) 시스템의 무선 자원을 할당하는 시스템은 상기 시스템에서 동작하는 프로그램을 기록하는 메모리부; 및 상기 메모리부에 기록된 상기 프로그램에 따라 상기 시스템의 동작을 제어하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로그램은 복수의 사용자 각각의 대기열 상태 정보(Queue State Information; QSI)에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 데이터 패킷을 상기 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한(High Delay; HD) 대기열 또는 낮은 지연 제한(Low Delay; LD) 대기열 중 적어도 하나에 분류하고, 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 무선 자원의 조각이 하나씩 분배되도록 상기 무선 자원을 복수의 조각들로 분할하며, 상기 복수의 사용자 각각의 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI) 및 상기 대기열 상태 정보에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 전송 출력, 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열의 전송 속도 및 상기 낮은 지연 제한 대기열의 전송 속도를 포함하는 상기 복수의 사용자 각각의 상기 데이터 패킷에 대한 지연 제한 허용 조건을 계산하고, 상기 지연 제한 허용 조건에 기초하여 상기 복수의 사용자 각각의 상기 높은 지연 제한 대기열 및 상기 낮은 지연 제한 대기열 각각에 상기 복수의 조각들을 할당한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예들은 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 최적화하여 할당하는 방법, 장치 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시예들은 사용자의 데이터 패킷을 대기열 상태 정보에 따라 분류하고, 분류된 사용자 데이터 패킷 각각에 조각으로 분할된 무선 자원을 분배하는 과정에서, 지연 제한 허용 조건을 이용하는 방법, 장치 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 실시예들은 사용자의 대기열 패킷을 대기열 상태 정보에 따라 높은 지연 제한 대기열 또는 낮은 지연 제한 대기열로 분류함으로써, 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 효율적으로 할당하는 방법, 장치 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 실시예들은 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 조각으로 분할하여 분배함으로써, 채널 예측을 평균 오차 범위로 한정하는 방법, 장치 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 실시예들은 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 최적화 하여 할당함으로써, 사용자 별로 요구되는 통신 서비스 품질을 만족시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 고속 이동 환경을 나타낸 도면이다.

도 2는 기존의 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal frequency-division multiple access; QFDMA) 시스템을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 패킷을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법을 나타낸 플로우 차트이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 시스템을 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 고속 이동 환경을 나타낸 도면이다.

[0022] 도 1을 참조하면, 고속 이동 환경에서의 통신은 통신 커버리지(110)를 갖는 기지국(111)과 고속으로 이동하는 고속 이동체(120)에 포함되어 있는 사용자 단말들(121, 122, 123)사이에서 수행된다. 여기서, 고속 이동 환경에서의 통신은 도플러 주파수 변이 및 채널의 급변화의 발생으로부터 강인한 통신 서비스 품질에 대한 요구를 만족시켜야 한다. 또한, 고속 이동 환경에서의 통신은 실시간 서비스로 수행되므로, 지연(Delay)에 대한 제한이 중요할 수 있다. 이 때, 사용자 단말들(121, 122, 123)별로 지연을 포함하는 통신 서비스 품질에 대한 요구가 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 데이터 다운로드와 같은 비실시간 서비스는 비교적 낮은 지연의 제한을 받을 수 있고, 영상 통화와 같은 실시간 서비스는 높은 지연의 제한을 받아 통신의 연속성을 보장받을 수 있다.

[0023] 일반적인 고속 이동 환경에서의 통신은 낮은 지연의 제한 및 높은 지연의 제한을 포함하는 혼합적인 통신으로서, 사용자 단말들(121, 122, 123)의 데이터 스트림들은 혼합형 데이터 스트림들일 수 있다. 따라서, 본 발명은 사용자 단말들(121, 122, 123) 각각의 데이터 스트림을 구성하는 데이터 패킷을 높은 지연 제한 및 낮은 지연 제한으로 분류하여 처리함으로써, 혼합형 데이터 스트림의 서로 다른 지연 제한을 만족시키고, 도플러 주파수 변이의 영향을 감소시키기 위해 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 조각으로 분할하여 사용자 단말들(121, 122, 123) 각각에 분할하여 분배하는 방안을 제안한다.

[0024] 도 2는 기존의 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal frequency-division multiple access; QFDMA) 시스템을 나타낸 도면이다.

[0025] 도 2를 참조하면, 기존의 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템에서 무선 자원을 할당하는 시스템(210)은 기지국에 포함되어 운용될 수 있다. 여기서, 무선 자원을 할당하는 시스템(210)은 사용자의 지연 제한을 만족시키기 위해 반송파(Carrier) 분배 및 출력 분배 방안을 이용하였다. 예를 들어, 무선 자원을 할당하는 시스템(210)은 각종 서비스 응용에 따른 통신 서비스 품질을 보장하기 위해 자원 분배 계산시 먼저 각종 서비스의 통신 서비스 품질 요구를 만족시킬 수 있다. 이 때, 사용자의 지연 제한은 대기 이론(Queueing Theory)을 통해 물리 계층(Physical Layer)의 속도 제한으로 전환되며, 일반적으로 링크의 실행 가능 속도는 사용자의 전송 출력이 결정할 수 있다. 이로써, 지연 제한을 만족하는 자원 분배 문제는 최적화 문제로 전환되며 구체적인 과정은 아래와 같다.

