(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0047769
(43) 공개일자 2023년04월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 84/18 (2009.01) *H04W 24/02* (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 84/18 (2013.01)
H04W 24/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0131014
(22) 출원일자 2021년10월01일
심사청구일자 2021년10월01일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
숭실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)
(72) 발명자
박형곤
서울특별시 서대문구 이화여대길 52(대현동, 이화여자대학교)
김나영
경기도 군포시 수리산로 244, 981동 401호(산본동, 한양백두아파트)
권민혜
서울특별시 동작구 상도로 369(상도동, 숭실대학교)
(74) 대리인
특허법인 무한

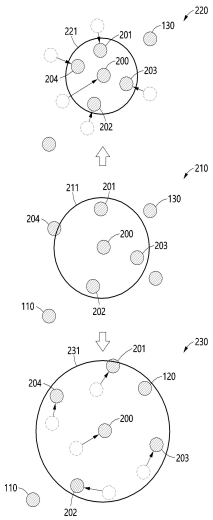
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **무선 중계 노드의 애드혹 네트워크 구축 방법 및 에드혹 네트워크 시스템**

(57) 요 약

무선 중계 노드의 애드혹 네트워크 구축 방법 및 에드혹 네트워크 시스템이 개시된다. 애드혹 네트워크 구축 방법은 중계 노드들 각각이 데이터를 전송한 경우, 상기 데이터를 수신 가능한 주변 노드와의 상대적 거리 및 각도를 나타내는 상태 정보를 확인하는 단계; 중계 노드 각각의 시간 경과에 따른 변화를 나타내는 행동(action)을 결정하는 단계; 상기 상태 정보에 따라 결정되는 네트워크 처리율의 변화량과 상기 행동에 따른 에너지 소모량을 기초로 상기 행동에 대응하는 보상(reward)을 결정하는 단계; 및 상기 중계 노드들 각각의 보상에 기초하여 누적 보상이 최대화 되도록 하는 정책을 생성하여 소스 노드와 목적 노드 및 복수의 중계 노드들로 구성된 네트워크를 구축하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
Y02D 30/70 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711115436
과제번호 2020R1A2B5B01002528
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 5G/B5G에서 그래프 신경망을 이용한 상호 분리형 희소 네트워크에 관한 연구
기 여 율 50/100
과제수행기관명 이화여자대학교
연구기간 2020.03.01 ~ 2021.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711126147
과제번호 2019-0-00024-003
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 방송통신산업기술개발(R&D,정보화)
연구과제명 네트워크 자동화를 위한 개방형 네트워크 데이터 분석 기반 지도형 애자일 머신러닝 기술 개발
기 여 율 50/100
과제수행기관명 이화여자대학교산학협력단
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

중계 노드들 각각이 데이터를 전송한 경우, 상기 데이터를 수신 가능한 주변 노드와의 상대적 거리 및 각도를 나타내는 상태 정보를 확인하는 단계;

상기 상태 정보에 기초하여 중계 노드 각각의 시간 경과에 따른 변화를 나타내는 행동(action)을 결정하는 단계;

상기 행동에 따른 에너지 소모량 및 상기 행동에 따라 변경된 상태 정보에 따라 결정되는 네트워크 처리율의 변화량을 기초로 상기 행동에 대응하는 보상(reward)을 결정하는 단계; 및

상기 중계 노드들 각각의 보상에 기초하여 누적 보상이 최대화 되도록 하는 정책을 생성하여 소스 노드와 목적 노드 및 복수의 중계 노드들로 구성된 네트워크를 구축하는 단계

를 포함하는 애드혹 네트워크 구축 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 상태 정보를 확인하는 단계는,

상기 중계 노드들 각각과의 유클리디안 거리가 상기 중계 노드들 각각의 전송 범위 반지름 보다 짧은 다른 중계 노드, 또는 목적 노드를 상기 중계 노드들 각각의 주변 노드로 정의하고, 상기 주변 노드와의 거리와 각도를 상기 상태 정보로 결정하는 애드혹 네트워크 구축 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 행동은,

