



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0068987
(43) 공개일자 2020년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/08 (2006.01) G06N 3/04 (2006.01)
H04W 24/02 (2009.01) H04W 88/18 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2013.01)
G06N 3/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0156014
(22) 출원일자 2018년12월06일
심사청구일자 2018년12월06일

(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)
뉴엔 후 낫 민
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732(서천동)
이민경
경기도 화성시 동탄순환대로21길 53, 1307동 504호(청계동, 롯데캐슬 알바트로스)
(74) 대리인
특허법인도담

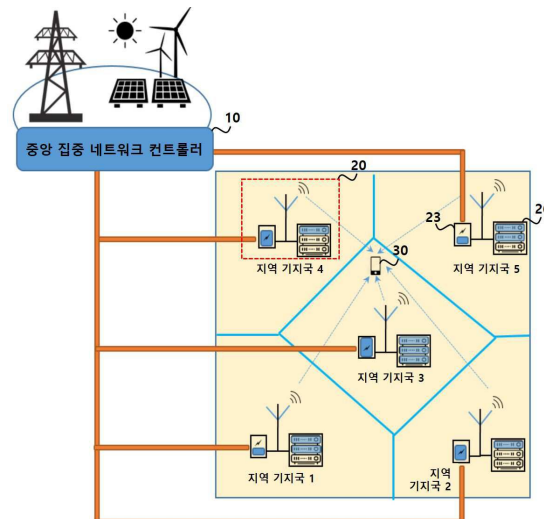
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 멀티 액세스 에지 컴퓨팅을 위한 딥 네트워크 방법 및 시스템

(57) 요약

중앙 집중 네트워크 컨트롤러가 네트워크 강화 모델을 생성하는 방법에 있어서, 컨트롤러에 연결된 하나 이상의 지역 기지국에 대한 제1 기지국 정보를 수집하는 a 단계, 상기 제1 기지국 정보를 이용하여 상기 지역 기지국에 대한 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 추출하는 b 단계, 상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 이용하여 연결 가능한 제1 지역 기지국을 식별하는 c 단계, 상기 배터리 사용량, 상기 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 이용하여 상기 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용을 연산하고, 상기 제1 비용에서 가장 작은 값을 갖는 제2 비용을 추출하는 d 단계, a 내지 d 단계를 반복하여 네트워크 강화 모델을 생성하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04W 24/02 (2013.01)

H04W 88/18 (2019.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018-0-00593-001

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 미래네트워크선도시험망 실증시험과제

연구과제명 KOREN SDI기반 오픈플랫폼 실증

기 여 율 1/2

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2018.06.15 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711070399

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 실시간 모바일 클라우드 서비스 플랫폼 연구개발

기 여 율 1/2

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

중앙 집중 네트워크 컨트롤러가 네트워크 강화 모델을 생성하는 방법에 있어서,
컨트롤러에 연결된 하나 이상의 지역 기지국에 대한 제1 기지국 정보를 수집하는 a 단계;
상기 제1 기지국 정보를 이용하여 상기 지역 기지국에 대한 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 추출하는 b 단계;
상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 이용하여 연결 가능한 제1 지역 기지국을 식별하는 c 단계;
상기 배터리 사용량, 상기 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 이용하여 상기 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용을 연산하고, 상기 제1 비용에서 가장 작은 값을 갖는 제2 비용을 추출하는 d 단계;
a 내지 d 단계를 반복하여 네트워크 강화 모델을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 강화 모델 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 제1 기지국 정보는 상기 하나 이상의 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함하는 네트워크 강화 모델 생성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제1 지역 기지국 정보는 상기 제1 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함하는 네트워크 강화 모델 생성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
b단계에서,
상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 추출하기 위하여 액터 네트워크를 사용하는 것을 특징으로 하는 네트워크 강화 모델 생성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
c 단계는,
상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 이용하여 전송 지연 비용, 프로세싱 지연 비용 또는 전력 비용 중 적어도 하나를 연산하는 단계;
연산된 결과를 이용하여 상기 제1 지역 기지국을 식별하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 강화

모델 생성 방법.

청구항 6

중앙 집중 네트워크 컨트롤러가 네트워크 강화 모델을 생성하는 시스템에 있어서,

컨트롤러에 연결된 하나 이상의 지역 기지국에 대한 제1 기지국 정보를 수집하는 정보 수집부;

상기 제1 기지국 정보를 이용하여 상기 지역 기지국에 대한 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 추출하고, 상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 이용하여 연결 가능한 제1 지역 기지국을 식별하는 정보 처리부;

상기 배터리 사용량, 상기 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 이용하여 상기 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용을 연산하는 비용 연산부;

상기 제1 비용에서 가장 작은 값을 갖는 제2 비용을 추출하는 추출부;

상기 배터리 사용량, 상기 활성 에지 서버의 수 및 상기 제1 지역 기지국 정보를 통해 상기 제2 비용을 추출하는 네트워크 강화 모델을 생성하는 모델 생성부를 포함하는 네트워크 강화 모델 생성 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 기지국 정보는 상기 하나 이상의 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함하는 네트워크 강화 모델 생성 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제1 지역 기지국 정보는 상기 제1 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함하는 네트워크 강화 모델 생성 시스템.

청구항 9

제6항에 있어서,

정보 처리부는,

상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 추출하기 위하여 액터 네트워크를 사용하는 것을 특징으로 하는 네트워크 강화 모델 시스템.