[0026] 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템에는 총 K_1 개의 지연 인내형 사용자, K_2 개의 지연 민감형 사용자 및 $N=\{1, 2, \dots, N\}$ 개의 반송파가 있고, 모든 반송파는 오직 하나의 사용자에게 분배되며, $\{\Phi\}_j = P_{k,j}$ 반송파의 분배 행

렬로 가정한다. 예를 들어, 반송파 1(230)은 사용자 1에게 분배될 수 있다. 이 때, n 번째 반송파는 사용자 k에게 분배되는 경우, $P_{k,n} = 1$ 이고, n 번째 반송파는 사용자 k에게 분배되지 않는 경우, $P_{k,n} = 0$ 일 수 있다. 또한, 전체 전송 대역폭은 B로 설정한다면, 기지국에서 사용자 k까지 n번째 반송파의 최대 가능 전송 속도는 수학적 식 1과 같다.

[0027] [수학적 식 1]

[0028]
$$R_{k,n} = \frac{B}{N} \log_2 \left(1 + \frac{|h_{k,n}|^2 P_{k,n}}{\sigma^2} \right)$$

[0029] 여기서, $P_{k,n}$ 은 기지국에서 사용자 k로 전송되는 n번째 반송파의 전송 출력이고, $h_{k,n}$ 은 대응하는 정보 이득, σ^2 는 부가 백색 잡음(Additive white Gaussian noise; AWGN)의 분산을 나타낸다.

[0030] 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템에서 사용자 각각이 요구하는 통신 서비스 품질은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 지연 인내형 사용자의 경우, 데이터 버퍼 용량은 무한할 수 있다. 따라서, 데이터 패킷의 전송 대기(Queue)가 존재하기 때문에 통신 서비스 품질을 보장하기 위해 데이터 속도가 최대화될 수 있다. 그러나, 지연 민감형 사용자의 경우 데이터 버퍼의 용량은 제한적일 수 있다. k번째 사용자의 데이터 패킷이 k번째 사용자에게 대응하는 버퍼에 도착한 경우, 도착 과정(Arrival process)은 푸아송(Poisson) 분포에 따르며, 도착율(Arrival rate)기록은 λ_k 개 데이터 패킷/TS, 데이터 패킷 길이는 고정값 F비트, 이에 대응하는 지연 제한은 T_k 일 수 있다. 사용자의 통신 서비스 품질을 보장하기 위해 자원 분배시 데이터 패킷의 평균 대기 지연은 규정된 지연 제한 T_k 를 초과하지 않는다. 기존의 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템에서 무선 자원을 분배하는 시스템은 지연 민감형 사용자의 요구를 만족시키면서, 지연 인내형 사용자의 링크 속도를 최대화 하는 것으로, 구체적인 지연 제한 허용 조건 수학적 식 2, 3, 4, 5, 6 및 7과 같다.

[0031] 지연 제한 허용 조건

[0032] [수학적 식 2]

[0033]
$$\max \sum_{k=1}^{K_1} \sum_{n=1}^N \frac{B}{N} \log_2 \frac{|h_{k,n}|^2 P_{k,n}}{\sigma^2}$$

[0034] [수학적 식 3]

[0035]
$$\sum_{k=1}^{K_1+K_2} \sum_{n=1}^N P_{k,n} \leq P_T$$

[0036] [수학적 식 4]

[0037]
$$E[W_k] \leq T_k, \quad \forall k \in K_2$$

[0038] [수학적 식 5]

[0039]
$$P_{k,n} \in (0, 1), \quad \forall k, n$$

[0040] [수학식 6]

[0041] $P_{k,n} \geq 0, \quad \forall k, n$

[0042] [수학식 7]

[0043] $\sum_{k=1}^K p_{k,n} = 1, \quad \forall n$

[0044] 수학식 7은 하나의 반송파를 확보하기 위해, 한 명의 사용자에게만 전달될 수 있고, 수학식 4는 평균 지연 제한으로 시스템의 도착속도가 충분히 빠르다고 가정할 경우, 사용자의 대기열에 항상 데이터 분배가 가능하도록 할 수 있다. 그러나, 직접 수학식 2, 3, 4, 5, 6 및 7을 푸는 것은 쉽지 않다. 따라서, 수학식 3의 높은 계수(지연 제한을 의미함)를 물리 계층 계수(속도 지연을 의미함)로 전환한다.

[0045] 위에서 기재한 바와 같이, 모든 데이터 버퍼는 하나의 M/G/1 대기행렬 시스템으로 해석될 수 있다. 이에, M/G/1 대기행렬 시스템에 관한 수학식 4의 필요충분 조건은 수학식 8과 같이 표현할 수 있다.