이전 시간 t-1 과 비교했을 때, 시간 t에서 변화한 전송 범위 반지름 $\delta_{i,t}$, 이동한 거리, 및 회전한 각도를 포함하는 애드혹 네트워크 구축 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

이전 시간에서의 전송 범위 반지름과 현재 시간에서의 전송 범위 반지름에 따라 상기 중계 노드들 각각의 전송 범위를 변경하는 단계; 및

변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는지 여부를 판단하는 단계

를 더 포함하고,

변경된 전송 범위가 변경 가능 범위 이하인 경우, 상기 보상을 결정하는 단계가 수행되며, 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는 경우, 행동을 결정하는 단계가 재수행되는 애드혹 네트워크 구축 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전송 범위 반지름을 변경하는 단계는,

현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0을 초과하는 경우, 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드의 전송 범위를

증가시키는 단계;

현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0 미만인 경우, 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드의 전송 범위를 감소시키는 단계; 및

현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름이 동일한 경우, 중계 노드의 전송 범위를 유지하는 단계

를 포함하는 애드혹 네트워크 구축 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 보상을 결정하는 단계는,

상기 네트워크 처리율의 변화량과 상기 행동에 따른 에너지 소모량에 각각 가중치를 부여하는 균형 계수를 적용하여 상기 보상을 결정하는 애드혹 네트워크 구축 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터에서 판독 가능한 기록매체.

청구항 8

데이터를 전송한 경우, 상기 데이터를 수신 가능한 주변 노드와의 상대적 거리 및 각도를 나타내는 상태 정보를 확인하는 중계 노드들

을 포함하고,

상기 중계 노드들은,

상기 상태 정보에 기초하여 중계 노드 각각의 시간 경과에 따른 변화를 나타내는 행동을 결정하고,

상기 행동에 따른 에너지 소모량 및 상기 행동에 따라 변경된 상태 정보에 따라 결정되는 네트워크 처리율의 변화량을 기초로 상기 행동에 대응하는 보상을 결정하며,

상기 보상에 기초하여 누적 보상이 최대화 되도록 하는 정책을 생성하여 소스 노드와 목적 노드 및 복수의 중계 노드들로 구성된 네트워크를 구축하는 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 중계 노드들은,

상기 중계 노드들 각각과의 유클리디안 거리가 상기 중계 노드들 각각의 전송 범위 반지름 보다 짧은 다른 중계 노드, 또는 목적 노드를 상기 중계 노드들 각각의 주변 노드로 정의하고, 상기 주변 노드와의 거리와 각도를 상기 상태 정보로 결정하는 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 행동은,

이전 시간 t-1 과 비교했을 때, 시간 t에서 변화한 전송 범위 반지름 $\delta_{i,t}$, 이동한 거리, 및 회전한 각도를 포함하는 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 중계 노드들은,

이전 시간에서의 전송 범위 반지름과 현재 시간에서의 전송 범위 반지름에 따라 상기 중계 노드들 각각의 전송 범위를 변경하고, 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는지 여부를 판단하며, 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위 이하인 경우, 상기 보상을 결정하며, 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는 경우, 행동을 재결정하는 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 중계 노드들은,

현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0을 초과하는 경우, 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드의 전송 범위를 증가시키고,

현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0 미만인 경우, 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드의 전송 범위를 감소시키며,

현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름이 동일한 경우, 중계 노드의 전송 범위를 유지하는 애드혹 네트워크 시스템.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 중계 노드들은,

상기 네트워크 처리율의 변화량과 상기 행동에 따른 에너지 소모량에 각각 가중치를 부여하는 균형 계수를 적용하여 상기 보상을 결정하는 애드혹 네트워크 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 애드혹 네트워크 구축 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 이동하는 무선 중계 노드들로 구성된 네트워크에서 높은 네트워크 처리율을 유지하면서 전체 네트워크의 에너지 소비는 줄이는 애드혹 네트워크 시스템을 구축하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 모바일 기기의 수는 계속해서 증가하는 추세이며, 최근 기기 간 초연결 사회로 진입하며 무선 네트워크의 중요성은 더욱 대두되고 있다. 그동안 중앙형 네트워크는 기반망의 확장을 통해 인터넷 수요의 폭발적 증가를 해결해왔다. 그러나 네트워크 기반 시설의 확충이 한계에 다다르고, 사물 인터넷 패러다임이 제시되면서 기기 간 네트워크를 필두로 한 분산형 네트워크가 새로운 해결책으로 부상하고 있다.