청구항 10

제6항에 있어서,

정보 처리부는,

상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 이용하여 전송 지연 비용, 프로세싱 지연 비용 또는 전력 비용 중 적어도 하나를 연산하고, 연산된 결과를 이용하여 상기 제1 지역 기지국을 식별하는 것을 특징으로 하는 네트워크 강화 모델 생성 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 네트워크 강화 모델 생성 방법 및 시스템에 관한 것으로, 보다 자세하게는 비용을 최소화 하는 서버를 식별 할 수 있는 네트워크 강화 모델을 생성하는 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 기지국에서 모바일 장치가 확산되고 재생 가능한 에너지 설비의 설치 비용이 저렴해짐에 따라 친환경 통신과 같은 새로운 연구 분야가 등장하고 있다. 지구의 기후에 대한 문제로 인하여 신재생 에너지 자원이 건물, 데이터 센터, 무선 전화 기지국과 같은 다양한 시스템에서 사용되고 있는 추세이다. 나아가 마이크로그리드 기술에서 전력 요구량은 전력 그리드, 신재생 에너지, 중앙 마이크로그리드 컨트롤러에 속한 배터리 시스템 등을 통해 전력 수요를 충족시킬 수 있다.

[0003] 마이크로그리드 컨트롤러와 유사하게 네트워크 관리를 수행하는 중앙 집중식 네트워크 컨트롤러는 통신 서비스를 이용하고자 하는 사용자에게 적절한 네트워크의 연결을 제공할 수 있다. 이는 위하여 모바일 에지 컴퓨팅 기술을 적용할 수 있는데, 모바일 에지 컴퓨팅 기술은 서비스를 이용하고자 하는 사용자와 근접한 거리에 위치한 서버에서 데이터를 실시간으로 처리할 수 있도록 한다.

[0004] 나아가 네트워크 컨트롤러는 기지국에서 에지 컴퓨팅 서비스를 확장하여 로컬 처리 작업을 수행하고 본래의 클라우드 구조와 비교하여 사용자의 응답 시간을 향상시키는 것을 목적으로 하고 있다. 그러나 이와 같이 다양한 역할과 복잡한 결정을 수행하기 위해서 네트워크 컨트롤러는 최적화 기반 기술과 같은 모델 기반의 계획 접근법을 적용하기에 어려움이 있다.

[0005] 이와 유사한 종래의 기술에는 한국공개특허공보 제10-2016-0050896호의 지역 내의 수용 가능한 접속 장치를 고려하여 접속 장치를 제어하는 기술이 있다. 상기 기술은 단순히 수용 가능한 접속 장치만을 고려할 뿐 비용을 고려하지 않기 때문에 효율성이 떨어질 수 있다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 네트워크 강화 모델을 생성함으로써 사용자에게 가장 비용을 절감할 수 있는 서버와의 연결을 제공하는 것을 일 목적으로 한다.

[0008] 또한 본 발명은 사용자와 기지국 사이의 거리 뿐 아니라 기지국의 트래픽 수요 또한 고려하여 기지국에 에너지를 적절히 분배함으로써 효율성을 향상시키는 것을 일 목적으로 한다.

[0009] 또한 본 발명은 에너지 효율성 측면에서 사용자의 자원 할당 및 에너지 관리 작업에 대한 효율적인 접근 방법을 제공하는 것을 일 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 중앙 집중 네트워크 컨트롤러가 네트워크 강화 모델을 생성하는 방법에 있어서, 컨트롤러에 연결된 하나 이상의 지역 기지국에 대한 제1 기지국 정보를 수집하는 a 단계, 상기 제1 기지국 정보를 이용하여 상기 지역 기지국에 대한 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 추출하는 b 단계, 상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 이용하여 연결 가능한 제1 지역 기지국을 식별하는 c 단계, 상기 배터리 사용량, 상기 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 이용하여 상기 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용을 연산하고, 상기 제1 비용에서 가장 작은 값을 갖는 제2 비용을 추출하는 d 단계, a 내지 d 단계를 반복하여 네트워크 강화 모델을 생성하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0011] 또한 상기 제1 기지국 정보는 상기 하나 이상의 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0012] 나아가 상기 제1 지역 기지국 정보는 상기 제1 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보,

배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

- [0013] 또한 b단계에서, 상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 추출하기 위하여 액터 네트워크를 사용하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0014] 나아가 c 단계는, 상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 이용하여 전송 지연 비용, 프로세싱 지연 비용 또는 전력 비용 중 적어도 하나를 연산하는 단계, 연산 된 결과를 이용하여 상기 제1 지역 기지국을 식별하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0015] 또한 본 발명은 중앙 집중 네트워크 컨트롤러가 네트워크 강화 모델을 생성하는 시스템에 있어서, 컨트롤러에 연결된 하나 이상의 지역 기지국에 대한 제1 기지국 정보를 수집하는 정보 수집부, 상기 제1 기지국 정보를 이용하여 상기 지역 기지국에 대한 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 추출하고, 상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 이용하여 연결 가능한 제1 지역 기지국을 식별하는 정보 처리부, 상기 배터리 사용량, 상기 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 이용하여 상기 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용을 연산하는 비용 연산부, 상기 제1 비용에서 가장 작은 값을 갖는 제2 비용을 추출하는 추출부, 상기 배터리 사용량, 상기 활성 에지 서버의 수 및 상기 제1 지역 기지국 정보를 통해 상기 제2 비용을 추출하는 네트워크 강화 모델을 생성하는 모델 생성부를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0016] 나아가 상기 제1 기지국 정보는 상기 하나 이상의 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0017] 또한 상기 제1 지역 기지국 정보는 상기 제1 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0018] 나아가 정보 처리부는, 상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 추출하기 위하여 액터 네트워크를 사용하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0019] 또한 정보 처리부는, 상기 배터리 사용량 및 상기 활성 에지 서버의 수를 이용하여 전송 지연 비용, 프로세싱 지연 비용 또는 전력 비용 중 적어도 하나를 연산하고, 연산 된 결과를 이용하여 상기 제1 지역 기지국을 식별하는 것을 일 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0020] 전술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 네트워크 강화 모델을 생성함으로써 사용자에게 가장 비용을 절감할 수 있는 서버와의 연결을 제공할 수 있다.
- [0021] 또한 본 발명은 사용자와 기지국 사이의 거리 뿐 아니라 기지국의 트래픽 수요 또한 고려하여 기지국에 에너지를 적절히 분배함으로써 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명은 에너지 효율성 측면에서 사용자의 자원 할당 및 에너지 관리 작업에 대한 효율적인 접근 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 시스템이 동작하기 위한 시스템 모델을 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델을 이용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 의한 트래픽 부하를 연산하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 의한 비평가 네트워크의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 의한 액터 네트워크의 구성을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술 분

야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다.