[0046] [수학식 8]

[0047] $E[W_k^{st}] + \frac{\lambda_k E[(W_k^{st})^2]}{2(1 - \lambda_k E[W_k^{st}])} \leq T_k \forall k \in K_2$

[0048] 여기서, W_k^{st} 는 k번째 사용자의 데이터 패킷 서비스 시간을 의미하고, λ_k 는 도착율, 평균 지연 제한은 T_k 을 의미할 수 있다. 또한, $E[W_k^{st}] = \frac{E[F]}{R_k}$, F는 데이터 패킷의 길이, R_k 는 k번째 사용자의 전송 속도를 의미할 수 있다.

[0049] 수학식 8에 기초하여, 전송 속도의 제한에 대한 등가식을 도출하면 수학식 9와 같다.

[0050] [수학식 9]

[0051] $R_k \geq \psi(T_k, \lambda_k, F)$

[0052] 또한, 수학식 9로부터 수학식 10을 도출할 수 있다.

[0053] [수학식 10]

[0054] $\psi(T_k, \lambda_k, F) = \frac{(\lambda_k T_k + 1) + \sqrt{(\lambda_k T_k + 1)^2 - 2(\lambda_k T_k)}}{2T_k} E[F]$

[0055] 또한, 수학식 8 및 9에 기초하여 높은 지연 제한을 물리 계층 링크 실행 가능 속도로 전환했을 경우, 새로운 수학식 11을 획득할 수 있다.

[0056] 따라서, 지연 제한 허용 조건은 수학식 2, 3, 11, 5, 6 및 7로 표현될 수 있다.

[0057] [수학식 11]

[0058] $R_k \geq \Psi(T_k, \lambda_k, F), \quad \forall k \in K_2$

[0059] 수학식 11을 포함하는 지연 제한 허용 조건의 목표 함수는 사용자의 전송 출력 및 반송파의 분배 행렬과 연관이 있다. 이 때, 라그랑주(Lagrange) 방정식을 이용하여 최적해를 구할 수 있으며, 라그랑주 표현식은 수학식 12와 같다.

[0060] [수학식 12]

[0061]
$$g(\lambda, \vec{\beta}) = \max_{P_{k,n}} \left\{ \sum_{k=1}^{K_1} \sum_{n=1}^N R_{k,n} + \lambda \left(P_T - \sum_{k=1}^{K_1+K_2} \sum_{n=1}^N P_{k,n} \right) + \sum_{k \in K_2} \beta_k \left(\sum_{n=1}^N R_{k,n} - \Psi_k \right) \right\}$$

[0062] 여기서, $(\lambda, \vec{\beta})$ 은 수학식 11의 지연 제한 허용 조건에 대응하는 라그랑주 승수(multiplier)이며, KKT(Karush-Kuhn-Tucker) 조건을 이용하여, 수학식 12에 $P_{k,n}$ 을 대입하여 수학식 13을 도출할 수 있다.

[0063] [수학식 13]

[0064]
$$\begin{cases} P_{k,n}^* = \left[\frac{B}{N \ln 2} \frac{\beta_k}{\lambda} - \frac{\sigma^2}{|h_{k,n}|^2} \right]^+, & k \in K_2, n = 1, 2, 3 \dots, N \\ P_{k,n}^* = \left[\frac{B}{N \ln 2} \frac{1}{\lambda} - \frac{\sigma^2}{|h_{k,n}|^2} \right]^+, & k \in K_2, n = 1, 2, 3 \dots, N \end{cases}$$

[0065] 수학식 13의 라그랑주 승수는 구배(Gradient) 계산법을 이용하여 수학식 14와 같이 도출할 수 있다.

[0066] [수학식 14]

[0067]
$$\begin{cases} \lambda^{l+1} = \left[\lambda^l - s_\lambda^l \left(P_T - \sum_{k=1}^{K_1+K_2} \sum_{n=1}^N P_{k,n} \right) \right]^+ \\ \beta_k^{l+1} = \left[\beta_k^l - s_{\beta_k}^l \left(\sum_{n=1}^N R_{k,n} - \Psi_k \right) \right]^+, & k \in K_2 \end{cases}$$

[0068] 여기서, l은 반복 횟수이며, s는 미리 설정된 반복 간격 행렬일 수 있다.

[0069] 기존의 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템은 높은 지연 제한을 만족시키도록 낮은 지연 제한을 요구하는 사용자 또는 높은 지연 제한을 요구하는 사용자 구별 없이 무선 자원을 분배하기 때문에, 전송 출력의 소모 및 자원 낭비를 초래할 수 있다.

[0070] 또한, 기존의 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템은 사용자 단말과 기지국 사이의 신호 주파수 변화가 발생함에 따라, 수학식 15와 같이 도플러 주파수 변이를 야기할 수 있다.

[0071] [수학식 15]

[0072]
$$f_d = \frac{f}{c} \times v \times \cos \Theta$$

[0073] 여기서, Θ 는 고속 이동체의 이동 방향과 입사파 방향 사이의 협각이고, v 는 이동체의 운동 속도, c 는 전파의 전파 속도, f 는 반송파 주파수일 수 있다. 수학식 13과 같이, 도플러 주파수 변이와 이동체의 이동속도는 정비례하기 때문에, 고속 이동 환경에서의 도플러 주파수 변이는 기지국과 사용자 단말 사이의 통신에 장애를 가질 수 있다. 그러나, 기존의 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템은 도플러 주파수 변이의 영향을 전혀 고려하지 않는다. 따라서, 이하 본 발명에서는 도플러 주파수 변이를 감소시키는 기술을 제안한다.