[0003] 분산형 네트워크는 상호 접속된 복수의 개별적인 노드에 의해 통신 및 제어 기능이 수행된다. 대표적으로는 모바일 애드혹 네트워크(mobile ad hoc network, MANET)가 있다. MANET은 이동성을 가진 노드가 자율적으로 중계 노드들이 데이터를 수신하고 송신하며, 소스 노드부터 목적 노드까지 데이터를 전송하는 방식의 애드혹 네트워크를 구성할 수 있다.

[0004] 그러나, MANET에서는 안정적인 네트워크 처리율(throughput)의 유지가 어렵다는 한계가 있다. 위치 정보를 포함한 중계 노드 노드의 정보가 실시간으로 변화하므로 환경의 다이나믹스가 커져 노드 간 연결성이 불안정해질 수 있기 때문이다. 또한, 노드의 에너지원이 배터리로 한정되므로 효율적인 에너지 사용이 중요하다. 각 릴레이 노드는 대기 전력과 이동에 필요한 전력, 통신에 필요한 전력을 주어진 배터리 용량 내에서 사용해야 한다. 마지막으로 노드 수가 증가함에 따라 모든 노드 정보의 실시간 수집이 어려워진다. 또한, 노드 정보를 수집하는

과정은 통신 전력을 소모하게 되므로 에너지 소모 문제를 심화 시킬 수 있다.

