



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0064031
(43) 공개일자 2021년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 9/50 (2018.01) H04W 4/50 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G06F 9/5011 (2013.01)
G06F 9/5027 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0109437
(22) 출원일자 2020년08월28일
심사청구일자 2020년08월28일
(30) 우선권주장
1020190152521 2019년11월25일 대한민국(KR)

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
홍충선
경기도 용인시 수지구 상현로 30-10, 233동 101호(상현동, 상현마을성원상떼빌아파트)
안재훈
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732(서천동)
강석원
경기도 용인시 기흥구 서천서로20번길 8-7(서천동)
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 14 항

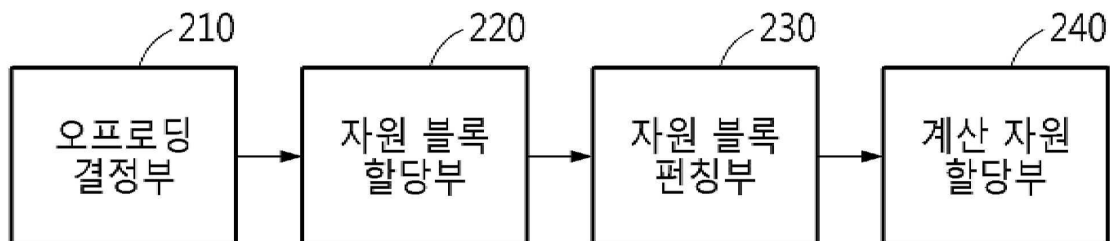
(54) 발명의 명칭 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크 구축 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 5G 이상의 네트워크에서 eMBB(enhanced mobile broadband) 및 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽을 위한 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하는 기술적 사상에 관한 것으로서, eMBB 사용자 제한, URLLC 트래픽의 신뢰성, eMBB 사용자 제한에 대한 자원 블록 할당과 관련된 최적화 문제를 해결하기 위한 소셜 블록 좌표 하강(block coordinate descent, BCD) 기반 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하는 기술에 관한 것이다.

대 표 도 - 도2

200



(52) CPC특허분류

H04W 4/50 (2018.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20190053
과제번호	20190053
부처명	정보통신기획평가원
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신기술인력양성/Grand ICT연구센터지원
연구과제명	[정부]2019 Grand ICT 라이프 컴패니온칩 경험을 위한 지능형 인터랙션 융합
연구(5/6)	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2015.09.03 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버를 이용하고, 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하기 위한 매크로 기지국에 있어서,

복수의 사용자 단말 장치의 작업 정보(task information)에 따라 상기 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정하는 오프로드 결정부;

상기 결정된 오프로드(offload) 비트에 기반하여 상기 복수의 사용자 단말 장치에 통신 자원 블록을 할당하는 자원 블록 할당부;

URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽이 상기 할당된 통신 자원 블록에 중첩될 경우, 상기 할당된 통신 자원 블록을 펑크내는 자원 블록 펑크부; 및

상기 펑크낸 통신 자원 블록과 관련하여 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위한 계산 자원 블록을 계산하고, 상기 결정된 오프로드(offload) 비트와 상기 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위하여 상기 계산된 계산 자원 블록을 상기 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버로 할당하는 계산 자원 할당부를 포함하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 사용자 단말 장치로부터 상기 작업 정보(task information)와 관련된 채널 상태 정보(channel state information, CSI), 상기 입력 데이터 크기 중 하나의 비트 데이터를 처리하기 위한 중앙처리장치 동작 주기 정보 및 작업 지연 제한 정보 및 중앙처리장치의 용량 정보 중 적어도 하나의 정보를 수집하는 정보 수집부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 오프로드 결정부는

상기 작업 정보(task information)와 관련된 채널 상태 정보(channel state information, CSI), 상기 입력 데이터 크기 중 하나의 비트 데이터를 처리하기 위한 중앙처리장치 동작 주기 정보 및 작업 지연 제한 정보 및 중앙처리장치의 용량 정보 중 적어도 하나의 정보에 기반하여 상기 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 자원 블록 펑크부는

상기 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽의 가중치 벡터와 상기 복수의 사용자 단말 장치의 데이터 전송율을 고려하여 상기 할당된 통신 자원 블록을 펑크내는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 자원 블록 펑크부는

상기 복수의 사용자 단말 장치의 마지막 데이터 속도를 캡처하여 상기 복수의 사용자 단말 장치의 데이터 전송율을 고려하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 자원 블록 펑크부는

상기 펑크넨 통신 자원 블록을 상기 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽에 우선 할당하고, 상기 복수의 사용자 단말 장치 중 상기 펑크넨 통신 자원 블록과 관련된 사용자 단말 장치의 제로 전송 전력(zero transmit power)를 설정하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 복수의 사용자 단말 장치는

eMBB(Enhanced Mobile Broadband) 사용자 단말 장치 및 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 사용자 단말 장치 중 적어도 하나의 단말 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 사용자 단말 장치는

상기 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽을 상기 eMBB(Enhanced Mobile Broadband) 사용자 단말 장치에 할당된 상기 통신 자원 블록 상에서 발생시키는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 eMBB(Enhanced Mobile Broadband) 사용자 단말 장치는

상기 작업 정보(task information)와 관련하여 상기 작업 정보의 입력 데이터 크기를 로컬로 처리하는 로컬 컴퓨팅과 상기 결정된 오프로드(offload) 비트를 상기 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버에서 원격으로 처리하는 원격 컴퓨팅을 구분하여 수행하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 자원 할당부는

상기 입력 데이터의 총 데이터 크기, 총 중앙처리장치 동작 주기, 하나의 비트를 계산하기 위한 사용자 단말 장치의 실행 시간 및 상기 결정된 오프로드(offload) 비트 중 적어도 하나를 고려하여 상기 로컬 컴퓨팅으로 처리

하기 위한 통신 자원 블록을 계산하고, 상기 계산된 통신 자원 블록을 상기 복수의 사용자 단말 장치 중 적어도 하나에 할당하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 자원 할당부는

상기 입력 데이터 중 상기 결정된 오프로드(offload) 비트를 제외한 나머지 입력 데이터의 처리를 위한 상기 통신 자원 블록을 상기 복수의 사용자 단말 장치 중 적어도 하나에 할당하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버는

상기 할당된 계산 자원 블록을 이용하여 상기 결정된 오프로드(offload) 비트 및 상기 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리함으로써 상기 복수의 사용자 단말 장치의 통신 서비스 품질(quality of service, QoS)을 확보하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국.