[0074] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 데이터 스트림을 나타낸 도면이다.

[0075] 도 3을 참조하면, 데이터 스트림(310)은 높은 지연 제한을 갖는 데이터 패킷(320) 및 낮은 지연 제한을 갖는 데이터 패킷(330)을 포함한다.

[0076] 본 발명의 일실시예에 따른 무선 자원을 할당하는 시스템은 사용자의 데이터 스트림(310)을 높은 지연 제한의 데이터 패킷(320) 및 낮은 지연 제한의 데이터 패킷(330)으로 분별 처리함으로써, 무선 자원을 사용자 통신 품질에 따라 적응적으로 분배할 수 있다.

[0077] 또한, 무선 자원을 할당하는 시스템은 도플러 주파수 변이의 영향을 감소시키기 위해, 무선 자원을 복수의 조각으로 분할하여 분배함으로써, 채널 예측을 평균 오차 범위로 한정할 수 있다. 여기서, 조각은 일정 수량의 연속 반사파의 집합을 의미할 수 있다.

[0078] 이에 대한 상세한 설명은 아래에서 도 4를 참조하여 기재하기로 한다.

[0079] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템을 나타낸 도면이다.

[0080] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템에서 무선 자원을 할당하는 시스템(410)은 기지국에 포함되어 운용될 수 있다. 여기서, 무선 자원을 할당하는 시스템(410)은 복수의 사용자 각각에 대응하는 버퍼(완충기)를 포함할 수 있고, 복수의 사용자 각각의 버퍼는 낮은 지연 대기열(420) 및 높은 지연 대기열(430)을 포함할 수 있다.

[0081] 본 발명의 일실시예에 따른 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템은 단일 지역으로 가정하여, 지역간의 간섭 문제는 배제하였고, 총 K_1 개의 지연 인내형 사용자, K_2 개의 지연 민감형 사용자 및 $L=\{1,2,\dots,L\}$ 개의 반송파를 포함한다. 여기서, 각각의 반송파는 1명의 사용자에게만 전달되고, $\{C\}_{ii}=c_{k,i}$ 는 반송파의 분배 행렬로 정의한다. 예를 들어, 첫 번째 반송파가 사용자 k 에게 분배되는 경우, $c_{k,1}=1$ 이고, 첫 번째 반송파가 사용자 k 에게 분배되지 않는 경우, $c_{k,1}=0$ 일 수 있다. 또한, 전체 전송 대역폭은 B 이다.

[0082] 일반적으로 데이터 스트림은 혼합형 데이터 스트림을 포함하기 때문에, 서로 다른 지연 요구를 만족 시켜야 한다. 예를 들어, 두 가지 데이터 패킷의 스트림 요구는 $T^H \leq T^L$ 일 수 있다. 무선 자원을 할당하는 시스템(410)은 데이터 패킷의 유형에 따라 각기 다른 두 개의 단독 버퍼들(420, 430)로 나누어질 수 있고, 각각 별도로 자원 분배를 수행할 수 있다.

[0083] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 자원을 분배하는 시스템(410)은 무선 자원을 조각들(440, 450)로 분할하여 분배할 수 있는데, 이 때, 조각들(440, 450)의 집합은 $M=\{1, 2, \dots, M\}$ 일 수 있고, 복수의 조각들(440, 450) 각각에 기록된 반송파의 개수는 M' 일 수 있다. 이 때, 조각들(440, 450)은 한 가지 유형의 데이터에만 분배 가능하고, 조각의 분배 행렬은 $\{S\}_{q,k,m}=s_{q,k,m}$ 일 수 있다. 예를 들어, m 번째 조각이 사용자 k 의 q 번째 유형 데이터에 분배되는 경우, $s_{q,k,m}=1$ 일 수 있고, m 번째 조각이 사용자 k 의 q 번째 유형 데이터에 분배되지 않는 경우, $s_{q,k,m}=0$ 일 수 있다.

[0084] 무선 자원을 분배하는 시스템(410)은 복수의 사용자 각각의 통신 서비스 품질 요구를 수집한 후, 수집된 통신 서비스 품질에 기초하여 복수의 사용자 각각의 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI) 및 대기열 상태 정보(Queue State Information; QSI)에 따라 복수의 사용자 각각의 데이터 패킷을 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열(430) 또는 낮은 지연 대기열(420) 중 적어도 하나로 분류할 수 있다. 그 후, 무선 자원을 분배하는 시스템(410)은 복수의 사용자 각각의 지연 제한을 대기이론을 이용하여 물리 계층의 속도 제한으로 전환할 수 있다. 예를 들어, 높은 지연 제한 대기열(430)의 지연 제한은 T^H 로 표시될 수 있고, 낮은 지연 제한 대기열(420)의 지연 제한은 T^L 로 표시될 수 있다. 또한, 수학적 식 9를 이용하여 도출한 높은 지연 제한 대기열(430)에 대응하는 물리 계층의 속도 제한은 R^H 로 표시할 수 있고, 낮은 지연 제한 대기열(420)에 대응하는 물리 계층의 속도 제한은 R^L 로 표시할 수 있다.