- [0025] 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용되며, 명세서 및 특허청구의 범위에 기재된 모든 조합은 임의의 방식으로 조합될 수 있다. 그리고 다른 식으로 규정하지 않는 한, 단수에 대한 언급은 하나 이상을 포함할 수 있고, 단수 표현에 대한 언급은 또한 복수 표현을 포함할 수 있음이 이해되어야 한다.
- [0026] 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 특정 예시적 실시 예들을 설명할 목적을 가지고 있으며 한정할 의도로 사용되는 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같은 단수적 표현들은 또한, 해당 문장에서 명확하게 달리 표시하지 않는 한, 복수의 의미를 포함하도록 의도될 수 있다. 용어 "및/또는," "그리고/또는"은 그 관련되어 나열되는 항목들의 모든 조합들 및 어느 하나를 포함한다. 용어 "포함한다", "포함하는", "포함하고 있는", "구비하는", "갖는", "가지고 있는" 등은 내포적 의미를 갖는 바, 이에 따라 이러한 용어들은 그 기재된 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 및/또는 컴포넌트를 특정하며, 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 동작, 요소, 컴포넌트, 및/또는 이들의 그룹의 존재 혹은 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 설명되는 방법의 단계들, 프로세스들, 동작들은, 구체적으로 그 수행 순서가 확정되는 경우가 아니라면, 이들의 수행을 논의된 혹은 예시된 그러한 특정 순서로 반드시 해야 하는 것으로 해석해서는 안 된다. 추가적인 혹은 대안적인 단계들이 사용될 수 있음을 또한 이해해야 한다.
- [0027] 또한, 각각의 구성요소는 각각 하드웨어 프로세서로 구현될 수 있고, 위 구성요소들이 통합되어 하나의 하드웨어 프로세서로 구현될 수 있으며, 또는 위 구성요소들이 서로 조합되어 복수 개의 하드웨어 프로세서로 구현될 수도 있다.
- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 시스템이 동작하기 위한 시스템 모델을 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 5개의 지역 기지국(20)과 연결되어 있으나 지역 기지국(20)의 수는 이에 한정되지 않는다. 각 지역 기지국(20)은 배터리(23) 및 하나 이상의 에지 서버(26)를 포함할 수 있다.
- [0031] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 통신 서비스를 제공하는 하나 이상의 지역 기지국(20)을 작동시킬 수 있다. 지역 기지국(20)은 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)를 통해 신재생 에너지원 및 전력원으로부터 전력 리소스를 공유 받을 수 있다. 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)의 근처에 위치한 사용자(30)는 거리에 따라 상이한 전송 속도를 갖는 지역 기지국(20)과 연결될 수 있다. 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 사용자(30)에게 사용자(30)와 가장 근접한 지역 기지국(20)과의 연결을 제공할 수 있으나 일부 지역 기지국이 다른 사용자와 과도하게 연결되어 있을 경우, 다른 지역 기지국이 낮은 활성율을 보일 수 있기 때문에 거리를 기준으로 사용자(30)에게 지역 기지국(20)을 연결하는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 즉, 사용자(30)와 지역 기지국(20)과의 연결은 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)의 지연 성능 및 에너지 소비에 영향을 줄 수 있기 때문에 다수의 사용자가 연결된 지역 기지국(20)은 활성율이 낮을 수 있다.
- [0032] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 하나 이상의 지역 기지국(20)의 배터리 사용량, 활성 에지 서버의 수 및 트래픽 부하 정보를 기반으로 하나 이상의 지역 기지국(20)과 사용자(30)를 연결할 수 있다. 이를 통해 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 사용자(30)에게 특정 기간 동안 신재생 에너지를 조달할 수 있다. 또한, 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 사용되지 않은 에너지를 전력망에서 추가로 구매하거나 재판매할 수 있다. 즉, 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 사용자(30)와 연결 가능한 제1 지역 기지국 및 활성 에지 서버의 수에 대한 결정을 포함하는 모바일 에지 컴퓨팅 관리와 배터리 사용 관리를 수행할 수 있다.
- [0033] 사용자(30)는 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)에게 데이터의 처리를 요청할 수 있다. 이 때, 데이터는 불균일 포아송 점 프로세스를 따를 수 있다. 불균일 포아송 점 프로세스는 단위 면적당 도착율이 $\lambda(u)$, (u = 사용자) 일 수 있다. 이는 데이터에 대한 도착 트래픽이 사용자 플로우를 통해 모델링될 수 있음을 의미한다. 사용자 플로우는 평균이 $\frac{1}{\tau(u)}$ 인 독립 분포를 따르는 랜덤한 크기를 가질 수 있다. 이를 통해 데이터 처리에 대한 트래픽 부하 밀도

함수는 $\gamma(u) = \frac{\lambda(u)}{v(u)}$ 와 같이 연산될 수 있다. 부하 요구량 γ_i 은 사용자(30)가 지역 기지국 j에 트래픽 처리를 위하여 요구하는 프로세스 부하를 의미할 수 있다.

[0034] 지역 기지국(20)에 대한 트래픽 부하 밀도 함수는 선형 비감소 함수(Linear Non-Decreasing Function)로 가정될 수 있다. 선형 비감소 함수는 도 5에 도시된 바와 같이 서버의 도착 부하를 각 사용자(30)의 다운로드 부하와 매칭시킬 수 있다. (i.e. $\tilde{\gamma}(u) = g(\gamma(u))$)

[0036] 다음으로 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 시스템의 통신 비용을 연산하는 방법을 설명한다.