청구항 13

모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버를 이용하고, 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하기 위한 매크로 기지국의 동작 방법에 있어서,

오프로드 결정부에서, 복수의 사용자 단말 장치의 작업 정보(task information)에 따라 상기 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정하는 단계;

자원 블록 할당부에서, 상기 결정된 오프로드(offload) 비트에 기반하여 상기 복수의 사용자 단말 장치에 통신 자원 블록을 할당하는 단계;

자원 블록 펌크부에서, URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽이 상기 할당된 통신 자원 블록에 중첩될 경우, 상기 할당된 통신 자원 블록을 펌크내는 단계; 및

계산 자원 할당부에서, 상기 펌크낸 통신 자원 블록과 관련하여 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위한 계산 자원 블록을 계산하고, 상기 결정된 오프로드(offload) 비트와 상기 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위하여 상기 계산된 계산 자원 블록을 상기 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버로 할당하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국의 동작 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

정보 수집부에서, 상기 복수의 사용자 단말 장치로부터 상기 작업 정보(task information)와 관련된 채널 상태 정보(channel state information, CSI), 상기 입력 데이터 크기 중 하나의 비트 데이터를 처리하기 위한 중앙처리장치 동작 주기 정보 및 작업 지연 제한 정보 및 중앙처리장치의 용량 정보 중 적어도 하나의 정보를 수집하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

매크로 기지국의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하는 기술적 사상에 관한 것으로, 5G 이상의 네트워크에서 eMBB(enhanced mobile broadband) 및 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication)을 위한 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 도시 사물 인터넷 (IoT) 장치가 폭발적으로 증가함에 따라 계산 집약적 인 응용 프로그램(예: 증강 현실(AR), 얼굴 인식, 가상 현실(VR), 온라인 게임 및 트래픽 모니터링)이 일상 활동의 필수 부분으로 나타나고 있다.
- [0003] 그러나 IoT 장치의 계산 용량 (예: CPU 용량) 및 배터리 수명이 제한되어 있으므로 로컬 장치의 데이터 처리가 문제가 될 수 있다.
- [0004] 위의 문제점을 해결하기 위한 유망한 솔루션 중 하나는 모바일 클라우드 컴퓨팅(mobile cloud computing, MCC)이 존재한다.
- [0005] 모바일 클라우드 컴퓨팅에서는 계산 집약적 인 작업을 셀룰러 네트워크를 통해 클라우드 서버로 오프로드하여 자원 제한 장치의 에너지 소비를 줄일 수 있다.
- [0006] 클라우드 서버는 오프로드 된 작업을 실행하고 출력을 장치로 다시 보낸다. 그러나, 클라우드 서버는 모바일 장치와 거리가 멀고 장치의 서비스에서 경험하는 지연을 크게 증가시킬 수 있다.
- [0007] 최근 무선 통신 산업과 학술 연구 커뮤니티는 다중 액세스 엣지 컴퓨팅 (multi-access edge computing, MEC)이라는 새로운 기술을 도입했다.
- [0008] 다중 액세스 에지 컴퓨팅에서, 서버는 무선 액세스 네트워크의 에지, 예를 들어 스몰 셀, 매크로 기지국, 중계국 및 액세스 포인트에 배치되고, 모바일 장치에 계산 서비스를 제공할 수 있다.
- [0009] 모바일 컴퓨팅과 비교하여 다중 액세스 에지 컴퓨팅은 컴퓨팅 리소스가 클라우드 서버보다 장치에 더 가까워 지므로 모바일 장치의 지연을 줄일 수 있다.
- [0010] 특히, 다중 액세스 엣지 컴퓨팅 서버의 계산 용량은 클라우드 서버와 비교할 때 제한된다. 따라서, 다중 액세스 엣지 컴퓨팅 시스템에서 효율적인 자원 할당이 문제가 된다.
- [0011] 이 문제를 해결하기 위해 현재 진행중인 여러 연구 연구에서 다중 액세스 엣지 컴퓨팅의 효율적인 계산 집약적 작업 오프로드 및 자원 할당 알고리즘에 대해 논의되고 있다.
- [0012] 3GPP 최신 릴리스에 따르면 eMBB(Enhanced Mobile Broadband), mMTC(Mass Machine Type Communications) 및 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication)와 같은 다중 통신 서비스가 5G로 제공 될 예정이다.
- [0013] 요약하자면, eMBB서비스는 지연에 민감한 애플리케이션의 처리량이 더 높은 현재 LTE 네트워크의 기존 모바일 광대역 서비스의 발전이다.
- [0014] URLLC는 자율 주행 자동차, 산업 자동차 및 원격 수술과 같이 안정성이 높고 지연 시간이 짧은 응용 프로그램을 위한 새로운 서비스이며 mMTC는 스마트 시티와 같은 IoT 장치를 위한 것이다.
- [0015] 5G에서 새로운 무선 서비스를 사용할 수 있지만 해결해야 할 과제는 여전히 남아 있다. 그 중 하나는 기존 셀룰러 네트워크에서 서로 다른 QoS(Quality of Service) 요구 사항으로 서비스를 스케줄링(scheduling)하는 것이다.
- [0016] 기존의 모든 작업에서 다중 액세스 엣지 컴퓨팅 시스템의 효율적인 작업 오프로드 및 계산 자원 할당 메커니즘과 eMBB 및 URLLC트래픽의 개별 스케줄링에 대해 논의되고 있다.
- [0017] 그러나, eMBB 사용자는 제한된 컴퓨팅 용량(예: CPU 리소스)과 배터리 수명으로 인해 높은 계산 서비스가 필요하기 때문에 두 가지 연구 문제가 결합될 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0018] (특허문헌 0001) 미국등록특허 제10097260호 "CURRENT INDICATION CHANNEL FOR EMBB/URLLC MULTIPLEXING"
- (특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2019-0121297호 "URLLC/eMBB 다중화에서의 참조 심볼의 간섭 감소"
- (특허문헌 0003) 미국공개특허 제2018/0262311호 "ULTRA-RELIABLE LOW-LATENCY COMMUNICATION INDICATION CHANNELIZATION DESIGNS"
- (특허문헌 0004) 한국공개특허 제10-2018-0132871호 "향상된 셀룰러 네트워크를 위한 동적 프레임 구조"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 본 발명은 5G 이상 네트워크를 넘어 eMBB(enhanced mobile broadband) 및 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽을 위한 에너지 효율적인 자원 할당 프레임워크를 도입하는 것을 목적으로 한다.
- [0020] 본 발명은 eMBB 사용자의 제한, URLLC 트래픽의 신뢰성, eMBB 사용자 제한에 대한 자원 블록 할당과 관련된 최적화 문제를 해결하기 위한 소셜 블록 좌표 하강(block coordinate descent, BCD) 기반 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하는 것을 목적으로 한다.
- [0021] 본 발명은 eMBB 사용자의 대기 시간, 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버의 중앙처리장치(central processing unit, CPU) 용량, 최대 전송 전력에 따라 에너지 소비를 최소화하고, eMBB 사용자의 달성 가능한 데이터 속도를 최대화하는 효율적인 공동 작업 오프로드와 함께 eMBB 및 URLLC 트래픽 문제를 스케줄링하는 것을 목적으로 한다.
- [0022] 본 발명은 공유 인프라에서 높은 신뢰성, 낮은 대기 시간과 같은 다른 QoS(Quality of Service) 요구 사항을 가진 다른 모바일 사용자에게 계산 서비스를 에너지 효율적으로 제공하고 모바일 사용자의 공존을 위해 프레임워크를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0023] 본 발명은 모바일 사업자가 네트워크 용량을 향상시키고, 네트워크 자원을 효율적으로 관리할 수 있도록 지원하고, 이동 통신 사업자의 네트워크 수익을 증진시키는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0024] 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국은 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버를 이용하고, 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하기 위한 매크로 기지국에 있어서, 복수의 사용자 단말 장치의 작업 정보(task information)에 따라 상기 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정하는 오프로드 결정부, 상기 결정된 오프로드(offload) 비트에 기반하여 상기 복수의 사용자 단말 장치에 통신 자원 블록을 할당하는 자원 블록 할당부, URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽이 상기 할당된 통신 자원 블록에 중첩될 경우, 상기 할당된 통신 자원 블록을 펑크내는 자원 블록 펑크부 및 상기 펑크낸 통신 자원 블록과 관련하여 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위한 계산 자원 블록을 계산하고, 상기 결정된 오프로드(offload) 비트와 상기 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위하여 상기 계산된 계산 자원 블록을 상기 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버로 할당하는 계산 자원 할당부를 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국은 상기 복수의 사용자 단말 장치로부터 상기 작업 정보(task information)와 관련된 채널 상태 정보(channel state information, CSI), 상기 입력 데이터 크기 중 하나의 비트 데이터를 처리하기 위한 중앙처리장치 동작 주기 정보 및 작업 지연 제한 정보 및 중앙처리장치의 용량 정보 중 적어도 하나의 정보를 수집하는 정보 수집부를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 오프로드 결정부는 상기 작업 정보(task information)와 관련된 채널 상태 정보(channel state information, CSI), 상기 입력 데이터 크기 중 하나의 비트 데이터를 처리하기 위한 중앙처리장치 동작 주기 정보 및 작업 지연 제한 정보 및 중앙처리장치의 용량 정보 중 적어도 하나의 정보에 기반하여 상기 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정할 수 있다.