[0005] 따라서, 네트워크 처리율을 유지하면서 전체 네트워크의 에너지 소비는 줄이는 네트워크 구축 방법이 요청되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 중계 노드들 각각이 상태 정보를 수집하여 행동 및 보상을 결정하는 학습을 반복함으로써, 중계 노드들의 위치가 변화하더라도 높은 네트워크 처리율을 유지하면서 전체 네트워크의 에너지 소비는 줄이는 애드혹 네트워크 시스템을 구축하는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법은 중계 노드들 각각이 데이터를 전송한 경우, 상기 데이터를 수신 가능한 주변 노드와의 상대적 거리 및 각도를 나타내는 상태 정보를 확인하는 단계; 상기 상태 정보에 기초하여 중계 노드 각각의 시간 경과에 따른 변화를 나타내는 행동(action)을 결정하는 단계; 상기 행동에 따른 에너지 소모량 및 상기 행동에 따라 변경된 상태 정보에 따라 결정되는 네트워크 처리율의 변화량을 기초로 상기 행동에 대응하는 보상(reward)을 결정하는 단계; 및 상기 중계 노드들 각각의 보상에 기초하여 누적 보상이 최대화 되도록 하는 정책을 생성하여 소스 노드와 목적 노드 및 복수의 중계 노드들로 구성된 네트워크를 구축하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법의 상기 상태 정보를 확인하는 단계는, 상기 중계 노드들 각각과의 유클리디안 거리가 상기 중계 노드들 각각의 전송 범위 반지름 보다 짧은 다른 중계 노드, 또는 목적 노드를 상기 중계 노드들 각각의 주변 노드로 정의하고, 상기 주변 노드의 개수를 상기 상태 정보로 결정할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법의 상기 행동은, 이전 시간 t-1 과 비교했을 때, 시간 t 에서 변화한 전송 범위 반지름 $\delta_{i,t}$, 이동한 거리, 및 회전한 각도를 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법은 이전 시간에서의 전송 범위 반지름과 현재 시간에서의 전송 범위 반지름에 따라 상기 중계 노드들 각각의 전송 범위를 변경하는 단계; 및 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는지 여부를 판단하는 단계를 더 포함하고, 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위 이하인 경우, 상기 보상을 결정하는 단계가 수행되며, 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는 경우, 행동을 결정하는 단계가 재수행될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법의 상기 전송 범위 반지름을 변경하는 단계는, 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0을 초과하는 경우, 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드의 전송 범위를 증가시키는 단계; 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0 미만인 경우, 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드의 전송 범위를 감소시키는 단계; 및 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름이 동일한 경우, 중계 노드의 전송 범위를 유지하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법의 상기 보상을 결정하는 단계는, 상기 네트워크 처리율의 변화량과 상기 행동에 따른 에너지 소모량에 각각 가중치를 부여하는 균형 계수를 적용하여 상기 보상을 결정할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 시스템은 데이터를 전송한 경우, 상기 데이터를 수신 가능한 주변 노드와의 상대적 거리 및 각도를 나타내는 상태 정보를 확인하는 중계 노드들을 포함하고, 상기 중계 노드들은, 상기 상태 정보에 기초하여 중계 노드 각각의 시간 경과에 따른 변화를 나타내는 행동을 결정하고, 상기 행동에 따른 에너지 소모량 및 상기 행동에 따라 변경된 상태 정보에 따라 결정되는 네트워크 처리율의 변화량을 기초로 상기 행동에 대응하는 보상을 결정하며, 상기 보상에 기초하여 누적 보상이 최대화 되도록 하는 정책을 생성하여 소스 노드와 목적 노드 및 복수의 중계 노드들로 구성된 네트워크를 구축할 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 일실시예에 의하면, 중계 노드들 각각이 상태 정보를 수집하여 행동 및 보상을 결정하는 학습을 반복함으로써, 중계 노드들의 위치가 변화하더라도 높은 네트워크 처리율을 유지하면서 전체 네트워크의 에너지 소비는 줄이는 애드혹 네트워크 시스템을 구축할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 구축된 애드혹 네트워크 시스템을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 과정에서 중계 노드의 전송 범위 변화 일례이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법과 기존 방식 간의 계산 복잡도의 비교 일례이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법을 도시한 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0018] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0019] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 구축된 애드혹 네트워크 시스템을 도시한 도면이다.

[0021] 애드혹 네트워크 시스템은 시간 t에서 소스 노드(110)로부터 목적 노드(130)까지의 방향성 그래프 G_t로 모델링되며, 소스 노드(110), 중계 노드(120)들, 및 목적 노드(130)를 모두 포함한 전체 노드 $M(G_t)$로 구성될 수 있다. 또한, 전체 노드 $M(G_t)$의 수는 k로 정의될 수 있다.

[0022] 그리고, 소스 노드(110)와 목적 노드(130) 간의 거리는 소스 노드(110)의 송신 출력으로 데이터가 목적 노드(130)에 전달되지 못하는 거리이므로, 애드혹 네트워크 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이 소스 노드(110)에서 전송된 데이터가 중계 노드(120)를 통하여 목적 노드(130)로 전송되는 애드혹 형태로 네트워크가 구성될 수 있다.

[0023] 이때, 중계 노드(120)들은 소스 노드(110)에서 전송된 데이터를 목적 노드(130)로 전달하기 위하여 중계할 수 있다. 예를 들어, 중계 노드(120)는 $N(G_t)=\{n_i,\ i=0,1,\cdots k-3\}$로 정의되며, 중계 노드(120)의 개수는 $|N(G_t)|$일 수 있다.

[0024] 그리고, 중계 노드(120)들은 무선 통신이 가능하며, 일정 시간 간격, 또는 실시간으로 랜덤하게 이동하는 모바일 노드일 수 있다.

