



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0071765
(43) 공개일자 2022년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 9/50 (2018.01) G06F 9/455 (2018.01)

G06F 9/48 (2018.01) H04L 65/40 (2022.01)

(52) CPC특허분류

G06F 9/5094 (2013.01)

G06F 9/45558 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0159259

(22) 출원일자 2020년11월24일

심사청구일자 2020년11월24일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

홍충선

경기도 용인시 수지구 상현로 30-10, 233동 101호

김도현

경기도 용인시 기흥구 서그내로 16번길 21, 405호

(74) 대리인

김홍석

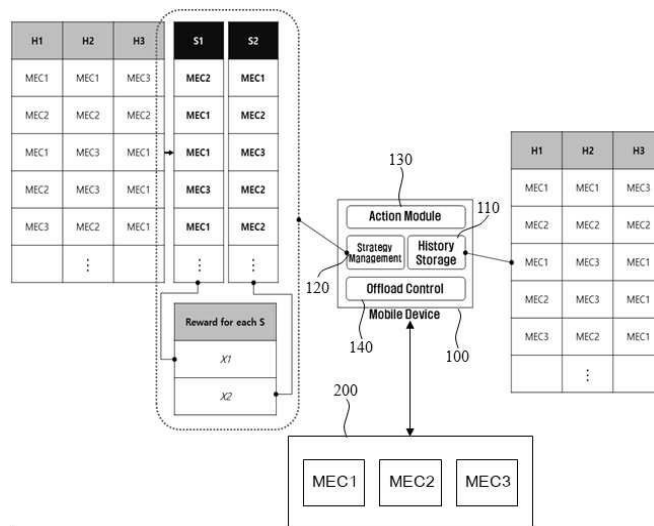
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 엥링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명에 따른 엥링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법이 제공된다. 상기 방법은 모바일 단말에서 특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리하는 히스토리 저장 단계; 모바일 단말에서 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리하는 전략 필드 관리 단계; 모바일 단말에서 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 모바일 단말과 MEC 서버 사이의 조직화(association)를 시도하는 액션 선택/조직화 시도 단계; 및 최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 선택된 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정하는 오프로딩 데이터량 결정 단계를 포함하여, 태스크(task)를 처리함에 있어 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 9/4881 (2013.01)
 G06F 9/5072 (2013.01)
 G06F 9/5077 (2013.01)
 H04L 67/10 (2022.05)
 H04L 67/565 (2022.05)
 H04L 67/59 (2022.05)
 G06F 2009/4557 (2019.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711103234
과제번호	2015-0-00742-006
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	2020 Grand ICT 라이프 컴패니온쉽 경험을 위한 지능형 인터랙션 융합 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711103015
과제번호	2019-0-01287-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	SW컴퓨팅산업원천기술개발(R&D)
연구과제명	(SW 스타랩) 분산 엣지를 위한 진화형 딥러닝 모델생성 플랫폼
기 여 율	1/2
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법에 있어서, 상기 방법은,

모바일 단말에서 특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리하는 히스토리 저장 단계;

모바일 단말에서 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리하는 전략 필드 관리 단계;

모바일 단말에서 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 모바일 단말과 MEC 서버 사이의 조직화(association)를 시도하는 액션 선택/조직화 시도 단계; 및

최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 선택된 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정하는 오프로딩 데이터량 결정 단계를 포함하고,

상기 오프로딩 데이터량 결정 단계에서, 업링크 데이터 전송전력에 전송 레이턴시를 곱한 값으로부터 상기 모바일 단말의 에너지 소모를 추정 및 최적화하고, 상기 전송 레이턴시는 상기 오프로딩 데이터량을 업링크 전송 데이터 레이트로 나눈 값으로부터 추정되는, 태스크 오프로딩 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 액션 선택/조직화 시도 단계에 후속하여,

MEC 노드에서 각 반복 이후 모바일 단말의 조직화 시도의 결과에 따른 노드의 큐 값을 탐색하고 관리하는 시스템 큐 관리 단계를 더 포함하는, 태스크 오프로딩 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 시스템 큐 관리 단계에 후속하여,

MEC 노드에서 노드의 큐 임계치 조건 만족 여부에 따른 리워드 값을 리턴하는 리워드 값 리턴 단계를 더 포함하는, 태스크 오프로딩 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 시스템 큐 관리 단계에서 탐색된 전체 사용자의 모바일 단말을 고려한 노드의 태스크 큐 값 및 상기 리워드 값 리턴 단계에서 전체 사용자의 모바일 기기를 고려한 리턴된 리워드 값에 기반하여, 상기 오프로딩 데이터량 결정 단계에서 전체 사용자의 단위데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터량을 최적화하는, 태스크 오프로딩 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고,

상기 전략 필드 관리 단계에서, 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 액션을 위한 전략을 결정하는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고,

상기 전략 필드 관리 단계에서, 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블과 전략 사이즈를 기반으로 액션을 위한 전략을 결정한 후, 상기 리워드 값 리턴 단계에서, 액션 모듈이 전략 선택 및 행동에 대한 리워드를 업데이트하여 리턴하는, 태스크 오프로딩 방법.