- [0027] 상기 자원 블록 핑크부는 상기 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽의 가중치 벡터와 상기 복수의 사용자 단말 장치의 데이터 전송율을 고려하여 상기 할당된 통신 자원 블록을 핑크낼 수 있다.
- [0028] 상기 자원 블록 핑크부는 상기 복수의 사용자 단말 장치의 마지막 데이터 속도를 캡처하여 상기 복수의 사용자 단말 장치의 데이터 전송율을 고려할 수 있다.
- [0029] 상기 자원 블록 핑크부는 상기 핑크낸 통신 자원 블록을 상기 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽에 우선 할당하고, 상기 복수의 사용자 단말 장치 중 상기 핑크낸 통신 자원 블록과 관련된 사용자 단말 장치의 제로 전송 전력(zero transmit power)를 설정할 수 있다.
- [0030] 상기 복수의 사용자 단말 장치는 eMBB(Enhanced Mobile Broadband) 사용자 단말 장치 및 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 사용자 단말 장치 중 적어도 하나의 단말 장치를 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 사용자 단말 장치는 상기 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽을 상기 eMBB(Enhanced Mobile Broadband) 사용자 단말 장치에 할당된 상기 통신 자원 블록 상에서 발생시킬 수 있다.
- [0032] 상기 eMBB(Enhanced Mobile Broadband) 사용자 단말 장치는 상기 작업 정보(task information)와 관련하여 상기 작업 정보의 입력 데이터 크기를 로컬로 처리하는 로컬 컴퓨팅과 상기 결정된 오프로드(offload) 비트를 상기 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버에서 원격으로 처리하는 원격 컴퓨팅을 구분하여 수행할 수 있다.
- [0033] 상기 자원 할당부는 상기 입력 데이터의 총 데이터 크기, 총 중앙처리장치 동작 주기, 하나의 비트를 계산하기 위한 사용자 단말 장치의 실행 시간 및 상기 결정된 오프로드(offload) 비트 중 적어도 하나를 고려하여 상기 로컬 컴퓨팅으로 처리하기 위한 통신 자원 블록을 계산하고, 상기 계산된 통신 자원 블록을 상기 복수의 사용자 단말 장치 중 적어도 하나에 할당할 수 있다.
- [0034] 상기 자원 할당부는 상기 입력 데이터 중 상기 결정된 오프로드(offload) 비트를 제외한 나머지 입력 데이터의 처리를 위한 상기 통신 자원 블록을 상기 복수의 사용자 단말 장치 중 적어도 하나에 할당할 수 있다.
- [0035] 상기 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버는 상기 할당된 계산 자원 블록을 이용하여 상기 결정된 오프로드(offload) 비트 및 상기 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리함으로써 상기 복수의 사용자 단말 장치의 통신 서비스 품질(quality of service, QoS)을 확보할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법은 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버를 이용하고, 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하기 위한 매크로 기지국의 동작 방법에 있어서, 오프로드 결정부에서, 복수의 사용자 단말 장치의 작업 정보(task information)에 따라 상기 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정하는 단계, 자원 블록 할당부에서, 상기 결정된 오프로드(offload) 비트에 기반하여 상기 복수의 사용자 단말 장치에 통신 자원 블록을 할당하는 단계, 자원 블록 핑크부에서, URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽이 상기 할당된 통신 자원 블록에 중첩될 경우, 상기 할당된 통신 자원 블록을 핑크내는 단계 및 계산 자원 할당부에서, 상기 핑크낸 통신 자원 블록과 관련하여 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위한 계산 자원 블록을 계산하고, 상기 결정된 오프로드(offload) 비트와 상기 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위하여 상기 계산된 계산 자원 블록을 상기 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버로 할당하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법은 정보 수집부에서, 상기 복수의 사용자 단말 장치로부터 상기 작업 정보(task information)와 관련된 채널 상태 정보(channel state information, CSI), 상기 입력 데이터 크기 중 하나의 비트 데이터를 처리하기 위한 중앙처리장치 동작 주기 정보 및 작업 지연 제한 정보 및 중앙처리장치의 용량 정보 중 적어도 하나의 정보를 수집하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0038] 본 발명은 5G 이상 네트워크를 넘어 eMBB(enhanced mobile broadband) 및 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽을 위한 에너지 효율적인 자원 할당 프레임워크를 도입할 수 있다.
- [0039] 본 발명은 eMBB 사용자의 제한, URLLC 트래픽의 신뢰성, eMBB 사용자 제한에 대한 자원 블록 할당과 관련된 최적화 문제를 해결하기 위한 소셜 블록 좌표 하강(block coordinate descent, BCD) 기반 에너지 효율적인 통신