[0025] 중계 노드(120)들 각각은 강화학습의 일종인 큐 러닝(Q-learning)을 기반으로 환경(네트워크)과의 상호작용을 통해 데이터 송신에 필요한 송신 전력을 학습할 수 있다. 이때, 중계 노드(120)의 학습 목표는 높은 네트워크 처리율(throughput)의 유지와 평균 에너지 소비량 감소일 수 있다.

[0026] 구체적으로, 중계 노드(120)들 각각은 자신이 데이터를 전송한 경우, 데이터를 수신 가능한 주변 노드와의 상대적 거리 및 각도를 나타내는 상태 정보를 확인할 수 있다. 이때, 중계 노드(120)는 중계 노드(120)와의 유클리디안 거리가 중계 노드(120)의 전송 범위 반지름 보다 짧은 다른 중계 노드, 또는 목적 노드를 중계 노드(120)

의 주변 노드로 정의할 수 있다. 그리고, 중계 노드(120)는 주변 노드의 개수를 중계 노드(120)의 상태 정보로 결정할 수 있다.

[0027] 다음으로, 중계 노드(120)는 확인한 상태 정보에 기초하여 중계 노드 각각의 시간 경과에 따른 변화를 나타내는 행동(action)을 결정할 수 있다. 이때, 행동은 이전 시간 t-1 과 비교했을 때, 시간 t에서 변화한 전송 범위 반지름 $\delta_{i,t}$, 이동한 거리 $d_{i,t}(0 \le d_{i,t} \le D_{\max})$, 및 회전한 각도 $\theta_{i,t}(0 \le \theta_{i,t} < 2\pi)$를 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 중계 노드(120)는 이전 시간에서의 전송 범위 반지름과 현재 시간에서의 전송 범위 반지름에 따라 중계 노드(120)의 전송 범위를 변경할 수 있다. 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0을 초과하는 경우, 중계 노드(120)는 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드(120)의 전송 범위를 증가시킬 수 있다. 또한, 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0 미만인 경우, 중계 노드(120)는 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드의 전송 범위를 감소시킬 수 있다. 그리고, 현재 시간에서의 전송 범위 반지름과 이전 시간에서의 전송 범위 반지름이 동일한 경우, 중계 노드(120)는 자신의 전송 범위를 유지할 수 있다.

[0029] 그리고, 중계 노드(120)는 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는지 여부를 판단할 수 있다. 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는 경우, 중계 노드(120)는 행동을 재결정할 수 있다.

[0030] 그 다음으로, 중계 노드(120)는 행동에 따른 에너지 소모량 및 행동에 따라 변경된 상태 정보에 따라 결정되는 네트워크 처리율의 변화량을 기초로 상기 행동에 대응하는 보상(reward)을 결정할 수 있다. 이때, 보상을 결정하는 동작은 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위 이하인 경우, 수행될 수 있다. 또한, 중계 노드(120)는 네트워크 처리율의 변화량과 행동에 따른 에너지 소모량에 각각 가중치를 부여하는 균형 계수를 적용하여 보상을 결정할 수 있다. 예를 들어, 에너지 소모량에는 전송 범위 반지름 변경에 따른 에너지 소비와 위치 변경에 따른 에너지 소비가 포함될 수 있다.

[0031] 마지막으로 중계 노드(120)는 중계 노드들 각각의 보상에 기초하여 누적 보상이 최대화 되도록 하는 정책을 생성하여 소스 노드와 목적 노드 및 복수의 중계 노드들로 구성된 네트워크를 구축할 수 있다.

[0032] 애드혹 네트워크 시스템은 중계 노드(120)들 각각이 상태 정보를 수집하여 행동 및 보상을 결정하는 학습을 반복함으로써, 중계 노드(120)들의 위치가 변화하더라도 높은 네트워크 처리율을 유지하면서 전체 네트워크의 에너지 소비는 줄이는 네트워크를 구축할 수 있다.

[0033] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 과정에서 중계 노드의 전송 범위 변화 일례이다.