청구항 7

업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 시스템에 있어서,

모바일 단말에서 특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리하는 히스토리 저장 모듈;

모바일 단말에서 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리하는 전략 관리 모듈;

모바일 단말에서 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 모바일 단말과 MEC 서버 사이의 조직화(association)를 시도하는 액션 모듈; 및

최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 선택된 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정하는 오프로딩 제어 모듈을 포함하고,

상기 오프로딩 제어 모듈은,

업링크 데이터 전송전력에 전송 레이턴시를 곱한 값으로부터 상기 모바일 단말의 에너지 소모를 추정 및 최적화하고, 상기 전송 레이턴시는 상기 오프로딩 데이터량을 업링크 전송 데이터 레이트로 나눈 값으로부터 추정되는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

MEC 노드에서 각 반복 이후 모바일 단말의 조직화 시도의 결과에 따른 노드의 큐 값을 탐색하고 관리하는 시스템 큐 관리 모듈을 더 포함하는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

MEC 노드에서 노드의 큐 임계치 조건 만족 여부에 따른 리워드 값을 리턴하는 조직화 모듈을 더 포함하는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 시스템 큐 관리 모듈에서 탐색된 전체 사용자의 모바일 단말을 고려한 노드의 태스크 큐 값 및 상기 조직화 모듈에서 전체 사용자의 모바일 기기를 고려한 리턴된 리워드 값에 기반하여, 상기 오프로딩 제어 모듈에서 전체 사용자의 단위데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터량을 최적화하는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고,

상기 전략 관리 모듈이 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 액션을 위한 전략을 결정하는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고,

상기 전략 관리 모듈이 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블과 전략 사이즈를 기반으로 액션을 위한 전략을 결정한 후, 상기 액션 모듈이 전략 선택 및 행동에 대한 리워드를 업데이트하여 리턴하는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 13

업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 시스템에 있어서,

복수의 MEC 서버로 구성된 MEC 노드; 및

특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리하고, 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리하고, 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 상기 복수의 MEC 서버 사이의 조직화(association)를 시도하도록 구성된 모바일 단말을 포함하고,

상기 모바일 단말은, 최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정하는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 MEC 노드는,

각 반복 이후 모바일 단말의 조직화 시도의 결과에 따른 노드의 큐 값을 탐색하고 관리하도록 구성되는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 MEC 노드는,

MEC 노드의 큐 임계치 조건 만족 여부에 따른 리워드 값을 리턴하도록 구성되는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 MEC 노드에서 탐색된 전체 사용자의 모바일 단말을 고려한 MEC 노드의 태스크 큐 값 및 전체 사용자의 모바일 기기를 고려한 리턴된 리워드 값에 기반하여, 상기 모바일 단말이 전체 사용자의 단위데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터량을 최적화하도록 구성되는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고,

상기 모바일 단말은 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 액션을 위한 전략을 결정하도록 구성되는, 태스크 오프로딩 시스템.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고,

상기 모바일 단말이 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블과 전략 사이즈를 기반으로 액션을 위한 전략을 결정한 후, 전략 선택 및 행동에 대한 리워드를 업데이트하여 리턴하도록 구성되는, 태스크 오프로딩 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태스크 오프로딩 방법 및 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법 및 시스템에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 스마트폰과 같은 모바일 단말과 이를 이용한 무선 네트워크 기술의 급속한 발전 및 보급에 따라서 기존의 클라우드 컴퓨팅과는 다른 모바일 클라우드 컴퓨팅(mobile cloud computing) 기술에 대한 관심이 증가하고 있다.

[0003] 모바일 클라우드 컴퓨팅이란, 필요한 만큼 사용하고 쓴 만큼 지불하는 클라우드 컴퓨팅과 모바일 서비스를 결합한 것이다. 모바일 클라우드 컴퓨팅은 스마트폰에 한정되는 것은 아니고, 이동성을 갖는 기기들, 즉 노트북과 넷북, PDA 등을 포괄할 수 있다.

[0004] 한편, 모바일 클라우드 컴퓨팅과 연관된 네트워크 환경은 무선 기지국과 컴퓨팅 태스크를 처리할 수 있는 서버(MEC 서버)가 공존하는 MEC 노드를 고려할 수 있다. 이와 같이 여러 MEC 노드가 배치되어 있는 환경에서 모바일 단말 스스로 최적의 MEC 노드를 선택할 수 있다.

[0005] 하지만, 특정 MEC 서버로 데이터를 일부 오프로딩함에 있어, 모바일 단말은 복수의 MEC 서버 중 어느 MEC 서버로 데이터를 오프로딩할 지에 대한 가이드라인이 없다는 문제점이 있다. 또한, 모바일 단말이 어떤 종류의 데이터를 어느 정도의 양으로 데이터 오프로드할 지에 대한 가이드라인도 없다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명의 목적은 전술한 문제를 해결하기 위해, 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법 및 시스템을 제공함에 있다.

[0007] 또한, 본 발명의 목적은 사용자 연결 자기 조직화(Self-Organizing User Association) 및 오프로드 데이터 양 최적화를 제공함에 있다.

[0008] 또한, 본 발명의 목적은 사용자 연결 자기 조직화 및 오프로드 데이터 양 최적화를 통한 컴퓨팅 시스템의 신뢰도 보장 및 모바일 단말 전력소비 최소화를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법이 제공된다. 상기 방법은 모바일 단말에서 특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리하는 히스토리 저장 단계; 모바일 단말에서 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리하는 전략 필드 관리 단계; 모바일 단말에서 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 모바일 단말과 MEC 서버 사이의 조직화(association)를 시도하는 액션 선택/조직화 시도 단계; 및 최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 선택된 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정하는 오프로딩 데이터량 결정 단계를 포함하여, 태스크(task)를 처리함에 있어 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있다.

[0010] 일 실시 예에 따르면, 상기 오프로딩 데이터량 결정 단계에서, 업링크 데이터 전송전력에 전송 레이턴시를 곱한 값으로부터 상기 모바일 단말의 에너지 소모를 추정 및 최적화하고, 상기 전송 레이턴시는 상기 오프로딩 데이터량을 업링크 전송 데이터 레이트로 나눈 값으로부터 추정될 수 있다.