및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축할 수 있다.

- [0040] 본 발명은 eMBB 사용자의 대기 시간, 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버의 중앙처리장치(central processing unit, CPU) 용량, 최대 전송 전력에 따라 에너지 소비를 최소화하고, eMBB 사용자의 달성 가능한 데이터 속도를 최대화하는 효율적인 공동 작업 오프로드와 함께 eMBB 및 URLLC 트래픽 문제를 스케줄링할 수 있다.
- [0041] 본 발명은 공유 인프라에서 높은 신뢰성, 낮은 대기 시간과 같은 다른 QoS(Quality of Service) 요구 사항을 가진 다른 모바일 사용자에게 계산 서비스를 에너지 효율적으로 제공하고 모바일 사용자의 공존을 위해 프레임워크를 제공할 수 있다.
- [0042] 본 발명은 모바일 사업자가 네트워크 용량을 향상시키고, 네트워크 자원을 효율적으로 관리할 수 있도록 지원할 수 있고, 이동 통신 사업자의 네트워크 수익을 증진시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하기 위한 프레임워크 구축 시스템을 설명하는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 구성 요소를 설명하는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0045] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0046] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0047] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0048] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0049] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0051] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0053] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하기 위한 프레임워크 구축 시스템을 설명하는 도면이다.
- [0054] 도 1을 참고하면, 프레임워크 구축 시스템(100)은 매크로 기지국(110), 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120) 및 적어도 하나의 URLLC 사용자 단말 장치(130)를 포함하고, 매크로 기지국(110)은 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버를 이용한다.
- [0055] 본 발명의 일실시예에 따르면 매크로 기지국(110)은 전체 대역폭(F)을 가용하고, 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)는 시스템 대역폭(F)에 포함되는 제1 대역폭(F_b)을 이용하고 있다.
- [0056] 한편, 적어도 하나의 URLLC 사용자 단말 장치(130)는 시스템 대역폭(F)에서 제1 대역폭(F_b)을 제외한 제2 대역폭(F_s)을 이용하는데, 제1 대역폭(F_b)은 제2 대역폭(F_s)과 정적 부분으로 직교 슬라이스 되어 있어서, 적어도 하나의 URLLC 사용자 단말 장치(130)에 서비스를 위한 제2 대역폭(F_s)의 분배에 있어서 문제점이 발생할 수 도 있다.
- [0057] 따라서, 매크로 기지국(110)은 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)에게 할당된 통신 자원 블록을 펑크(puncture)내서, 각각의 eMBB 사용자 단말 장치(120)의 통신 서비스 품질(quality of service, QoS) 요건을 보장하고자 한다.
- [0058] 예를 들면, 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)가 이용하는 제1 대역폭(F_b)은 시스템 대역폭(F)을 분할하여 이용하는데, 제1 대역폭(F_b)에 해당하는 통신 자원 블록의 지속시간은 1밀리초 일 수 있다.
- [0059] 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국(110)은 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)가 다른 대기 시간 제약 조건에서 다른 계산 작업을 수행하는 시나리오를 고려한다.
- [0060] 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국(110)이 제공하는 네트워크에서 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)와 관련하여 입력 데이터의 총 데이터 크기, 총 데이터 크기를 처리하기 위한 중앙처리장치의 주기 수 및 작업 데이터 중 1 비트의 계산 작업을 수행하기 위한 최대 허용 대기 시간 또는 사용자 작업 실행 시간을 고려한다.
- [0061] 일례로, 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)는 작업(task)를 로컬로 실행하거나 매크로 기지국(110)의 모바일 엣지 컴퓨팅 서버로 작업 중 일부를 오프로드(offload)할 수 있다.
- [0062] 즉, 매크로 기지국(110)은 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)의 로컬 컴퓨팅과 원격 컴퓨팅으로 구분되는 부분 작업 오프로드 시나리오를 고려한다.
- [0063] 본 발명의 일실시예에 따르면 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)의 로컬 컴퓨팅에 따른 에너지 소비는 하기 수학적 식 1 및 수학적 식 2를 통해 설명될 수 있다.