[0034] 단계(210)에서 중계 노드(200)는 시간 t-1에서 전송 범위(211)안에 위치한 다른 중계 노드(201, 202, 203, 204)에게 데이터를 전송할 수 있다. 그리고, 시간 t가 되면, 중계 노드(200)는 시간 t에서의 전송 범위 반지름과 시간 t-1에서의 전송 범위 반지름 간의 차이를 확인할 수 있다. 시간 t에서의 전송 범위 반지름과 시간 t-1에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0 미만인 경우, 중계 노드(200)는 단계(220)를 수행할 수 있다. 또한, 시간 t에서의 전송 범위 반지름과 시간 t-1에서의 전송 범위 반지름 간의 차이가 0을 초과하는 경우, 중계 노드(120)는 단계(230)를 수행할 수 있다. 그리고, 시간 t에서의 전송 범위 반지름과 시간 t-1에서의 전송 범위 반지름이 동일한 경우, 중계 노드(200)는 단계(210)의 상태를 유지할 수 있다.

[0035] 단계(220)에서 중계 노드(200)는 시간 t에서의 전송 범위 반지름과 시간 t-1에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드의 전송 범위를 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이 다른 중계 노드(201, 202, 203, 204)들의 이동에 의하여 다른 중계 노드(201, 202, 203, 204)들과 중계 노드(200) 간의 거리가 감소한 경우, 시간 t에서의 전송 범위 반지름이 감소하더라도 중계 노드(200)가 다른 중계 노드(201, 202, 203, 204)들에게 데이터를 전송할 수 있다. 따라서, 중계 노드(200)는 데이터를 수신 가능한 주변 노드와의 상대적 거리 및 각도를 나타내는 상태 정보가 유지되는 범위 안에서 시간 t-1에서의 전송 범위 반지름보다 시간 t에서의 전송 범위 반지름이 감소하도록 시간 t에서의 전송 범위 반지름을 결정할 수 있다.

[0036] 단계(230)에서 중계 노드(200)는 도 3에 도시된 바와 같이 시간 t에서의 전송 범위 반지름과 시간 t-1에서의 전송 범위 반지름 간의 차이에 따라 중계 노드(120)의 전송 범위를 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이 다른 중계 노드(201, 202, 203, 204)들의 이동에 의하여 다른 중계 노드(201, 202, 203, 204)들과 중계 노드(200) 간의 거리가 증가한 경우, 시간 t-1에서의 전송 범위 반지름을 유지하면, 중계 노드(200)가 다른 중계 노드(201, 202, 203, 204)들에게 데이터를 전송할 수 없다. 따라서, 중계 노드(200)는 시간 t-1에서의

전송 범위 반지름보다 시간 t에서의 전송 범위 반지름이 증가하도록 시간 t에서의 전송 범위 반지름을 결정함으로써, 이동한 다른 중계 노드(201, 202, 203, 204)들에게 데이터를 전송 가능하도록 할 수 있다.

[0037] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법과 기존 방식 간의 계산 복잡도의 비교 일례이다.

[0038] 종래의 애드혹 네트워크 구축 방법에서 사용하던 Centralized 방식은 전체 네트워크를 탐색 범위에 두고 최적의 네트워크 토폴로지를 찾는 방법이다. 이때 각 중계 노드는 다른 모든 중계 노드와 연결될 수 있다.

[0039] 그리고, 네트워크 구축 시의 계산 복잡도는 탐색 공간에 비례할 수 있다. 또한, 탐색 공간은 가능한 노드 연결의 전체 조합 수로 정의할 수 있다. 전체 노드 수가 k이므로, Centralized 방식을 적용하면 노드마다 k개의 연결이 가능하다. 따라서 연결 가능한 최대의 조합은 k^k개가 되므로, 계산 복잡도(310)는 $O(k^k)$일 수 있다.

[0040] 반면, 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법은 각 노드가 최대 k-1 개의 이웃 노드를 가질 수 있으며 노드별 행동 공간의 크기는 |A|일 수 있다. 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법에서 가능한 최대 조합의 수는 $k(k-1)\times|A|$ 이며, $|A|<k$ 인 경우, 계산 복잡도(320)는 $O(k^2)$일 수 있다.