[0037] 사용자(30)에 대한 다운로드(데이터를 수신하기 위한 통신 링크) 전송률은 지역 기지국 j에 의해 제공될 수 있으며, 지역 기지국 j는 채널 용량(Shannon Capacity)를 따를 수 있다. 채널 용량(Shannon Capacity)은 수학식 1과 같이 연산될 수 있다. 수학식 1에서, w_j 는 대역폭, $P_j g_j(u)$ 는 신호의 전력량, $\sigma^2 + I_j(u)$ 는 잡음의 전력량을 의미할 수 있다.

수학식 1

[0038]
$$c_j(u) = w_j \log_2 \left(1 + \frac{P_j g_j(u)}{\sigma^2 + I_j(u)} \right)$$

[0039] 지역 기지국 j의 시스템 부하 밀도는 $\beta_j(u) = \tilde{\gamma}(u)/c_j(u)$ 와 같이 연산될 수 있다. 보다 구체적으로 시스템 부하 밀도는 사용자 u에 대하여, 지역 기지국 j에서 트래픽 부하 $\gamma(u)$ 를 전달하기 위하여 필요한 활성 전송 시간의 비율을 의미할 수 있다.

[0040] 연관 확률 변수 $p(u)$ 를 갖는 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)에 연결된, 이용 가능한 지역 기지국(20)에 대한 그룹 $\mathcal{F}$ 는 수학식 2와 같이 정의될 수 있다. 수학식 2에서 e는 작은 값을 갖는 임의의 양의 실수일 수 있다. 또한 사용자 u로부터 모든 지역 기지국(20)까지 향하는 데이터 트래픽 흐름의 라우팅 가능성의 합은 1일 수 있다.

수학식 2

[0041]
$$\mathcal{F} = \{p | p_j = \sum_{u \in U} B_j(u) p_j(j), 0 < p_j < 1 - \epsilon, 0 \leq p_j(u) \leq 1, \sum_{j \in S} p_j(u) = 1, \forall u \in U\}$$

[0042] M/GI/1 다중 클래스 프로세스 공유 시스템에서의 큐잉 분석(Queueing Analysis)에 기반하여, 지역 기지국 j에 대하여 예측되는 총 데이터 트래픽 흐름의 수는 $L_j = \frac{\rho_j}{1 - \rho_j}$ 로 정의할 수 있다. 또한 지역 기지국 j에 대한 데이터 트래픽 흐름의 레벨 비용을 수학식 3을 이용하여 연산할 수 있다.

수학식 3

[0043]
$$\Phi_c(\rho_j) = L_j + 1 = \frac{1}{1 - \rho_j}$$

[0044] 또한 모든 기지국(20)에 대하여 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)가 수립한 지연 최적화 전략은 수학식 4의 비용을 최소화하는 것에 목적을 둘 수 있다.

수학식 4

[0045]

$$\Phi_c(\rho) = \sum_{j \in S} \Phi_c(\rho_j) = \sum_{j \in S} \frac{1}{1-\rho_j}$$

[0047]

다음으로 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 시스템의 연산 비용을 연산하는 방법을 설명한다.

[0048]

M/M/1 큐잉 모델(Queueing Model)에 따르면, 지역 기지국 l 에 위치하는 각 에지 서버(26)의 평균 응답 시간은 수학식 5와 같다. 수학식 5에서, m_j 는 활성 에지 서버의 수를, μ_j 는 각 서버의 서비스 요금을, γ_j 는 지역 기지국 j 에 대한 도착 트래픽 부하를 기반으로 하는 도착 서버 부하를 의미할 수 있다. 따라서 모든 지역 기지국(20)에 대한 연산 지연의 총 비용은 수학식 6과 같이 연산될 수 있다.

수학식 5

[0049]

$$\Phi_p(m_j, \gamma_j) = \frac{1}{\mu_j - \gamma_j}$$

수학식 6

[0050]

$$\Phi_p(m, \gamma) = \sum_{j \in S} \Phi_p(m_j, \gamma_j)$$

[0052]

다음으로 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 시스템에 대한 전력 모델을 설명한다.

[0053]

지역 기지국 j 가 소모하는 전력은 수학식 7과 같은 선형 모델을 따를 수 있다. 수학식 7에서 Q_j 는 지역 기지국 j 의 최대 전력을 의미할 수 있다. 따라서 고려된 제어 주기 Δ_t 에서 지역 기지국 j 에 대한 전력 사용량은 수학식 8과 같이 연산될 수 있다.

수학식 7

[0054]

$$\psi_j(\rho_j) = (1 - \alpha_j)\rho_j Q_j + \alpha_j Q_j$$

수학식 8

[0055]

$$\varepsilon_c(\rho_j) = \psi_j(\rho_j) \times \Delta_t$$

[0056]

지역 기지국 j 에 위치하는 각 에지 서버(26)의 선형 전력 모델은 수학식 9와 같다. 수학식 9에서, μ_j 는 서비스 요금을, PUE 는 지역 기지국 l 에 위치하는 각 에지 서버의 전력 사용 효율을, $P_{j,s}$ 는 정적 전력을, $P_{j,a}$ 는 서버 부하를 기반으로 하는 활성 에지 서버를 의미할 수 있다. 따라서, 고려된 제어 주기 Δ_t 에서 에지 서버의 전력 사용량은 $\varepsilon_p = (m_j, \gamma_j) = P(m_j, \gamma_j) \times \Delta_t$ 와 같이 연산될 수 있다.