[0065] [수학적 식 1]

$$t_u^L = \frac{c_u(d_u - l_u)}{f_u^L}, \forall u \in U$$

[0066]

- [0068] 수학적 식 1에서, t_u^L 는 eMBB 사용자 단말 장치가 작업의 일부를 로컬로 실행하는데 소요되는 시간을 나타낼 수 있고, c_u 는 데이터 처리를 하기 위한 중앙처리장치의 주기 수를 나타낼 수 있고, d_u 는 전체 입력 데이터의 크기를 나타낼 수 있으며, l_u 는 로컬 컴퓨팅으로 처리될 입력 데이터의 크기를 나타낼 수 있다.

[0070] [수학식 2]

$$E_u^L = k f_u^{l^2} c_u (d_u - l_u), \forall u \in U$$

[0071]

[0073] 수학식 2에서, E_u^L 는 eMBB 사용자 단말 장치가 작업의 일부를 로컬로 실행하는데 소요되는 에너지를 나타낼 수 있고, c_u 는 데이터 처리를 하기 위한 중앙처리장치의 주기 수를 나타낼 수 있고, d_u 는 전체 입력 데이터의 크기를 나타낼 수 있으며, l_u 는 로컬 컴퓨팅으로 처리될 입력 데이터의 크기를 나타낼 수 있고, f_u^l 는 최대 계산 용량을 나타낼 수 있다.

[0074] 본 발명의 일실시예에 따르면 매크로 기지국(110)은 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)가 사용자의 입력 데이터 중 일부를 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버로 오프로드하면 통신 자원 블록을 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)로 할당한다.

[0075] 이때, 매크로 기지국(110)이 통신 자원 블록을 할당하는 것과 관련된 업 링크 전송 시간과 전송 에너지는 하기 수학식 3 및 4를 통해 설명될 수 있다.

[0077] [수학식 3]

$$t_u^{up} = \frac{l_u}{\sum_{b=1}^B y_u^b R_{u,b}}, \forall u \in U$$

[0078]

[0080] 수학식 3에서, t_u^{up} 는 업 링크 전송 시간을 나타낼 수 있고, l_u 는 로컬 컴퓨팅으로 처리될 입력 데이터의 크기를 나타낼 수 있으며, y_u^b 는 통신 자원 블록 할당 변수를 나타낼 수 있고, $R_{u,b}$ 는 할당된 통신 자원 블록에서 eMBB 사용자 단말 장치가 달성 가능한 데이터 속도를 나타낼 수 있다.

[0082] [수학식 4]

$$E_u^{up} = \sum_{b=1}^B P_u^b \frac{l_u}{y_u^b R_{u,b}}, \forall u \in U$$

[0083]

[0085] 수학식 4에서, E_u^{up} 는 업 링크 전송 에너지를 나타낼 수 있고, l_u 는 로컬 컴퓨팅으로 처리될 입력 데이터의 크기를 나타낼 수 있으며, y_u^b 는 통신 자원 블록 할당 변수를 나타낼 수 있고, P_u^b 는 통신 자원 블록 관련 비례율을 나타낼 수 있으며, $R_{u,b}$ 는 할당된 통신 자원 블록에서 eMBB 사용자 단말 장치가 달성 가능한 데이터 속도를 나타낼 수 있다.

[0086] 본 발명의 일실시예에 따른 적어도 하나의 eMBB 사용자 단말 장치(120)의 오프로드된 입력 데이터를 처리하기 위한 작업 실행 시간은 하기 수학식 5로 정해질 수 있다.

[0088] [수학식 5]

$$t_u^{re} = \frac{c_u l_u}{f_u^c}$$

[0089]

[0091] 수학식 5에서, t_u^{re} 는 eMBB 사용자 단말 장치의 오프로드된 입력 데이터를 처리하기 위한 작업 실행 시간을 나타낼 수 있고, l_u 는 로컬 컴퓨팅으로 처리될 입력 데이터의 크기를 나타낼 수 있으며, c_u 는 데이터 처리를 하기 위한 중앙처리장치의 주기 수를 나타낼 수 있고, f_u^c 는 eMBB 사용자 단말 장치의 오프로드 된 태스크를 처리하기 위해 모바일 엣지 컴퓨팅 서버에 할당된 중앙처리 장치 용량을 나타낼 수 있다.

[0092] 일례로, eMBB 사용자 단말 장치의 원격 계산을 위한 처리 시간은 수학식 3에 의해 도출되는 값과 수학식 5에 의해 도출되는 시간의 합일 수 있다.

[0093] 본 발명의 일실시예에 따르면 적어도 하나의 URLLC 사용자 단말 장치(130)는 URLLC 트래픽을 발생시킬 수 있는데, URLLC 트래픽은 eMBB 사용자 단말 장치에 할당된 통신 자원 블록 내에서 발생하는 경우에 해당할 수 있다.

[0094] 여기서, URLLC 트래픽은 높은 안정성과 매우 낮은 대기 시간으로 짧은 패킷 전송을 나타낼 수 있다.

[0095] URLLC 트래픽은 대기 시간 요구 사항이 까다로워서 URLLC 트래픽을 다음 시간 슬롯으로 연기 할 수 없다.

[0096] 따라서, 도착하는 URLLC 트래픽은 다음 미니 슬롯에서 전송되고 중첩 된 eMBB 사용자 단말 장치(120)를 위한 제로 전송 전력으로 스케줄링될 수 있다.

[0097] L_m 을 m 으로 표시되는 미니 슬롯에서 오는 URLLC 트래픽을 나타내는 변수로 간주할 경우, L_m 은 성공 확률 p 를 갖는 베르누이(Bernoulli) 분포로 나타낼 수 있다. 여기서, 성공 확률 p 는 미니 슬롯에서 URLLC 전송 가능성을 나타낼 수 있다.

[0098] URLLC 스케줄러의 목적은 도착 URLLC 트래픽을 예약 할 수 있도록 URLLC 배치 가중치 벡터를 얻는 것으로, 동시에 eMBB 사용자 단말 장치(120)에 대한 전송의 신뢰성이 고려한다.

[0099] eMBB 사용자 단말 장치(120)의 총 평균 데이터 전송률을 최대화하기 위한 공식에 따라 URLLC 배치 가중치 벡터 계산은 데이터 전송률이 낮은 eMBB 사용자 단말 장치(120)에게 영향을 미치지 않으면서 높은 데이터 전송률을 가진 eMBB 사용자 단말 장치(120)를 보호할 수 있다.