[0041] 도 3에 도시된 바와 같이 종래의 Centralized 방식을 이용한 애드혹 네트워크 구축 방법의 계산 복잡도(410)는 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법의 계산 복잡도(420)와 달리 네트워크에 포함된 전체 노드 수의 증가에 따라 지수적으로 증가할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법은 종래의 애드혹 네트워크 구축 방법에 비하여 계산 복잡도가 낮을 수 있다.

[0042] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법을 도시한 플로우차트이다.

[0043] 단계(410)에서 중계 노드(120)는 애드혹 네트워크 구축을 위한 학습에 사용될 정보를 초기화할 수 있다. 구체적으로 중계 노드(120)는 상태 정보, 행동, 및 보상을 초기화할 수 있다.

[0044] 단계(420)에서 중계 노드(120)들 네트워크의 상태 정보를 확인할 수 있다. 이때, 상태 정보 $s_{i,t}\in S$는 시간 t에서 중계 노드 n_i가 데이터를 전송한 경우, 중계 노드 n_i가 전송한 데이터를 수신 가능한 주변 노드n_j와 중계 노드 n_i간의 상대적 거리(Euclidean distance) $d_{i,t}(j)$ 및 주변 노드n_j와 중계 노드 n_i간의 각도 $\alpha_{i,t}(j)$의 집합일 수 있다. 이때, j는 $(0\le j<M-1, i\neq j)$ 일 수 있다. 또한, 송신 범위 $\delta_{i,t}$가 주변 노드n_j와 중계 노드 n_i간의 상대적 거리 $d_{i,t}(j)$보다 작은 경우, 주변 노드n_j에 대한 상태 정보는 존재하지 않을 수 있다.

[0045] 단계(430)에서 중계 노드(120)는 단계(420)에서 결정한 상태 정보에 기초하여 중계 노드 각각의 시간 경과에 따른 변화를 나타내는 행동(action)을 결정할 수 있다. 이때, 행동 $a_{i,t}\in A$은 이전 시간 t-1 과 비교했을 때, 시간 t에서 변화한 전송 범위 반지름 $\delta_{i,t}$, 이동한 거리, 및 회전한 각도를 포함할 수 있다. 이때, 전체 행동 공간의 크기는 |A|이며, 행동은 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

[0046] $$a_{i,t}=\{\delta_{i,t}, d_{i,t}, \theta_{i,t}\}$$

[0047] 또한, 중계 노드(120)가 시간 t에서 이동한 거리는 $d_{i,t}(0\le d_{i,t}\le D_{\max})$ 이다. 그리고, 함수 F는 전송 범위 반지름 변경에 따른 송신 에너지 소모량을 나타내며, 함수 H는 이동 거리에 따른 에너지 소모량을 나타낼 수

있다. 또한, 행동 $a_{i,t} \in A$ 은 시간 t에서 노드 n_i가 이동한 거리 $d_{i,t}(0 \le d_{i,t} \le D_{\max})$ 와 회전한 각도 $\theta_{i,t}(0 \le \theta_{i,t} < 2\pi)$ 의 조합일 수 있다. 따라서, 시간 t에서 노드 n_i의 위치가 $(x_{i,t}, y_{i,t})$인 경우, 시간 t+1에서 노드 n_i의 위치는 수학식 2에 도시된 바와 같을 수 있다.

수학식 2

[0048] $$(x_{i,t+1}, y_{i,t+1}) = (d_{i,t} \times \cos\theta_{i,t} + x_{i,t}, d_{i,t} \times \sin\theta_{i,t} + y_{i,t})$$

[0049] 단계(440)에서 중계 노드(120)는 이전 시간에서의 전송 범위 반지름과 현재 시간에서의 전송 범위 반지름에 따라 중계 노드(120)의 전송 범위, 이동 거리 및 이동 각도 중 적어도 하나를 변경할 수 있다.