[0011] 일 실시 예에 따르면, 상기 액션 선택/조직화 시도 단계에 후속하여, 상기 방법은 각각의 액션의 반복 또는 각각의 필드 관리의 반복 이후, MEC 노드에서 모바일 단말의 조직화 시도의 결과에 따른 노드의 큐 값을 탐색하고

관리하는 시스템 큐 관리 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0012] 일 실시 예에 따르면, 상기 시스템 큐 관리 단계에 후속하여, 상기 방법은 MEC 노드에서 노드의 큐 임계치 조건 만족 여부에 따른 리워드 값을 리턴하는 리워드 값 리턴 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시 예에 따르면, 상기 시스템 큐 관리 단계에서 탐색된 전체 사용자의 모바일 단말을 고려한 노드의 태스크 큐 값 및 상기 리워드 값 리턴 단계에서 전체 사용자의 모바일 기기를 고려한 리턴된 리워드 값에 기반하여, 상기 오프로딩 데이터량 결정 단계에서 전체 사용자의 단위데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터량을 최적화할 수 있다.
- [0014] 일 실시 예에 따르면, 상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고, 상기 전략 필드 관리 단계에서, 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 액션을 위한 전략을 결정할 수 있다.
- [0015] 일 실시 예에 따르면, 상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고, 상기 전략 필드 관리 단계에서, 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블과 전략 사이즈를 기반으로 액션을 위한 전략을 결정한 후, 상기 리워드 값 리턴 단계에서, 액션 모듈이 전략 선택 및 행동에 대한 리워드를 업데이트하여 리턴할 수 있다.
- [0016] 본 발명에 다른 양상에 따른 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 시스템이 제공된다. 상기 시스템은 모바일 단말에서 특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리하는 히스토리 저장 모듈; 모바일 단말에서 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리하는 전략 관리 모듈; 모바일 단말에서 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 모바일 단말과 MEC 서버 사이의 조직화(association)를 시도하는 액션 모듈; 및 최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 선택된 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정하는 오프로드 제어 모듈을 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 오프로드 제어 모듈은 업링크 데이터 전송전력에 전송 레이턴시를 곱한 값으로부터 상기 모바일 단말의 에너지 소모를 추정 및 최적화하고, 상기 전송 레이턴시는 상기 오프로딩 데이터량을 업링크 전송 데이터 레이트로 나눈 값으로부터 추정할 수 있다.
- [0018] 일 실시 예에 따르면, 상기 시스템은 각각의 액션의 반복 또는 각각의 필드 관리의 반복 이후, MEC 노드에서 모바일 단말의 조직화 시도의 결과에 따른 노드의 큐 값을 탐색하고 관리하는 시스템 큐 관리 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 시스템은 MEC 노드에서 노드의 큐 임계치 조건 만족 여부에 따른 리워드 값을 리턴하는 조직화 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 따르면, 상기 시스템 큐 관리 모듈에서 탐색된 전체 사용자의 모바일 단말을 고려한 노드의 태스크 큐 값 및 상기 조직화 모듈에서 전체 사용자의 모바일 기기를 고려한 리턴된 리워드 값에 기반하여, 상기 오프로드 제어 모듈에서 전체 사용자의 단위데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터량을 최적화할 수 있다.
- [0021] 일 실시 예에 따르면, 상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고, 상기 전략 관리 모듈이 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 액션을 위한 전략을 결정할 수 있다.
- [0022] 일 실시 예에 따르면, 상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고, 상기 전략 관리 모듈이 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블과 전략 사이즈를 기반으로 액션을 위한 전략을 결정한 후, 상기 액션 모듈이 전략 선택 및 행동에 대한 리워드를 업데이트하여 리턴할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 또 다른 양상에 따른 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 시스템이 제공된다. 상기 시스템은 복수의 MEC 서버로 구성된 MEC 노드; 및 특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리하고, 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리하고, 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 상기 복수의 MEC 서버 사이의 조직화(association)를 시도하도록 구성된 모바일 단말을 포함하고, 상기 모바일 단말은, 최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정할 수 있

다.

- [0024] 일 실시 예에 따르면, 상기 MEC 노드는 각각의 액션의 반복 또는 각각의 필드 관리의 반복 이후, 모바일 단말의 조직화 시도의 결과에 따른 노드의 큐 값을 탐색하고 관리하도록 구성될 수 있다.
- [0025] 일 실시 예에 따르면, 상기 MEC 노드는 MEC 노드의 큐 임계치 조건 만족 여부에 따른 리워드 값을 리턴하도록 구성될 수 있다.
- [0026] 일 실시 예에 따르면, 상기 MEC 노드에서 탐색된 전체 사용자의 모바일 단말을 고려한 MEC 노드의 태스크 큐 값 및 전체 사용자의 모바일 기기를 고려한 리턴된 리워드 값에 기반하여, 상기 모바일 단말이 전체 사용자의 단위 데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터량을 최적화하도록 구성될 수 있다.
- [0027] 일 실시 예에 따르면, 상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고, 상기 모바일 단말은 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 액션을 위한 전략을 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0028] 일 실시 예에 따르면, 상기 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블이고, 상기 모바일 단말이 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블과 전략 사이즈를 기반으로 액션을 위한 전략을 결정한 후, 전략 선택 및 행동에 대한 리워드를 업데이트하여 리턴하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 조직화(association) 프로세스를 각 모바일 단말에게 분산화하여 적용할 수 있도록 함으로써 전체 시스템의 확장성을 제공할 수 있다.
- [0031] 또한, 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 태스크(Task)를 처리함에 있어 모바일 단말의 에너지 소모(Energy Consumption)를 최소화함으로써 전력 효율을 제공할 수 있다.
- [0032] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 본 발명에 따른 태스크 오프로딩 방법을 수행하는 모바일 단말의 구성과 모바일 단말과 연동하는 MEC 서버를 포함하는 태스크 오프로딩 시스템을 나타낸다.
- 도 2는 본 발명에 따른 모바일 단말과 MEC 서버 간 액션 실행 및 리워드 제공 과정을 나타낸다.
- 도 3은 본 발명에 따른 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법의 흐름도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.
- [0035] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0036] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다.
- [0037] 제1, 제2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의