[0100] 따라서, 매크로 기지국(110)은 데이터 전송률이 낮은 eMBB 사용자 단말 장치(120)를 보호하기 위해 URLLC 스케줄러에서 eMBB 사용자 단말 장치(120)의 전송에 대한 위험을 고려할 수 있다.

[0101] 즉, 매크로 기지국(110)은 URLLC 배치 가중치 w^* 에 의한 eMBB 사용자 단말 장치(120) 간의 URLLC 트래픽 분포를 채널 상태가 나쁜 eMBB 사용자 단말 장치(120)를 고려한다.

[0102] 따라서, 매크로 기지국(110)은 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크 매크로 기지국은 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 배치함으로써 자원 할당을 효율적으로 관리 할 수 있다.

[0103] 또한, 매크로 기지국(110)은 URLLC 트래픽이 도착할 시, 각 eMBB 사용자 단말 장치(120)로부터 펄스형 통신 자원 블록의 양도 결정할 수 있다.

[0105] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 구성 요소를 설명하는 도면이다.

[0106] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버를 이용하고, 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하기 위한 매크로 기지국의 구성 요소를 예시한다.

[0107] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국(200)은 오프로드 결정부(210), 자원 블록 할당부(220), 자원 블록 펄스부(230) 및 계산 자원 할당부(240)를 포함한다.

- [0108] 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국(200)은 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버를 포함하고 있고, 모바일 엣지 컴퓨팅 서버를 이용하여 복수의 사용자 단말 장치의 오프로드 비트를 처리할 수 있다.
- [0109] 일례로, 오프로드 결정부(210)는 복수의 사용자 단말 장치의 작업 정보(task information)에 따라 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정할 수 있다.
- [0110] 본 발명의 일실시예에 따르면, 오프로드 결정부(210)는 작업 정보(task information)와 관련된 채널 상태 정보(channel state information, CSI), 입력 데이터 크기 중 하나의 비트 데이터를 처리하기 위한 중앙처리장치 동작 주기 정보 및 작업 지연 제한 정보 및 중앙처리장치의 용량 정보 중 적어도 하나의 정보에 기반하여 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정할 수 있다.
- [0111] 여기서, 중앙처리장치는 복수의 사용자 단말 장치 각각의 중앙처리장치로서 복수의 사용자 단말 장치가 작업 정보와 관련된 입력 데이터를 처리하는데 이용하는 프로세서를 나타낼 수 있다.
- [0112] 예를 들어, 오프로드 비트는 사용자 단말 장치에서 처리하여야 하는 비트이나 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버에서 대신 처리하는 비트에 해당될 수 있다.
- [0113] 본 발명의 일실시예에 따르면 오프로드 결정부(210)는 작업의 입력 데이터 크기, 1 비트 데이터 처리에 필요한 CPU주기, 작업의 지연 제한, 사용자의 총 CPU 용량 등 각 eMBB 사용자 단말 장치의 작업 정보에 따라, 네트워크의 에너지 소비를 최소화하기 위해 작업의 입력 데이터 크기 중 몇 비트를 모바일 엣지 컴퓨팅 서버로 오프로드 해야하는지 오프로드 비트를 결정할 수 있다.
- [0114] 본 발명의 일실시예에 따르면 자원 블록 할당부(220) 오프로드 결정부(210)에 의해 결정된 오프로드(offload) 비트에 기반하여 복수의 사용자 단말 장치에 통신 자원 블록을 할당할 수 있다.
- [0115] 일례로, 자원 블록 할당부(220)는 입력 데이터의 총 데이터 크기, 총 중앙처리장치 동작 주기, 하나의 비트를 계산하기 위한 사용자 단말 장치의 실행 시간 및 오프로드(offload) 비트 중 적어도 하나를 고려하여 로컬 컴퓨팅으로 처리하기 위한 통신 자원 블록을 계산하고, 계산된 통신 자원 블록을 복수의 사용자 단말 장치 중 적어도 하나에 할당할 수 있다.
- [0116] 본 발명의 일실시예에 따르면 자원 블록 할당부(220)는 입력 데이터 중 결정된 오프로드(offload) 비트를 제외한 나머지 입력 데이터의 처리를 위한 통신 자원 블록을 복수의 사용자 단말 장치 중 적어도 하나에 할당할 수 있다.
- [0117] 예를 들어, 복수의 사용자 단말 장치는 eMBB(Enhanced Mobile Broadband) 사용자 단말 장치 및 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 사용자 단말 장치 중 적어도 하나의 단말 장치를 포함할 수 있다.
- [0118] 본 발명의 일실시예에 따르면 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 사용자 단말 장치는 URLLC 트래픽을 eMBB(Enhanced Mobile Broadband) 사용자 단말 장치에 할당된 상기 통신 자원 블록 상에서 발생시킬 수 있다.
- [0119] 일례로, eMBB(Enhanced Mobile Broadband) 사용자 단말 장치는 작업 정보(task information)와 관련하여 상기 작업 정보의 입력 데이터 크기를 로컬로 처리하는 로컬 컴퓨팅과 결정된 오프로드(offload) 비트를 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버에서 원격으로 처리하는 원격 컴퓨팅을 구분하여 수행할 수 있다.
- [0120] 본 발명의 일실시예에 따르면 매크로 기지국(200)은 정보 수집부(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0121] 일례로, 정보 수집부(미도시)는 복수의 사용자 단말 장치로부터 작업 정보(task information)와 관련된 채널 상태 정보(channel state information, CSI), 입력 데이터 크기 중 하나의 비트 데이터를 처리하기 위한 중앙처리장치 동작 주기 정보 및 작업 지연 제한 정보 및 중앙처리장치의 용량 정보 중 적어도 하나의 정보를 수집할 수 있다.
- [0122] 본 발명의 일실시예에 따르면 자원 블록 할당부(220)는 eMBB 사용자의 오프로드 된 데이터 크기를 MEC 서버에 오프 로딩 한 후, BS는 각 eMBB 사용자에게 자원 블록의 수를 할당하기로 결정할 수 있다.
- [0123] 여기서, 채널 계인, 오프로드 된 데이터 크기 및 각 사용자의 대기 시간 제약 조건과 같은 사실 수에 따라 다를 수 있다.
- [0124] 본 발명의 일실시예에 따르면 자원 블록 평크부(230)는 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication)

트래픽이 복수의 사용자 단말 장치 중 어느 하나의 사용자 단말 장치에 할당된 통신 자원 블록에 중첩될 경우, 할당된 통신 자원 블록을 펑크(puncture)낼 수 있다.