수학식 9

$$P(m_j, \gamma_j) = m_j \left(p_{j,s} + p_{j,a} \times \frac{\gamma_j}{m_j \times \mu_j} \right) PUE$$

전력망에서의 전력 사용량은 수학식 10을 통해 연산될 수 있다. 수학식 10에서 b_j 는 지역 기지국 j에서의 배터리 사용량을, ε_{gen} 은 신재생 에너지의 조달량을 의미할 수 있다.

수학식 10

$$\varepsilon_{grid}(m, p, b) = \sum_{j \in S} (\varepsilon_c(\rho_j) + \varepsilon_p(m_j) - b_j) - \varepsilon_{gen}$$

다음으로 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 시스템에 대한 모바일 에지 컴퓨팅 관리를 위한 공식을 설명한다.

중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 수학식11과 같이 비용 g_1, g_2 와 전력 비용 p_{grid} 와 같은 전력 비용을 이용하여 지연 성능을 연산할 수 있다. 또한 수학식 11에서, ρ, γ 는 사용자와 연결 가능한 지역 기지국의 결정 p 에 대한 함수를 의미할 수 있다.

수학식 11

$$C(m, p, b) = \gamma_1 \times \phi_c(\rho) + \gamma_2 \times \phi_p(m, \gamma) + p_{grid} \times \varepsilon_{grid}(m, p, b)$$

중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 수학식 12를 통해 모바일 에지 컴퓨팅을 관리할 수 있다. 수학식 12에서, $\gamma_1 \times \phi_c(\rho_t)$ 는 전송 지연을, $\gamma_2 \times \phi_p(m_t, \gamma_t)$ 는 프로세스 지연을, $p_{grid} \times \varepsilon_{grid}(m_t, p_t, b_t)$ 는 전력 비용을 의미할 수 있다. 또한 m 은 활성 에지 서버의 수, b 는 지역 기지국의 배터리 사용량, p 는 사용자와 지역 기지국 간의 연결 벡터, 그리고 t 는 시간 주기의 수를 의미할 수 있다. 여기서, m 은 이산 변수 벡터이고, b 및 p 는 연속 가변 벡터일 수 있다. 즉 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 수학식 11을 통하여 전송 지연, 프로세스 지연 및 전력 비용의 합이 최소가 되도록 모바일 에지 컴퓨팅을 관리할 수 있다.

수학식 12

$$\min_{m, p, b} \sum_{t=0}^T \gamma_1 \times \phi_c(\rho_t) + \gamma_2 \times \phi_p(m_t, \gamma_t) + p_{grid} \times \varepsilon_{grid}(m_t, p_t, b_t)$$

$$s.t. m_{t,j} \in \{1, \dots, M_j\}, \forall j \in S, \forall t, B_{j,t+1} = B_{j,t} - b_{j,t}, \forall j \in S, \forall t,$$

$$B_{j,t} \in [B_{min}, B_{max}], \forall j \in S, \forall t, \rho_t \in \mathcal{F}, \forall t$$

다음으로 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 시스템에 대한 모바일 에지 컴퓨팅 관리를 위한 공식을 해결하기 위한 방법을 설명한다.

수학식 12와 같은 모바일 에지 컴퓨팅 관리 문제는 동적 배터리에 대한 문제 및 고차원 연속 결정 변수와 같은 복잡한 제어 문제를 포함할 수 있다. 따라서 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 사용자와 연결 가능한 지역 기

지국을 결정하기 위한 저차원의 행위(서버 자원 할당 및 배터리 사용) 및 최적화 기반 접근을 수행하는 심화 강화 학습(Deep Reinforcement Learning, DRL)을 이용할 수 있다. 심화 강화 학습은 시간 및 공간적 특성의 상관관계에 대한 추상적인 표현을 위하여 심층 학습의 장점을 활용하는 기술로, 일반적으로 의사 결정 문제를 해결하기 위하여 사용되는 기술이다.

[0071] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 네트워크 분야에서 최근에 도입된 두가지 정책을 동시에 사용 가능한 off-policy 접근 방법인 심화 결정론적 정책 경도(Deep Deterministic Policy Gradient, DDPG)를 이용할 수 있다. 그러나 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 시스템 모델 또는 네트워크 설계를 변경하지 않고도 DDPG를 actor-critic 정책의 DRL 알고리즘으로 대체할 수 있다.

[0072] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 목표 정책 네트워크를 이용하여 m과 b를 결정할 수 있다. 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 결정된 m과 b를 이용하여 사용자 연결 문제를 해결할 수 있는 최적의 사용자 연결 p를 결정하고, 각 사용자에게 전송할 수 있다.

[0073] 사용자 연결 문제(User Association Problem, UAP)는 사용자와 연결 가능한 지역 기지국을 결정하는 문제로, 볼록 문제(Convex Problem)일 수 있으며, 어떠한 볼록 솔루션을 이용하더라도 문제를 해결할 수 있다. 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 수학적 식 13을 통하여 사용자 연결 문제를 해결할 수 있다. UAP를 해결하기 위해서 전력망 비용(Time of Use 요금)을 의미하는 P_{grid} , 각 사용자의 도착 트래픽을 의미하는 γ_u , 현재 시간 t에 대한 지역 기지국의 부하 밀도를 나타내는 $\beta_j(u)$, 특정 기간동안 조달 가능할 것으로 예측되는 신재생 에너지량을 ϵ_{gen} , 현재 배터리 사용량을 의미하는 B_{jt} 와 같은 상태 정보를 사용할 수 있다.

[0074] 또한 활성 에지 서버의 수에 대한 벡터를 의미하는 m, 지역 기지국에 대한 배터리 사용량에 대한 벡터를 의미하는 b, 그리고 사용자와 지역 기지국 간의 연결 벡터를 의미하는 p와 같은 작업 정보를 사용할 수 있다. 이 때, m은 불연속적이고, b 및 p는 연속적인 것을 특징으로 할 수 있다.