해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

- [0038] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0039] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.
- [0040] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0041] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 모듈, 블록 및 부는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [0042] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 당해 분야에 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 설명한다. 하기에서 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 공지의 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0043] 이하에서는, 본 발명에 따른 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법 및 시스템에 대해 설명하기로 한다.
- [0044] 본 발명은 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 모바일 유저가 모바일 애플리케이션 및 그에 따른 Task를 수행하고자 할 때, 에지 서버로의 Task 오프로딩을 효율적으로 할 수 있는 시스템 및 그 방법이다. 시스템은 Minority Game 이론 기반 사용자 연결 Phase와 Convex Optimization 기법 기반 Task 오프로딩 Phase로 나누어져 있으며 컴퓨팅 시스템(서버와 기지국으로 구성)으로의 사용자 연결 자기 조직화(Self-Organizing User Association) 및 오프로드 데이터 양 최적화를 통한 컴퓨팅 시스템의 신뢰도 보장 및 모바일 단말 전력소비 최소화를 목표로 한다.
- [0045] 이러한 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법 및 시스템에 대해 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 이와 관련하여, 도 1은 본 발명에 따른 태스크 오프로딩 방법을 수행하는 모바일 단말의 구성과 모바일 단말과 연동하는 MEC 서버를 포함하는 태스크 오프로딩 시스템을 나타낸다. 여기서, MEC 서버는 다중 액세스 에지 클라우드(multi-access edge cloud) 서버일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니고 다양한 형태의 에지 클라우드 서버를 포함할 수 있다. 또한, MEC 서버는 서버가 기지국 레벨로 배치되는 에지 클라우드 서버이고, 이에 따라 최적의 MEC 서버를 선택하는 동작은 최적의 기지국 또는 최적의 AP(Access point)를 선택하는 동작에 대응할 수 있다.
- [0046] 도 1을 참조하면, 시스템은 모바일 단말(100) 및 복수의 MEC 서버(MEC1 내지 MEC3)로 구성된 MEC 노드(200)를 포함하도록 구성될 수 있다. 여기서, MEC 노드(200)의 개수는 전술한 바와 같이 3개에 한정되는 것은 아니고 응용에 따라 변경 가능하다.
- [0047] 도 1을 참조하면, 본 발명에서 고려하고 있는 네트워크 환경은 무선 기지국과 컴퓨팅 태스크를 처리할 수 있는 서버(MEC 서버)가 공존하는 MEC 노드를 고려하고 있으며, 여러 MEC 노드가 배치되어 있는 환경에서 모바일 단말 스스로 최적의 MEC 노드를 선택하고 해당 MEC 서버로 태스크를 오프로딩 한다.
- [0048] 최적의 MEC 노드란, 각 MEC 노드의 큐 대기열을 고려하여 혼잡한 MEC 노드가 아닌 원활한 큐 대기열을 보유하고 있는 MEC 노드를 뜻하며, 이는 전체 시스템의 Reliability 즉, 신뢰성이 보장될 수 있음을 뜻한다. 이러한 신뢰성을 보장받기 위해, 모바일 단말은 각 iteration에서의 Action에 대한 Reward를 통해 전략 필드를 업데이트해 나감으로써 점진적으로 전략 필드를 최적화한다.
- [0049] 모바일 단말은, 여타 정보 없이 우선 선택할 수 있는 MEC 노드들 중 1개의 노드를 선택한다. 각 iteration 라운드에서 MEC 노드는 자신의 큐 대기열을 확인한 후, 자신을 선택한 모바일 단말에게 1 또는 -1의 Reward 값을 전달한다. 모바일 단말들의 선택이 끝난 시점에서 큐 대기열이 Threshold 값보다 클 경우 -1의 값을, 작거나 같은 경우 1의 값을 전달하여 모바일 단말이 해당 Action에 대한 가상 포인트를 계산하도록 함으로써 모바일 단말의

전략 필드를 업데이트 하도록 한다.

- [0050] 전략필드는 모바일 단말 내 History Storage 모듈 및 Strategy Management 모듈에 의해 생성되는 테이블로써, 도 1과 같이 메모리 사이즈(m=3)에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 Action을 위한 Strategy를 결정한 후 Action Module에서의 Strategy 선택 및 행동에 대한 보상이 업데이트 되는 테이블이다. 지속적으로 Iteration이 수행됨으로써 보상값이 가장 큰 전략 필드를 최적 전략 필드로 결정하게 된다.
- [0051] 많은 횟수의 Iteration을 통해 최적 전략필드를 결정한 각 모바일 단말은 지속적으로 해당 전략필드를 통해 다음의 행동을 결정하며, 이를 통해 모든 모바일 단말이 Fair 하게 각 MEC에 연결됨으로써 전체 네트워크 시스템으로 하여금 신뢰성을 확보 할 수 있도록 한다. 사용자 연결 Phase 이후, Convex Optimization 기법을 통해 전체 사용자의 단위데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터 량을 최적화한다.
- [0052] 위의 과정을 통해, 모바일 단말은 각 MEC의 Reliability 제약 하에 신뢰성이 확보된 Association 결과를 얻을 수 있으며, 자기조직화 된 기법을 통해 시스템의 확장성을 보장할 수 있다. 또한 모바일 단말과 MEC 사이의 Association 이후, 전체 유저들의 전력소모량을 최소화함에 따라 MEC를 효율적으로 활용할 수 있게 된다.
- [0053] 본 발명에 따른 태스크 오프로딩 방법과 관련하여 시스템 모델링, 제약조건 및 최적화 문제에 대해 고려하면 다음과 같다.
- [0054] (1) Communication, Computation and Energy Consumption 모델
- [0055] 본 발명에 따른 오프로딩 기술이 적용되어 있는 네트워크 환경은 업링크 통신을 고려하고 있으며 각 모바일 단말이 달성 가능한 업링크 Data Rate는 아래의 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$R_{k,n}(t) = x_{k,n}(t) \frac{B_n}{K_n} \log_2(1 + \delta_{k,n}(t))$$