- [0125] 예를 들어, 자원 블록 펑크부(230)는 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽의 가중치 벡터와 복수의 사용자 단말 장치의 데이터 전송율을 고려하여 할당된 통신 자원 블록을 펑크낼 수 있다.
- [0126] 또한, 자원 블록 펑크부(230)는 복수의 사용자 단말 장치의 마지막 데이터 속도를 캡처하여 복수의 사용자 단말 장치의 데이터 전송율을 고려할 수 있다.
- [0127] 예를 들어, eMBB 사용자에게 이미 할당 된 시간 내에 URLLC 트래픽이 발생할 수 있다.
- [0128] 여기서, URLLC 트래픽은 높은 안정성과 매우 낮은 대기 시간으로 짧은 패킷 전송으로, 대기 시간 요구 사항이 까다로워서 URLLC 트래픽을 다음 시간 슬롯으로 연기 할 수 없다.
- [0129] 따라서, 다음 URL에서 전송하기 위해 도착 URLLC 트래픽이 스케줄링되고, 도착 URLLC 트래픽은 다음 번에 미니 슬롯 및 중첩된 eMBB 사용자 단말 장치를 위한 제로 전송 전력을 수행하기 위해 스케줄링 될 수 있다.
- [0130] 예를 들어, 제로 전송 전력은 eMBB 사용자 단말 장치가 전송하는데 소모하는 전력을 제로에 수렴하도록 통신 자원 할당을 스케줄링하는 것을 나타낼 수 있다.
- [0131] 즉, 자원 블록 펑크부(230)는 펑크낸 통신 자원 블록을 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽에 우선 할당하고, 복수의 사용자 단말 장치 중 펑크낸 통신 자원 블록과 관련된 사용자 단말 장치의 제로 전송 전력(zero transmit power)를 설정할 수 있다.
- [0132] 따라서, 본 발명은 eMBB 사용자의 대기 시간, 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버의 중앙처리장치(central processing unit, CPU) 용량, 최대 전송 전력에 따라 에너지 소비를 최소화하고, eMBB 사용자의 달성 가능한 데이터 속도를 최대화하는 효율적인 공동 작업 오프로드와 함께 eMBB 및 URLLC 트래픽 문제를 스케줄링할 수 있다.
- [0133] 본 발명의 일실시예에 따르면 계산 자원 할당부(240)는 컴퓨팅 리소스 할당부로도 지칭될 수 있다.
- [0134] 일례로, 계산 자원 할당부(240)는 펑크낸 통신 자원 블록과 관련하여 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위한 계산 자원 블록을 계산하고, 결정된 오프로드(offload) 비트와 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위하여 계산 자원 블록을 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버로 할당할 수 있다.
- [0135] 본 발명의 일실시예에 따르면 계산 자원 할당부(240)는 eMBB 사용자의 오프로드 된 모든 작업이 기지국의 서버에 도착하면 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버는 계산 용량 (예: CPU 용량)을 각 오프로드 된 작업에 할당할 수 있다.
- [0136] 여기서, 계산 자원 할당부(240)는 가중 비례 할당 기반 계산 자원 할당 시스템을 고려할 수 있다.
- [0137] 본 발명의 일실시예에 따르면 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버는 할당된 계산 자원 블록을 이용하여 결정된 오프로드(offload) 비트 및 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리함으로써 복수의 사용자 단말 장치의 통신 서비스 품질(quality of service, QoS)을 확보할 수 있다.
- [0138] 따라서, 본 발명은 5G 이상 네트워크를 넘어 eMBB(enhanced mobile broadband) 및 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽을 위한 에너지 효율적인 자원 할당 프레임워크를 도입할 수 있다.
- [0139] 또한, 본 발명은 eMBB 사용자의 제한, URLLC 트래픽의 신뢰성, eMBB 사용자 제한에 대한 자원 블록 할당과 관련된 최적화 문제를 해결하기 위한 소셜 블록 좌표 하강(block coordinate descent, BCD) 기반 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축할 수 있다.
- [0140]
- [0141] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법을 설명하는 도면이다.
- [0142] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법이 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버를 이용하고, 다중 통신 서비스에서 에너지 효율적인 통신 및 계산 자원 할당 프레임워크를 구축하는 실시예를 예시한다.
- [0143] 도 3을 참고하면, 단계(301)에서 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법은 사용자 단말 장치의

작업 정보 중 오프로드 비트를 결정한다.