수학적 식 13

$$\min_{p_t} \gamma_1 \times \phi_c(\rho_t) + \gamma_2 \times \phi_p(\tilde{m}_t, \rho_t) + p_{grid} \times \epsilon_{grid}(\tilde{m}_t, p_t, \tilde{b}_t), \rho_t \in \mathcal{F}$$

[0076] 또한 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 수학적 식 10을 이용하여 비용을 연산할 수 있다. 따라서 할인 계수 γ 를 갖는 DRL의 결과는 수학적 식 14와 같이 연산될 수 있다.

수학적 식 14

$$\mathcal{C} = \mathbb{E}[\sum_{t=0}^T \gamma^t C(m_t, p_t, b_t)]$$

[0078] 액터(Actor) 및 비평가(Critic) 네트워크의 일반적인 디자인은 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같다. 도 6 및 도 7을 참조하면, 액터(Actor) 및 비평가(Critic) 네트워크는 사용자로부터 공간적인 트래픽 정보를 추출하는 데에 도움이 되는 CNN(Convolution Neural Network) 레이어를 포함할 수 있다. CNN 레이어는 공간적인 트래픽 정보를 유지한 상태로 학습을 가능하게 할 수 있다.

[0079] 도 6을 참조하면, 비평가(Critic) 네트워크는 각 지역 기지국(20)에 대하여 세부 네트워크로 분리될 수 있다. 서버 네트워크는 각 지역 기지국에서 트래픽 부하, 전력 비용, 신재생 에너지 조달 정보 및 현재 배터리 정보 등과 같은 기지국 정보를 수신할 수 있다. 이를 통해 각 지역 기지국(20)은 Q 값을 가질 수 있으며, Q는 각 지역 기지국에 대한 각 Q_j 값에 대한 선형 조합을 나타낼 수 있다. 이와 같이 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 상태 정보와 네트워크를 분리하여 연산함으로써 알고리즘의 학습 성능을 향상시킬 수 있다.

[0080] 도 7을 참조하면, 비평가(Critic) 네트워크와 유사하게 액터(Actor) 네트워크는 지역 및 전역 범위를 모두 포함하는 완전히 연결된 레이어를 제외하고 구조를 분해할 수 있다. 또한 액터(Actor) 네트워크는 현재 작업을 입력할 필요가 없다는 특징을 가질 수 있다. 중앙 집중 네트워크 컨트롤러(10)는 액터(Actor) 네트워크의 출력 값을

갖는 레이어가 모든 지역 기지국의 잠재되어 있는 특징을 결합하기 이전에, 모든 레이어를 완전히 연결할 수 있다. 그 다음 활성 에지 서버의 수인 m 을 정수로 반올림할 수 있다.

- [0082] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델 생성 시스템의 구성을 도시한 도면이다. 네트워크 강화 모델 생성 시스템은 임의의 중앙 집중 네트워크 컨트롤러에 포함되어, 컨트롤러에 연결된 하나 이상의 지역 기지국 중 사용자와 연결했을 때 가장 저렴한 비용을 갖는 지역 기지국을 선택하는 것을 일 목적으로 한다.
- [0083] 도 2를 참조하면 네트워크 강화 모델 생성 시스템은 정보 수집부(100), 정보 처리부(200), 비용 연산부(300), 추출부(400) 그리고 모델 생성부(500)를 포함할 수 있다.
- [0084] 정보 수집부(100)는 중앙 집중 네트워크 컨트롤러에 연결된 하나 이상의 지역 기지국에 대한 제1 기지국 정보를 수집할 수 있다. 보다 구체적으로, 정보 수집부(100)는 중앙 집중 네트워크 컨트롤러에 연결된 모든 지역 기지국에 대하여 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함하는 제1 기지국 정보를 수집할 수 있다.
- [0085] 정보 처리부(200)는 정보 수집부(100)가 수집한 제1 기지국 정보를 이용하여 하나 이상의 지역 기지국에 대한 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 추출할 수 있다. 또한 정보 처리부(200)는 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 이용하여 연결 가능한 하나 이상의 제1 지역 기지국을 결정할 수 있다. 보다 자세하게 설명하면, 정보 처리부(200)는 액터(Actor) 네트워크를 이용하여 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 추출할 수 있다.
- [0086] 액터(Actor) 네트워크에 대하여 자세히 설명하면, 액터(Actor) 네트워크는 지역 기지국의 부하 밀도인 $\beta_j(u)$ 에 대한 CNN 레이어, 사용자 u 의 도착 트래픽인 γ_u 에 대한 CNN 레이어, 현재 시간 t , 전력 비용 P_{grid} , 신재생 에너지 조달량 E_{gen} , 그리고 배터리 사용량 B_{jt} 을 이용하여 지역 기지국에 대한 전결합 레이어(Fully Connected Layer)를 출력할 수 있다. 나아가 액터(Actor) 네트워크는 하나 이상의 지역 기지국에 대한 전결합 레이어를 이용하여 전역 전결합 레이어를 출력할 수 있다. 이와 같이 출력된 출력 레이어는 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어 도 7을 참조하면, 출력 레이어는 10개의 값을 가질 수 있고, 상위 5개의 값은 활성 에지 서버의 수를, 하위 5개의 값은 배터리 사용량을 나타낼 수 있다. 출력 레이어의 상위 5개의 값 중 가장 위에 위치한 2.5와, 하위 5개의 값 중 가장 위에 위치한 0.3은 지역 기지국 1의 활성 에지 서버의 수 및 배터리 사용량을 의미할 수 있다. 또한 출력 레이어의 상위 5개의 값 중 3번째에 위치한 1.7과, 하위 5개의 값 중 3번째에 위치한 0.5는 지역 기지국 3의 활성 에지 서버의 수 및 배터리 사용량을 의미할 수 있다. 다음으로, 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 출력 레이어의 상위 5개의 값인 활성 에지 서버의 수를 반올림하여 정수로 변환할 수 있다. 출력 레이어에 포함된 값의 수는 이에 한정되지 않고, 중앙 집중 네트워크 컨트롤러에 연결된 지역 기지국의 수에 비례할 수 있다.
- [0087] 정보 처리부(200)는 액터(Actor) 네트워크를 이용하여 얻어진 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 이용하여 사용자와 연결 가능한 하나 이상의 제1 지역 기지국을 결정할 수 있다. 보다 구체적으로 정보 처리부(200)는 제1 지역 기지국을 결정하기 위하여 사용자 연결 문제(User Association Problem, UAP)를 해결할 수 있다. 정보 처리부(200)는 사용자 연결 문제를 해결하기 위하여 수학적 12를 이용할 수 있다. 정보 처리부(200)는 수학적 12를 이용하여 지연 비용 및 지연 성능을 최소화하는 하나 이상의 제1 지역 기지국을 결정할 수 있다.
- [0088] 비용 연산부(300)는 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용을 연산할 수 있다. 비용 연산부(300)는 정보 처리부(200)에서 결정한 하나 이상의 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용을 연산할 수 있다. 비용 연산부(200)가 연산하는 비용은 제1 지역 기지국의 전송 지연 성능 비용과 제1 기지국에 속한 하나 이상의 에지 서버에서의 프로세스 지연 성능 비용, 그리고 전력망에게 지불할 비용을 모두 더한 것을 의미할 수 있다.
- [0089] 추출부(400)는 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용 중 가장 낮은 값을 갖는 제2 비용을 추출할 수 있다. 추출부(400)는 비용 연산부(300)로부터 연산된 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용 중 가장 낮은 값을 갖는 제2 비용을 식별할 수 있다.
- [0090] 모델 생성부(500)는 배터리 사용량, 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 이용하여 제2 비용을 추출하는 네트워크 강화 모델을 생성할 수 있다. 제1 지역 기지국 정보는 제1 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 네트워크 강