- [0057] 또한, Energy Consumption의 경우, 전력과 전력을 소모하는 시간의 곱으로 나타낼 수 있으며, 이를 기반으로 Data 전송에 사용되는 전력소모량을 아래의 수학적 식 2 및 수학적 식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

$$L_{k,n}^{trans}(t) = \frac{\alpha_{k,n}(t)}{R_{k,n}(t)}$$

수학적 식 3

$$E_{k,n}^{trans}(t) = P_k L_{k,n}^{trans}(t)$$

- [0060] $E_{k,n}^{trans}(t)$ 는 모바일 단말 k에서 MEC 노드 n으로의 업링크 Data 전송에 대한 Energy Consumption을 나타낸 것으로, 모바일 단말 k의 전송전력에 전송 Latency를 곱한 값으로 나타낼 수 있다. 전송 Latency $L_{k,n}^{trans}(t)$ 는 오프로딩 데이터 량을 업링크 Data Rate로 나눈 값으로 아래의 수학적 식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 4

$$L_{k,n}^{comp}(t) = \frac{\mu_0 \alpha_{k,n}(t)}{\gamma_{k,n}}$$

[0061]

수학식 5

$$E_{k,n}^{comp}(t) = \eta^n \gamma_{k,n}^2 \mu_0 \alpha_{k,n}(t)$$

$L_{k,n}^{comp}(t)$ 는 MEC 노드 n에서의 컴퓨팅 Latency를 나타낸 것으로, $\gamma_{k,n}$ 은 모바일 단말 k에서 오프로드된 Task를 처리하기 위한 CPU cycle이며, μ_0 는 1비트 데이터를 처리하기 위해 필요한 CPU cycle을 나타낸다. 아울러, 수학식 5의 $E_{k,n}^{comp}(t)$ 는 오프로드된 데이터를 처리하는 동안의 Energy Consumption을 나타낸 것으로, η^n 은 MEC 노드의 프로세서 상수를 나타낸다.

수학식 6

$$L_{k,n}^{local}(t) = \frac{\mu_0 \beta_k(t)}{\gamma_k}$$

수학식 6의 $L_{k,n}^{local}(t)$ 는 모바일 단말에서 오프로드된 데이터 외 남은 데이터를 처리하는데 걸리는 Latency를 나타내며, 수학식 7의 $E_k^{local}(t)$ 는 그에 대한 Energy Consumption을 나타낸다.

(2) Reliability Constraint

본 발명에서 고려되는 환경은 모바일 단말 및 MEC 노드에서 Task 큐를 고려한다.

수학식 8

$$q_k^l(t+1) = \max\{q_k^l(t) - \tau \rho_k(t), 0\} + \tau I_k(t)$$

수학식 9

$$\rho_k(t) = \frac{\gamma_k}{\mu_0} + R_{k,n}(t)$$

수학식 8은 모바일 단말의 $t+1$ 에서의 Task 큐를 나타낸 것으로, ^{l} 에서의 Task를 오프로딩하고 처리하는(수학식 9 참조) 동시에 모바일 단말에서 생성되는 Task를 고려하여 나타내었으며, ^{l} 는 타임슬롯의 길이를 나타낸다.

수학식 10

$$q_n^l(t+1) = \max\left\{q_n^l(t) - \tau \frac{\gamma_{k,n}}{\mu_0}(t), 0\right\} + \sum_{k \in K_n} \tau R_{k,n}(t)$$

수학식 10은 MEC 노드의 $t+1$ 에서의 Task 큐를 나타낸 것으로, ^{l} 에서의 Task를 처리하는 동시에 모바일 단말에

서의 업링크 Data Rate을 고려하여 나타내었다.

[0074] 본 발명에서, MEC 노드의 Task 큐를 고려함으로써 Reliability, 즉 모바일 단말에게 시스템의 신뢰성을 제공하고자 한다.

수학식 11

[0075]
$$E[q_n^j(t)] \leq \theta_n \epsilon_n$$

수학식 12

[0076]
$$U_k^s(t+1) = \begin{cases} U_k^s(t) + 1, & \text{if } E[q_n^j(t)] \leq \theta_n \epsilon_n, \\ U_k^s(t) - 1, & \text{if } E[q_n^j(t)] \geq \theta_n \epsilon_n \end{cases}$$

[0077] 수학식 11은 MEC 노드에서 i 에서의 큐 길이에 대한 Threshold 값을 나타낸 것으로, 해당 조건이 만족하는 MEC 노드를 선택한 모바일 단말에게는 1의 Reward 값을, 그렇지 못한 MEC 노드를 선택한 모바일 단말에게는 -1의 Reward 값을 받도록 하여 모바일 단말이 전략 필드를 최적화 시킬 수 있도록 한다. (수학식 12 참조)

수학식 13

[0078]
$$\sum_{k \in K} E_k^{local}(t) + \omega \sum_{k \in K} E_k^{trans}(t)$$

[0079] 최적의 전략필드를 통해 User Association이 이루어진 후, 수식 (13)과 같이 모바일 단말에서의 Energy Consumption을 최소화하도록 Convex 최적화(Optimization)을 통해 최적화한다.

[0080] 전술한 바와 같이, 본 발명의 태스크 오프로딩 방법과 연관된 기술적 특징을 고려한 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 시스템을 통해 청구하고자 하는 사항은 다음과 같다. 이와 관련하여, 본 발명을 통해 청구하고자 하는 사항은 이에 한정되는 것은 아니고 전술한 기술적 특징을 포함하도록 임의의 형태로 확장될 수 있다.

[0081] 전술한 바와 같이, 도 1은 본 발명에 따른 태스크 오프로딩 방법을 수행하는 모바일 단말의 구성과 모바일 단말과 연동하는 MEC 서버를 포함하는 태스크 오프로딩 시스템을 나타낸다. 도 1을 참조하면, 모바일 단말은 히스토리 필드 및 전략 필드를 포함하도록 구성될 수 있다. 한편, 도 2는 본 발명에 따른 모바일 단말과 MEC 서버 간 액션 실행 및 리워드 제공 과정을 나타낸다.