[0085] 또한, 무선 자원을 분배하는 시스템(410)은 복수의 사용자 각각의 채널 상태 정보 및 대기열 상태 정보에 기초하여 지연 제한 허용 조건을 계산할 수 있다. 여기서, 지연 제한 허용 조건은 모든 조각이 하나의 대기열에 분배됨을 나타내는 수학적 식 16, 복수의 사용자 각각의 전송 출력을 나타내는 수학적 식 17 및 높은 지연 제한 대기열(430)의 전송 속도 및 낮은 지연 제한 대기열(420)의 전송 속도를 나타내는 수학적 식 18을 포함할 수 있다.

[0086] [수학적 식 16]

$$\sum_{k=1}^{K_1+K_2} \sum_{q=0}^2 s_{q,k,m} = 1, \quad s_{q,k,m} \in (0, 1), \quad \forall m$$

[0087]

[0088] 여기서, $q=0$ 은 지연 민감형 사용자의 높은 지연 대기열을 의미할 수 있고, $q=1$ 은 지연 둔감형 사용자의 낮은 지연 대기열을 나타낼 수 있다. 반면에, 지연 인내형 사용자의 경우, 지연 제한 요구를 만족시킬 필요가 없다. 따라서, 데이터 유형에 따라 두 개의 단독 대기열로 구분할 필요가 없고, 한 가지 유형의 데이터로 처리해도 무방하다. 이에, $k \in K_2$, 해당 반송파 분배는 $s_{2,k,m}$, 즉, $q=2$ 로 표현될 수 있다.

[0089] 복수의 사용자 각각의 전송 출력의 설정이 필요한 데이터 패킷의 길이는 Q 이고, 높은 제한 대기열의 비율이 a 라면, 낮은 지연 제한의 대기열의 비율은 $(1-a)$ 일 수 있다. 또한, 조각들(440, 450)의 집합은 $M=\{1, 2, \dots, M\}$ 일 수 있다. $P_{q,k,m}$ 은 기지국에서 사용자 k 의 m 번째 조각의 q 번째 유형 데이터까지의 전송 출력일 수 있고, $h_{q,k,m}$ 은 대응하는 채널 이익을 나타낼 수 있다. 수학적 식 17은 다음과 같다.

[0090] [수학적 식 17]

$$0 \leq \sum_{k=1}^{K_1+K_2} \sum_{m=1}^M \sum_{q=0}^2 \beta_q P_{q,k,m} \leq P_T$$

[0091]

[0092] 여기서, $q=0$ 일 경우 $\beta_q=a$ 이며, $q=1$ 일 경우 $\beta_q=(1-a)$, $q=2$ 일 경우 $\beta_q=1$ 이다. 왜냐하면 지연 인내형 사용자의 경우, 단지 한 가지 유형의 데이터만 존재하며 지연 요구가 필요하지 않기 때문이다.

[0093] 수학적 식 18은 수학적 식 16으로부터 도출할 수 있다.

[0094] [수학적 식 18]

$$\sum_{m=1}^M R_{0,k,m} \geq R^H, \quad \sum_{m=1}^M R_{1,k,m} \geq R^L, \quad \forall k \in K_2$$

[0095]

[0096] 무선 자원의 최적화를 실시한 지연 제한 허용 조건은 수학식 19, 20, 21, 22 및 23으로 표현될 수 있다.

[0097] [수학식 19]

[0098]
$$\max \sum_{k=1}^{K_1} \sum_{m=1}^M M' \cdot R_{q,k,m} |q = 2$$

[0099] [수학식 20]

[0100]
$$0 \leq \sum_{k=1}^{K_1+K_2} \sum_{m=1}^M \sum_{q=0}^{q=2} \beta_q P_{q,k,m} \leq P_T$$

[0101] [수학식 21]

[0102]
$$\sum_{m=1}^M R_{0,k,m} \geq R^H, \quad \sum_{m=1}^M R_{1,k,m} \geq R^L, \quad \forall k \in K_2$$

[0103] [수학식 22]

[0104]
$$s_{q,k,m} \in (0, 1), \quad \forall q, k, m$$

[0105] [수학식 23]

[0106]
$$\sum_{k=1}^{K_1+K_2} \sum_{q=0}^{q=2} s_{q,k,m} = 1, \quad \forall m$$

[0107] 여기서, $R_{q,k,m}$ 는 수학식 1을 이용하여 계산이 가능하다.

[0108] 수학식 19, 20, 21, 22 및 23을 포함하는 지연 제한 허용 조건의 최적해가 무선 자원의 최적 분배방안일 수 있다. 라그랑주 방정식을 이용하여 수학식 24를 계산할 수 있다.