화 모델은 정보 수집부(100)로부터 수집한 제1 기지국 정보에 대하여 정보 처리부(200)가 추출한 배터리 사용량, 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 입력 값으로 할 수 있다. 또한 네트워크 강화 모델은 배터리 사용량, 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 이용하여 연산한 비용을 결과 값으로 할 수 있다. 이 때, 모델 생성부(500)는 연산되는 비용이 최소값을 갖도록 하는 네트워크 강화 모델을 생성할 수 있다.

- [0092] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델을 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0093] 도 3을 참조하면, 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 연결된 하나 이상의 지역 기지국에 대한 제1 기지국 정보를 수집할 수 있다(S100). 제1 기지국 정보는 하나 이상의 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0094] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 수집한 제1 기지국 정보를 이용하여 하나 이상의 제1 기지국 정보 각각에 대한 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 추출할 수 있다(S200). 보다 구체적으로, 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 액터(Actor) 네트워크를 이용하여 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 추출할 수 있다.
- [0095] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 추출된 배터리 사용량 및 활성 에지 서버의 수를 이용하여 사용자와 연결 가능한 하나 이상의 제1 지역 기지국을 식별할 수 있다(S300). 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 수학적 12를 이용하여 제1 지역 기지국을 결정할 수 있다.
- [0096] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 S200 및 S300을 통해 추출된 배터리 사용량, 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 이용하여 제1 지역 기지국에 대한 제1 비용을 연산할 수 있다(S400). 제1 지역 기지국 정보는 제1 지역 기지국에 대한 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 제1 비용은 제1 지역 기지국의 전송 지연 성능 비용과 제1 기지국에 속한 하나 이상의 에지 서버에서의 프로세스 지연 성능 비용, 그리고 전력망에게 지불할 비용을 모두 더한 것을 의미할 수 있다.
- [0097] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 연산된 제1 비용 중 가장 작은 값을 갖는 제2 비용을 추출할 수 있다(S500).
- [0098] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 S100 내지 S500을 수행함으로써 얻어진 배터리 사용량, 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 입력 값으로 하고, 제2 비용을 결과 값으로 하는 네트워크 강화 모델을 생성할 수 있다(S600). 네트워크 강화 모델이 사용되는 방법은 도 4에 대한 설명에서 서술하도록 한다.
- [0100] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 의한 네트워크 강화 모델을 활용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0101] 도 4를 참조하면, 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 사용자로부터 데이터 트래픽 처리 요청을 수신(S1000)하면, 중앙 집중 네트워크 컨트롤러에 연결된 하나 이상의 지역 기지국에 대한 제2 기지국 정보를 예측할 수 있다(S1100). 제2 기지국 정보는 트래픽 부하 정보, 대체 에너지 조달 정보, 배터리 사용량 또는 에너지 비용 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 제2 기지국 정보를 이용하여 배터리 사용량, 활성 에지 서버의 수 및 사용자와 연결 가능한 하나 이상의 제2 지역 기지국을 추출할 수 있다(S1200). 제2 지역 기지국을 추출하는 방법은 도 2의 정보 처리부(200)에 대한 설명에 상술되어 있다. 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 추출된 배터리 사용량, 활성 에지 서버의 수 및 제1 지역 기지국 정보를 네트워크 강화 모델의 입력 값으로 할 수 있다. 이 후 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 네트워크 강화 모델로부터 입력 값에 대한 최소 비용인 제3 비용을 출력 값으로 얻을 수 있다.
- [0102] 중앙 집중 네트워크 컨트롤러는 얻어진 제3 비용을 이용하여, 제3 비용과 대응되는 제3 지역 기지국을 식별하여 사용자와 제3 지역 기지국을 연결할 수 있다(S1500).
- [0104] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