[0082] 도 1 및 도 2를 참조하면, 태스크 오프로딩 시스템은 MEC 노드(200)는 복수의 MEC 서버(MEC1, MEC2, MEC3)로 구성될 수 있다. 모바일 단말(100)은 특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리하고, 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리하도록 구성될 수 있다. 모바일 단말(100)은 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 복수의 MEC 서버(200) 사이의 조직화(association)를 시도하도록 구성될 수 있다. 모바일 단말(100)은 최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 선택된 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정할 수 있다.

[0083] 이와 관련하여, 모바일 단말(100)은 업링크 데이터 전송전력에 전송 레이턴시를 곱한 값으로부터 모바일 단말의 에너지 소모를 추정 및 최적화할 수 있다. 또한, 모바일 단말(100)에서 추정되는 전송 레이턴시는 오프로딩 데이터량을 업링크 전송 데이터 레이트로 나눈 값으로부터 추정될 수 있다.

[0084] 각각의 액션의 반복 또는 각각의 필드 관리의 반복 이후, MEC 노드(200)는 모바일 단말의 조직화 시도의 결과에 따른 노드의 큐 값을 탐색하고 관리하도록 구성될 수 있다. MEC 노드(200)는 MEC 노드의 큐 임계치 조건 만족 여부에 따른 리워드 값을 리턴하도록 구성될 수 있다.

[0085] 한편, MEC 노드(200)에서 탐색된 전체 사용자의 모바일 단말을 고려한 MEC 노드의 태스크 큐 값 및 전체 사용자의 모바일 기기를 고려한 리턴된 리워드 값에 기반하여, 모바일 단말(100)이 오프로딩 데이터량을 최적화하도

록 구성될 수 있다. 구체적으로, 모바일 단말(100)이 전체 사용자의 단위데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터량을 최적화하도록 구성될 수 있다.

[0086] 이와 관련하여, 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈(110) 및 전략 관리 모듈(120)에 의해 생성되는 테이블일 수 있다. 한편, 모바일 단말(100)은 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 액션을 위한 전략을 결정하도록 구성될 수 있다. 또한, 모바일 단말(100)이 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블과 전략 사이즈를 기반으로 액션을 위한 전략을 결정한 후, 전략 선택 및 행동에 대한 리워드를 업데이트하여 리턴하도록 구성될 수 있다.

[0087] 한편, 본 발명의 다른 양상에 따른 도 1 및 도 2의 태스크 오프로딩 시스템은 히스토리 저장 모듈(110), 전략 관리 모듈(120), 액션 모듈(130) 및 오프로드 제어 모듈(140)을 포함하도록 구성될 수 있다. 전술한 모듈들은 모바일 단말(100) 내에 설치되어 해당 동작을 수행될 수 있다. 일 예로, 히스토리 저장 모듈(110) 및 전략 관리 모듈(120)은 모바일 단말(100)의 메모리에 설치되어 해당 동작을 수행할 수 있다. 액션 모듈(130) 및 오프로드 제어 모듈(140)은 모바일 단말(100)의 프로세서(또는 제어부)에 설치되어 해당 동작을 수행할 수 있다.

[0088] 히스토리 저장 모듈(110)은 모바일 단말에서 특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리하도록 구성될 수 있다. 전략 관리 모듈(120)은 모바일 단말에서 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리하도록 구성될 수 있다. 액션 모듈(130)은 모바일 단말에서 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 모바일 단말과 MEC 서버 사이의 조직화(association)를 시도하도록 구성될 수 있다. 오프로드 제어 모듈(140)은 최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 선택된 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정하도록 구성될 수 있다.

[0089] 이와 관련하여, 오프로드 제어 모듈(130)은 업링크 데이터 전송전력에 전송 레이턴시를 곱한 값으로부터 모바일 단말의 에너지 소모를 추정 및 최적화할 수 있다. 또한, 오프로드 제어 모듈(130)에서 추정되는 전송 레이턴시는 오프로딩 데이터량을 업링크 전송 데이터 레이트로 나눈 값으로부터 추정될 수 있다.

[0090] MEC 노드(200)는 시스템 큐 관리 모듈(210) 및 조직화 모듈(220)을 포함하도록 구성될 수 있다. 시스템 큐 관리 모듈(210)은 각각의 액션의 반복 또는 각각의 필드 관리의 반복 이후, MEC 노드에서 모바일 단말의 조직화 시도의 결과에 따른 노드의 큐 값을 탐색하고 관리하도록 구성될 수 있다. 조직화 모듈(220)은 MEC 노드에서 노드의 큐 임계치 조건 만족 여부에 따른 리워드 값을 리턴하도록 구성될 수 있다.

[0091] 시스템 큐 관리 모듈(210)에서 탐색된 전체 사용자의 모바일 단말을 고려한 노드의 태스크 큐 값 및 조직화 모듈(220)에서 전체 사용자의 모바일 기기를 고려한 리턴된 리워드 값에 기반하여, 오프로딩 데이터량이 최적화될 수 있다. 이를 위해, 오프로드 제어 모듈(140)에서 전체 사용자의 단위데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터량을 최적화할 수 있다.

[0092] 한편, 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈(110) 및 전략 관리 모듈(120)에 의해 생성되는 테이블일 수 있다. 이 경우, 전략 관리 모듈(120)이 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 액션을 위한 전략을 결정하도록 구성될 수 있다. 한편, 전략 관리 모듈(120)이 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블과 전략 사이즈를 기반으로 액션을 위한 전략을 결정한 후, 액션 모듈(130)이 전략 선택 및 행동에 대한 리워드를 업데이트하여 리턴할 수 있다.

[0093] 전술한 기술적 특징과 관련하여, 도 1의 모바일 단말(100)에서의 전략 필드 관리 및 프로세스에 대해 설명하면 다음과 같다. 히스토리 저장 모듈(110)에서 메모리 사이즈(Memory Size)에 따른 Winning History 관리 기법이 수행될 수 있다. 전략 관리 모듈(120)에서 전략 사이즈(Strategy Size)에 따른 전략 필드 관리 기법이 수행될 수 있다. 전략 관리 모듈(120)에서 전략 필드의 리워드(Reward) 값 관리 기법이 수행될 수 있다.