[0109] [수학식 24]

[0110]
$$\begin{cases} P_{0,k,n}^* = \left[\frac{B}{N \ln 2} \cdot \frac{\mu_k^H}{\lambda \cdot \beta_0} - \frac{\sigma^2}{|h_{0,k,m}|^2} \right]^+, k \in K_2, m = 1, 2, 3 \dots, M \\ P_{1,k,n}^* = \left[\frac{B}{N \ln 2} \cdot \frac{\mu_k^L}{\lambda \cdot \beta_1} - \frac{\sigma^2}{|h_{1,k,m}|^2} \right]^+ \\ P_{2,k,n}^* = \left[\frac{B}{N \ln 2} \cdot \frac{1}{\lambda \cdot \beta_2} - \frac{\sigma^2}{|h_{2,k,m}|^2} \right]^+, k \in K_2, m = 1, 2, 3 \dots, M \end{cases}$$

[0111] 여기서, μ_k^H , μ_k^L , λ 는 지연 제한 허용 조건의 수학식 20 및 21의 라그랑주 인수일 수 있다.

[0112] 본 발명의 일실시예에 따른 무선 자원을 분배하는 시스템(410)은 계산된 지연 제한 허용 조건에 기초하여, 조각들(440, 450)을 분배할 수 있다. 이 때, 무선 자원을 분배하는 시스템(410)은 복수의 조각들(440, 450) 각각의

상태 정보에 기초하여 조각들(420, 430)을 복수의 사용자 각각의 낮은 제한 대기열(420) 또는 높은 제한 대기열(430)로 분배할 수 있다. 예를 들어, 높은 제한 대기열(430)에는 채널 품질이 우수한 조각이 분배될 수 있고, 낮은 제한 대기열(420)에는 채널 품질이 열악한 조각이 분배될 수 있다.

- [0113] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 방법을 나타낸 플로우 차트이다.
- [0114] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 자원을 할당하는 시스템은 복수의 사용자 각각의 대기열 상태 정보(Queue State Information; QSI)에 기초하여 복수의 사용자 각각의 데이터 패킷을 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한(High Delay; HD) 대기열 또는 낮은 지연 제한(Low Delay; LD) 대기열 중 적어도 하나에 분류한다(510).
- [0115] 또한, 무선 자원을 할당하는 시스템은 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열 및 낮은 지연 제한 대기열 각각에 무선 자원의 조각이 하나씩 분배되도록 무선 자원을 복수의 조각들로 분할한다(520).
- [0116] 또한, 무선 자원을 할당하는 시스템은 복수의 사용자 각각의 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI) 및 대기열 상태 정보에 기초하여 복수의 사용자 각각의 전송 출력, 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열의 전송 속도 및 낮은 지연 제한 대기열의 전송 속도를 포함하는 복수의 사용자 각각의 데이터 패킷에 대한 지연 제한 허용 조건을 계산한다(530). 이 때, 지연 제한 허용 조건을 계산하는 과정은 복수의 사용자 각각의 전송 출력으로부터 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열의 전송 출력 및 낮은 지연 제한 대기열의 전송 출력을 설정하는 과정을 포함할 수 있다. 여기서, 복수의 사용자 각각의 전송 출력은 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열의 비율 및 낮은 지연 제한 대기열의 비율에 기초하여 계산될 수 있다.
- [0117] 또한, 무선 자원을 할당하는 시스템은 지연 제한 허용 조건에 기초하여 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열 및 낮은 지연 제한 대기열 각각에 복수의 조각들을 분배한다(540). 이 때, 지연 제한 허용 조건에 기초하여 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열 및 낮은 지연 제한 대기열 각각에 복수의 조각들을 분배하는 과정은 복수의 조각들 각각의 상태 정보에 기초하여 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열 및 낮은 지연 제한 대기열 각각에 복수의 조각들을 분배하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0118] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 고속 이동 환경에서 직교 주파수 분할 다중 접속 시스템의 무선 자원을 할당하는 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0119] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 무선 자원을 할당하는 시스템은 메모리부(610) 및 프로세서(620)를 포함한다.
- [0120] 메모리부(610)는 시스템에서 동작하는 프로그램을 기록한다.
- [0121] 프로세서(620)는 메모리부(610)에 기록된 프로그램에 따라 시스템의 동작을 제어한다.
- [0122] 이 때, 프로그램은 복수의 사용자 각각의 대기열 상태 정보(Queue State Information; QSI)에 기초하여 복수의 사용자 각각의 데이터 패킷을 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한(High Delay; HD) 대기열 또는 낮은 지연 제한(Low Delay; LD) 대기열 중 적어도 하나에 분류하고, 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열 및 낮은 지연 제한 대기열 각각에 무선 자원의 조각이 하나씩 분배되도록 무선 자원을 복수의 조각들로 분할하며, 복수의 사용자 각각의 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI) 및 대기열 상태 정보에 기초하여 복수의 사용자 각각의 전송 출력, 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열의 전송 속도 및 낮은 지연 제한 대기열의 전송 속도를 포함하는 복수의 사용자 각각의 데이터 패킷에 대한 지연 제한 허용 조건을 계산하고, 지연 제한 허용 조건에 기초하여 복수의 사용자 각각의 높은 지연 제한 대기열 및 낮은 지연 제한 대기열 각각에 복수의 조각들을 할당한다.
- [0123] 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, 컨트롤러, 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 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0124] 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(embody)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.