- [0144] 즉, 매크로 기지국의 동작 방법은 복수의 사용자 단말 장치의 작업 정보(task information)에 따라 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정할 수 있다.
- [0145] 여기서, 매크로 기지국의 동작 방법은 작업 정보(task information)와 관련된 채널 상태 정보(channel state information, CSI), 입력 데이터 크기 중 하나의 비트 데이터를 처리하기 위한 중앙처리장치 동작 주기 정보 및 작업 지연 제한 정보 및 중앙처리장치의 용량 정보 중 적어도 하나의 정보에 기반하여 작업 정보의 입력 데이터 크기 중 오프로드(offload) 비트를 결정할 수 있다.
- [0146] 단계(302)에서 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법은 사용자 단말 장치로 통신 자원 블록을 할당한다.
- [0147] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법은 단계(301)에서 결정된 오프로드 비트에 기반하여 복수의 사용자 단말 장치 각각에 통신 자원 블록을 할당한다.
- [0148] 여기서, 매크로 기지국의 동작 방법은 입력 데이터의 총 데이터 크기, 총 중앙처리장치 동작 주기, 하나의 비트를 계산하기 위한 사용자 단말 장치의 실행 시간 및 상기 결정된 오프로드(offload) 비트 중 적어도 하나를 고려하여 복수의 사용자 단말 장치 각각에서 로컬 컴퓨팅으로 처리하기 위한 통신 자원 블록을 계산하고, 통신 자원 블록을 복수의 사용자 단말 장치 중 적어도 하나의 사용자 단말 장치에 할당한다.
- [0149] 단계(303)에서 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법은 복수의 사용자 단말 장치에 할당된 통신 자원 블록과 중첩되는 URLLC 트래픽 발생 여부를 판단한다.
- [0150] 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법은 할당이 완료된 통신 자원 블록과 URLLC 트래픽 간의 중첩 문제가 발생할 경우 단계(304)로 진행하고, 중첩 문제가 발생하지 않을 경우 해당 절차를 종료한다.
- [0151] 단계(304)에서 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법은 단계(302)에서 할당된 통신 자원 블록을 펑크낸다.
- [0152] 즉, 매크로 기지국의 동작 방법은 URLLC 트래픽의 중첩 문제를 스케줄링하기 위하여 eMBB를 이용하는 사용자 단말 장치에 할당된 통신 자원 블록을 펑크낸다.
- [0153] 따라서, 매크로 기지국의 동작 방법은 펑크낸 통신 자원 블록을 URLLC(Ultra Reliable and Low Latency Communication) 트래픽에 우선 할당하고, 복수의 사용자 단말 장치 중 펑크낸 통신 자원 블록과 관련된 사용자 단말 장치의 제로 전송 전력(zero transmit power)을 설정한다.
- [0154] 단계(305)에서 본 발명의 일실시예에 따른 매크로 기지국의 동작 방법은 단계(304)에서 펑크된 통신 자원 블록을 고려하여 계산 자원 블록을 할당한다.
- [0155] 즉, 매크로 기지국의 동작 방법은 펑크낸 통신 자원 블록과 관련하여 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위한 계산 자원 블록을 계산하고, 결정된 오프로드(offload) 비트와 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리하기 위하여 계산된 계산 자원 블록을 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버로 할당할 수 있다.
- [0156] 따라서, 매크로 기지국의 동작 방법은 모바일 엣지 컴퓨팅(mobile edge computing, MEC) 서버가 자신에게 할당된 계산 자원 블록을 이용하여 결정된 오프로드(offload) 비트 및 추가 결정된 오프로드(offload) 비트를 처리함으로써 복수의 사용자 단말 장치의 통신 서비스 품질(quality of service, QoS)을 확보할 수 있다.
- [0157] 본 발명은 공유 인프라에서 높은 신뢰성, 낮은 대기 시간과 같은 다른 QoS(Quality of Service) 요구 사항을 가진 다른 모바일 사용자에게 계산 서비스를 에너지 효율적으로 제공하고 모바일 사용자의 공존을 위해 프레임워크를 제공할 수 있다.
- [0158] 또한, 본 발명은 모바일 사업자가 네트워크 용량을 향상시키고, 네트워크 자원을 효율적으로 관리할 수 있도록 지원할 수 있고, 이동 통신 사업자의 네트워크 수익을 증진시킬 수 있다.
- [0160] 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), 마이크로컴

퓨터, 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.

[0161] 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.

[0162] 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.

[0163] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 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.

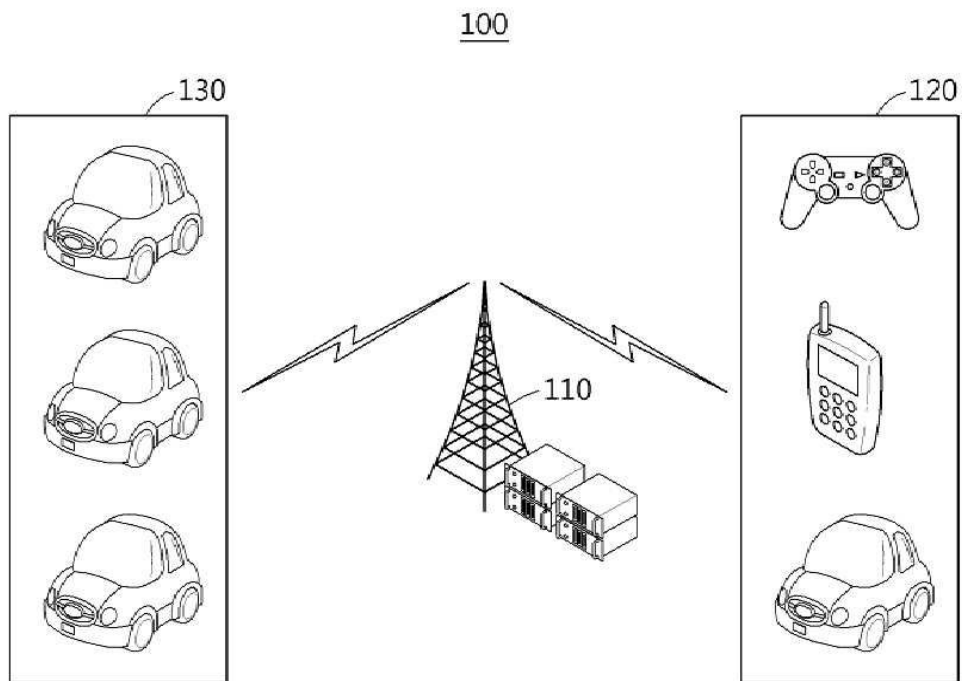
[0164] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

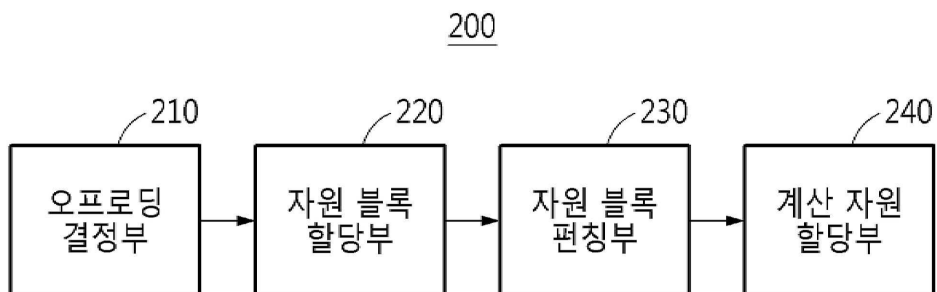
[0165] 200: 매크로 기지국
210: 오프로딩 결정부 220: 자원 블록 할당부
230: 자원 블록 편칭부 240: 계산 자원 할당부

도면

도면1



도면2



도면3