[0094] 도 2와 같은 모바일 단말(100)과 MEC 노드(200)간의 Association 프로세스는 다음과 같다. 모바일 단말(100)에서 전략 필드 기반 History에 따른 Association 노드 결정 기법이 수행될 수 있다. MEC 노드(200)에서 Iteration 이후 큐 값에 따른 Reward 전송 기법이 수행될 수 있다. 모바일 단말(100)에서 Reward 수신 및 각 전략 필드 업데이트 기법이 수행될 수 있다. 모바일 단말(100)과 MEC 노드(200) 간의 Association 이후, 전력 소비 최적화 기법이 수행될 수 있다.

[0095] 한편, 본 발명의 또 다른 양상에 따른 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법에 대해 설명하면 다음과 같다. 이와 관련하여, 도 3은 본 발명에 따른 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법의 흐름도를 나타낸다. 도 3을 참조하면, 태스크 오프로딩 방법은 히스토리 저장 단계(S100), 전략 필드 관리 단계(S200), 액션 선택/조직화 시도 단

계(S300) 및 오프로딩 데이터량 결정 단계(S500)를 포함하도록 구성될 수 있다. 한편, 태스크 오프로딩 방법은 시스템 큐 관리 단계(S410) 및 리워드 값 리턴 단계(S420)를 더 포함하도록 구성될 수 있다. 이와 관련하여, 기술한 단계들은 주기적 또는 이벤트 기반으로 반복적으로 수행될 수 있다. 일 예로, 오프로딩 데이터량 결정 단계(S500)가 수행된 이후 히스토리 저장 단계(S100)가 다시 반복될 수 있다. 다른 예로, 데이터 오프로딩에 따른 히스토리/전략의 변경이 없다면 일부 단계, 예컨대 히스토리 저장 단계(S100) 및/또는 전략 필드 관리 단계(S200)가 생략될 수도 있다.

- [0096] 히스토리 저장 단계(S100)를 통해, 모바일 단말에서 특정 리워드(reward) 값을 리턴한 MEC 노드 정보에 관한 히스토리 정보를 관리할 수 있다. 전략 필드 관리 단계(S200)를 통해, 모바일 단말에서 히스토리 정보에 따른 액션에 해당하는 전략 필드(strategy field)를 관리할 수 있다. 액션 선택/조직화 시도 단계(S300)를 통해, 모바일 단말에서 전략 필드의 정보를 통해 각 반복(iteration)에서 액션을 선택하여, 모바일 단말과 MEC 서버 사이의 조직화(association)를 시도할 수 있다. 오프로딩 데이터량 결정 단계(S500)에서, 최적화를 통해 모바일 단말의 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 MEC 서버로의 오프로딩 데이터량을 결정할 수 있다. 이에 따라, 모바일 단말은 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 MEC 서버로의 데이터 오프로딩을 수행할 수 있다. 데이터 오프로드 단계(S600)에서, 선택된 MEC 서버로 오프로딩 데이터량만큼 특정 데이터를 오프로드 할 수 있다.
- [0097] 오프로딩 데이터량 결정 단계(S500)에서, 업링크 데이터 전송전력에 전송 레이턴시를 곱한 값으로부터 상기 모바일 단말의 에너지 소모를 추정 및 최적화할 수 있다. 이 경우, 전송 레이턴시는 오프로딩 데이터량을 업링크 전송 데이터 레이트로 나눈 값으로부터 추정될 수 있다. 이에 따라, 모바일 단말은 에너지 소모를 최소화할 수 있도록 MEC 서버로의 데이터 오프로딩을 수행할 수 있다.
- [0098] 시스템 큐 관리 단계(S410)를 통해, 각각의 액션의 반복 또는 각각의 필드 관리의 반복 이후, MEC 노드에서 모바일 단말의 조직화 시도의 결과에 따른 노드의 큐 값을 탐색하고 관리할 수 있다. 리워드 값 리턴 단계(S420)를 통해, MEC 노드에서 노드의 큐 임계치 조건 만족 여부에 따른 리워드 값을 리턴할 수 있다.
- [0099] 한편, 시스템 큐 관리 단계(S410)에서 탐색된 전체 사용자의 모바일 단말을 고려한 노드의 태스크 큐 값 및 리워드 값 리턴 단계(S420)에서 전체 사용자의 모바일 기기를 고려한 리턴된 리워드 값에 기반하여, 오프로딩 데이터량 결정 단계(S500)가 수행될 수 있다. 오프로딩 데이터량 결정 단계(S500)를 통해, 전체 사용자의 단위데이터 당 전력소모를 고려하여 전체 모바일 단말 전력 소모량의 합을 최소화하도록 오프로딩 데이터량을 최적화할 수 있다.
- [0100] 한편, 전략 필드는 모바일 단말 내 히스토리 저장 모듈 및 전략 관리 모듈에 의해 생성되는 테이블일 수 있다. 이 경우, 전략 필드 관리 단계(S200)에서, 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블을 기반으로 액션을 위한 전략을 결정할 수 있다. 한편, 전략 필드 관리 단계(S200)에서, 메모리 사이즈에 의해 생성된 Winning History 테이블과 전략 사이즈를 기반으로 액션을 위한 전략을 결정 후, 리워드 값 리턴 단계(S420)에서, 액션 모듈이 전략 선택 및 행동에 대한 리워드를 업데이트하여 리턴할 수 있다.
- [0101] 이상에서는 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법 및 시스템에 대해 설명하였다. 한편, 본 발명의 적용응용분야와 관련하여, 모바일 단말이 여러 AP(Access Point)중 하나를 선택할 수 있는 상황에서, 본 발명기술을 토대로 최적의 AP를 스스로 찾게 할 수 있도록 설계하는데 활용될 수 있다. 본 발명의 기대효과와 관련하여, Association 프로세스를 각 모바일 단말에게 분산화하여 적용할 수 있도록 함으로써 전체 시스템의 확장성을 제공할 수 있다. 또한, Task를 처리함에 있어 모바일 단말의 Energy Consumption을 최소화함으로써 전력 효율을 제공할 수 있다. 본 발명의 특허기술의 사업화 전망과 관련하여, 모바일 단말과 기지국과의 Association 프로세스에 있어, 보다 최적의 기지국을 선택할 수 있는 지능형 단말 구현에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.
- [0102] 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법 및 시스템의 기술적 효과는 다음과 같다.
- [0103] 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 업링크 통신이 고려된 멀티 액세스 에지 컴퓨팅 환경에서 신뢰성 있는 태스크 오프로딩 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.
- [0104] 또한, 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 조직화(association) 프로세스를 각 모바일 단말에게 분산화하여 적용할 수 있도록 함으로써 전체 시스템의 확장성을 제공할 수 있다.
- [0105] 또한, 본 발명의 적어도 일 실시 예에 따르면, 태스크(Task)를 처리함에 있어 모바일 단말의 에너지 소모