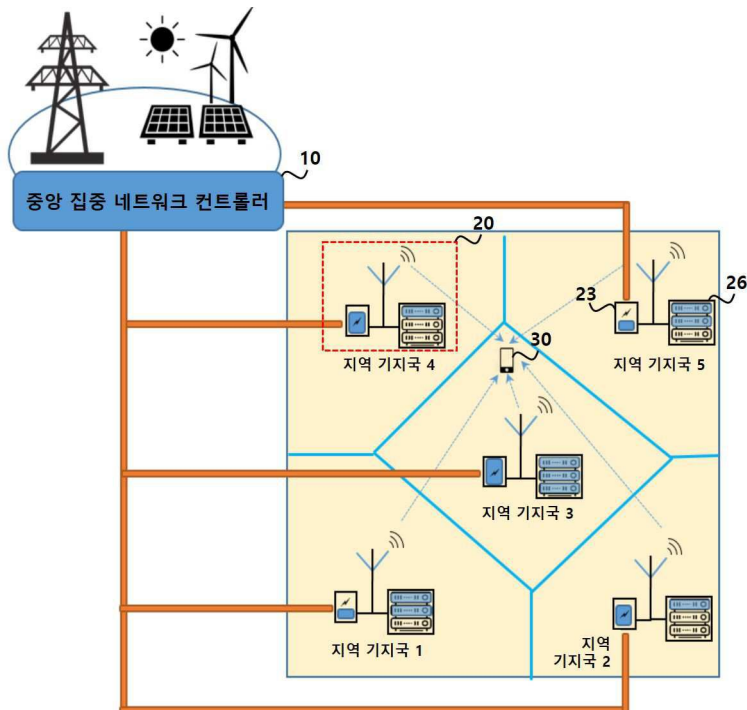
부호의 설명

[0106]

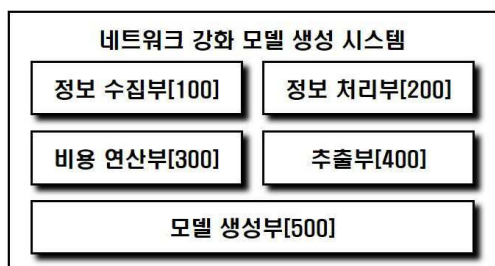
- 10: 중앙 집중 네트워크 컨트롤러
- 20: 지역 기지국
- 23: 배터리
- 26: 에지 서버
- 30: 사용자

도면

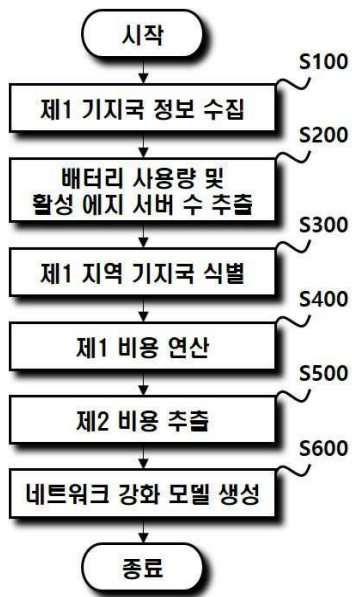
도면1



도면2



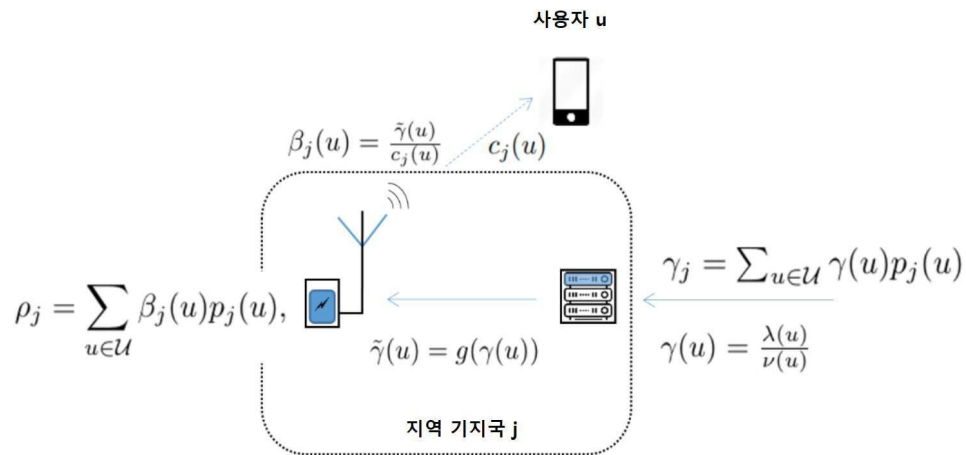
도면3



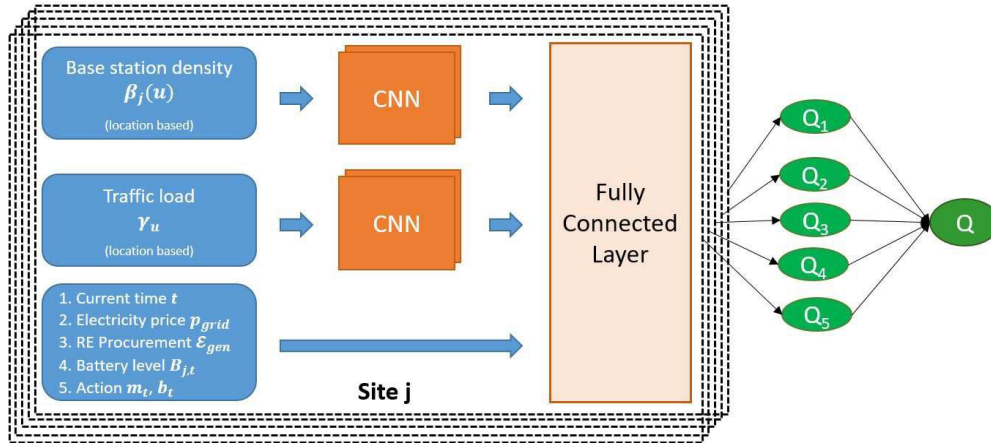
도면4



도면5



도면6



도면7