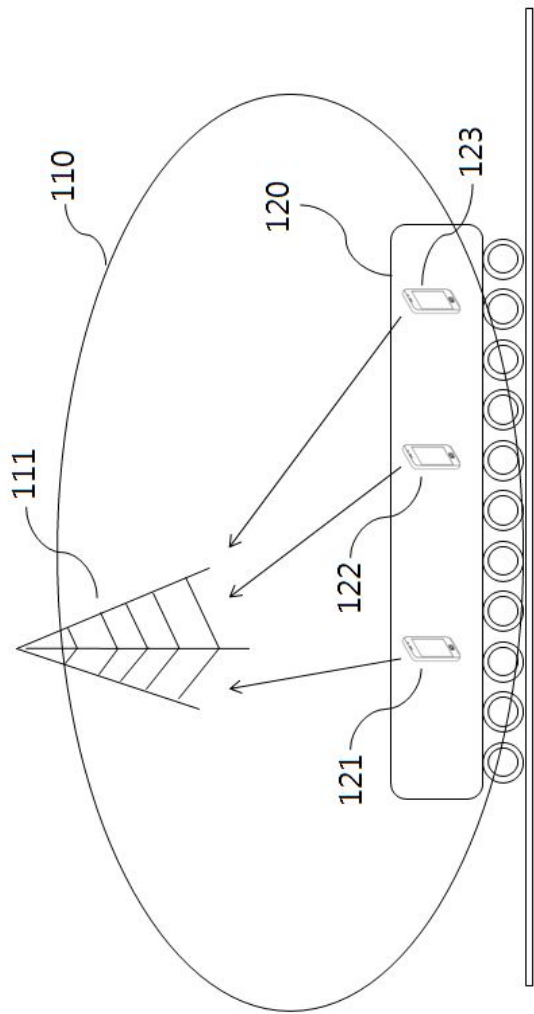
[0125] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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.

[0126] 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.

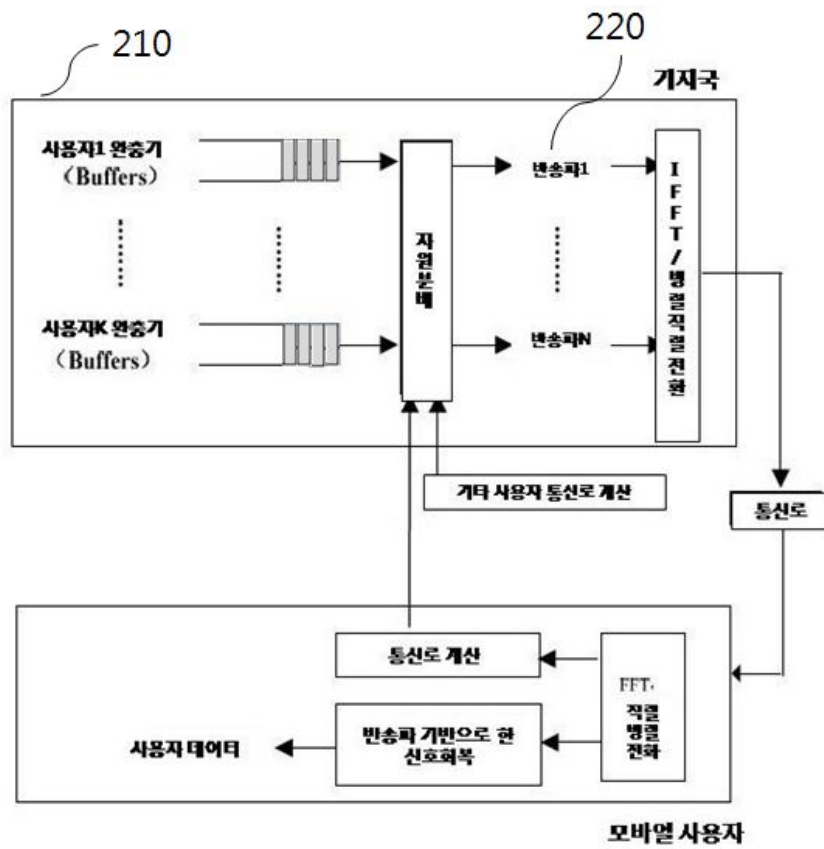
[0127] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