(Energy Consumption)를 최소화함으로써 전력 효율을 제공할 수 있다.

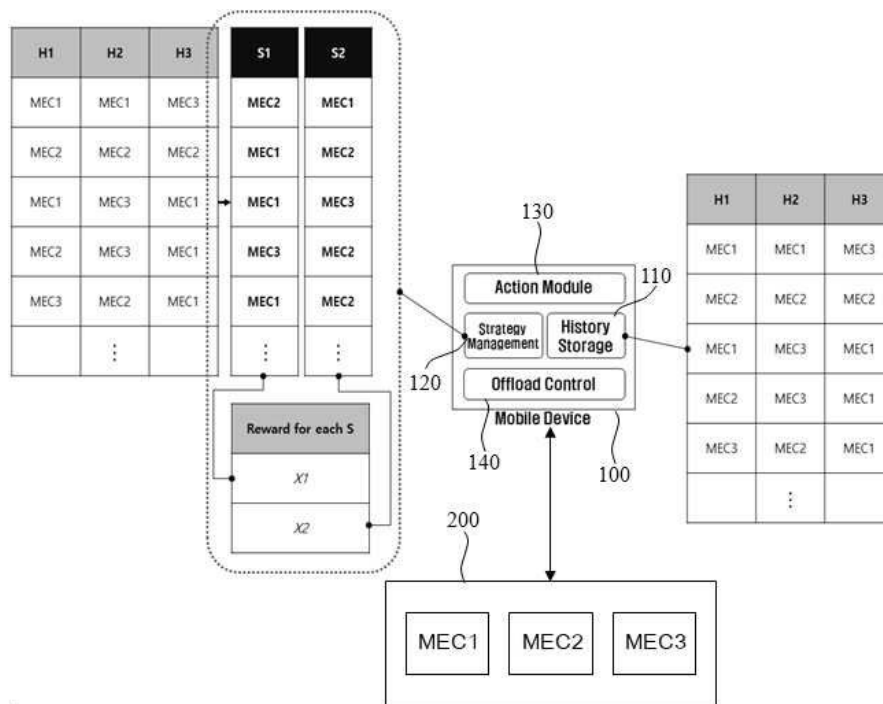
[0106] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.

[0107] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

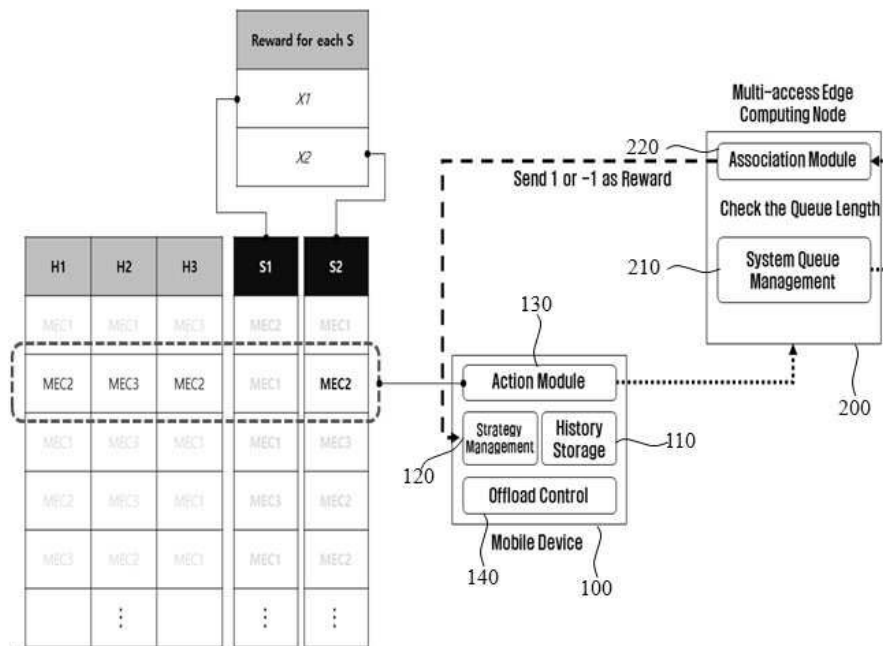
[0108] 소프트웨어적인 구현에 의하면, 본 명세서에서 설명되는 절차 및 기능뿐만 아니라 각각의 구성 요소들에 대한 설계 및 파라미터 최적화는 별도의 소프트웨어 모듈로도 구현될 수 있다. 적절한 프로그램 언어로 쓰여진 소프트웨어 어플리케이션으로 소프트웨어 코드가 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되고, 제어부(controller) 또는 프로세서(processor)에 의해 실행될 수 있다.

도면

도면1



도면2



도면3