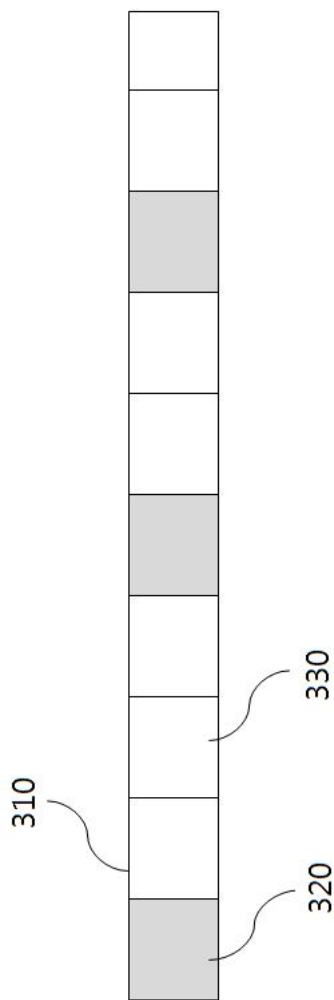
도면1



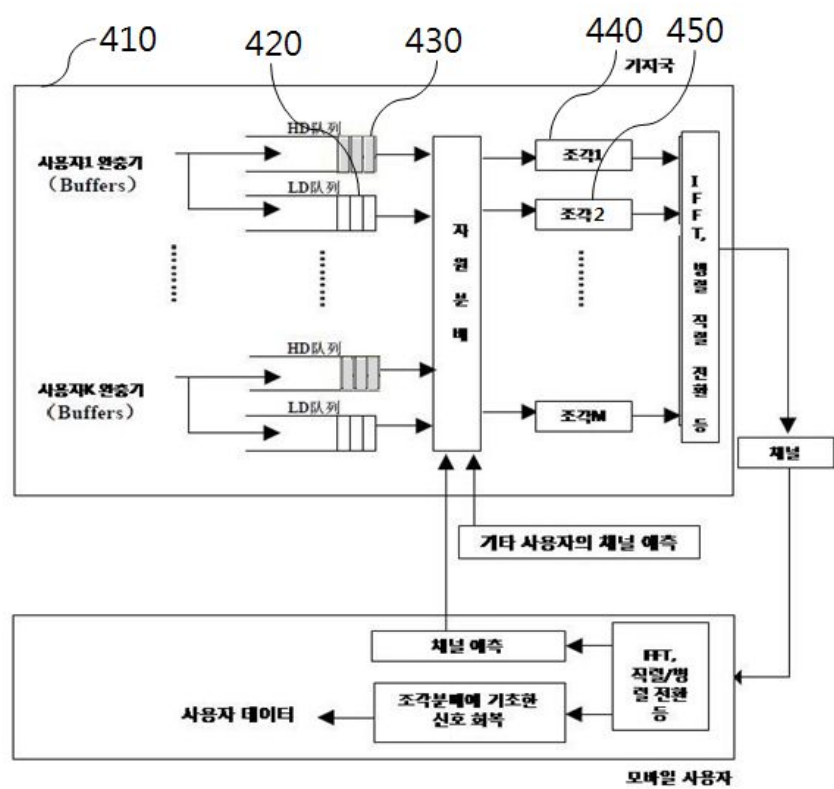
도면2



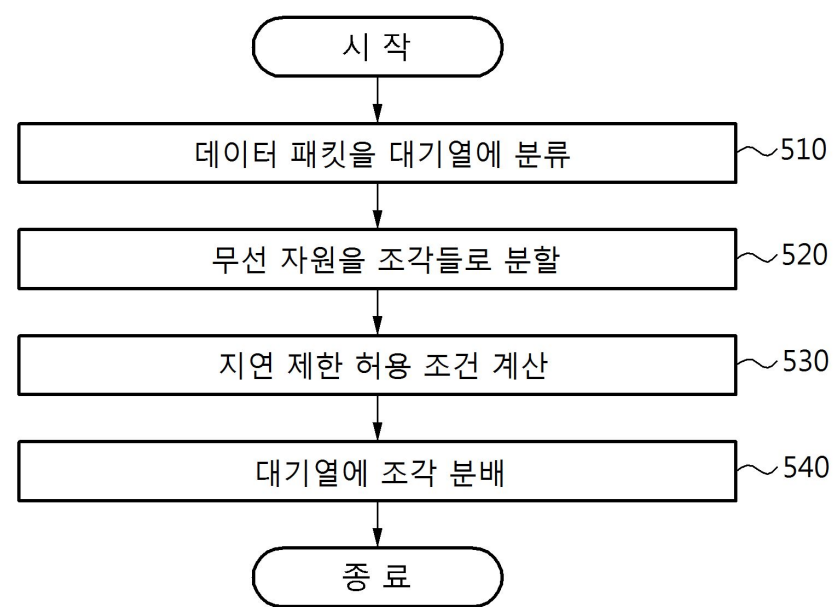
도면3



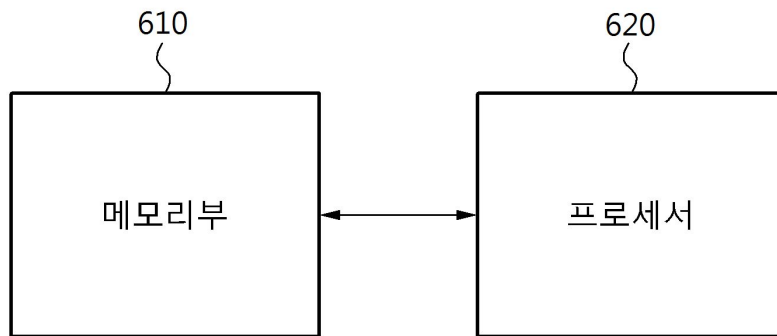
도면4



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제1항 둘째 줄

【변경전】

QFDMA

【변경후】

OFDMA

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제5항 열째 줄

【변경전】

상기 데이터 패킷

【변경후】

데이터 패킷

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제5항 둘째 줄

【변경전】

QFDMA

【변경후】

OFDMA

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제1항 넷째 줄

【변경전】

상기 데이터 패킷

【변경후】

데이터 패킷