[0050] 예를 들어, $|\delta_{i,t} - \delta_{i,t-1}| > 0$ 인 경우, 중계 노드(120)는 $|\delta_{i,t} - \delta_{i,t-1}|$ 만큼 전송 범위를 확장할 수 있다. 또한, $|\delta_{i,t} - \delta_{i,t-1}| < 0$ 인 경우, 중계 노드(120)는 $|\delta_{i,t} - \delta_{i,t-1}|$ 만큼 전송 범위를 축소할 수 있다. 그리고, $|\delta_{i,t} - \delta_{i,t-1}| = 0$ 경우에는 중계 노드(120)는 이전 시간 t-1에서의 전송 범위를 유지할 수 있다.

[0051] 또한, 중계 노드(120)는 시간 t+1까지 수학식 2에 따라 결정된 위치로 이동할 수 있도록 중계 노드(120)의 이동 거리 및 이동 각도를 변경할 수 있다.

[0052] 단계(450)에서 중계 노드(120)는 단계(440)에서 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는지 여부를 판단할 수 있다. 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위를 초과하는 경우, 중계 노드(120)는 단계(430)를 수행하여 행동을 재결정할 수 있다. 또한, 변경된 전송 범위가 변경 가능 범위 이하인 경우, 중계 노드(120)는 단계(460)를 수행할 수 있다.

[0053] 단계(460)에서 중계 노드(120)는 행동에 따른 에너지 소모량 및 행동에 따라 변경된 상태 정보에 따라 결정되는 네트워크 처리율의 변화량을 기초로 상기 행동에 대응하는 보상(reward)을 결정할 수 있다.

[0054] 또한, 중계 노드(120)의 보상 $r_{i,t} \in R$ 은 수학식 3에 도시된 바와 같이 보상항과 처벌항으로 구성되는 보상 함수로 표시될 수 있다.

수학식 3

[0055] $$r_{i,t}(s_{i,t}, a_{i,t}) = k \times \phi(s_{i,t}) + \omega_t \times F(s_{i,t}) - (1-\omega_t) \times G(a_{i,t-1})$$

[0056] 이때, 보상항은 수학식 3에 도시된 바와 같이 네트워크 처리율(throughput) $\phi(s_{i,t})$과 단위 전송 범위 당 주변 노드와의 유클리디안 거리와 각도의 함수 $F(s_{i,t})$의 합이며, 계수 ω_t 는 처벌항의 가중치이고, 상수 k는 네트워크 처리율의 가중치일 수 있다.

[0057] 또한, 네트워크 처리율(throughput) $\phi(s_{i,t})$ 는 단위 시간당 전송되는 데이터의 양이며, $\phi(s_{i,t}) \ge 0$ 인 경우, 소스 노드와 목적 노드 간의 연결이 이루어진 것을 의미할 수 있다. 그리고, $F(s_{i,t})$는 수학식 4와 같이 정의될 수 있다.

수학식 4

[0058] $$F(s_{i,t}) = \frac{\sum_{j=0}^{|H_i|} l_{i,t}(j)}{|H_i| \times \delta_{i,t}} + \frac{\sum_{j=0}^{|H_i|} \alpha_{i,t}(j)}{|H_i| \times 180^{o}}$$

[0059] 이때, 주변 노드의 거리 $l_{i,t}(j)$가 송신 범위 $\delta_{i,t}$에 가까울수록 $F(s_{i,t})$의 각항은 1에 가까운 값을 가질 수 있다. 또한, 주변 노드와의 각도 $\alpha_{i,t}(j)$가 180도에 가까울수록 $F(s_{i,t})$의 각항은 1에 가까운 값을 가질 수 있다. 따라서, $F(s_{i,t})$의 각항의 값이 1에 가까울수록 노드의 위치를 전송 범위에 따라 최적화한 것을 의미할 수 있다.

[0060] 그리고, $F(s_{i,t})$는 릴레이 노드의 이동을 장려하는 역할을 한다. 이때, $|H_i|$는 주변 노드의 수를 나타낼 수 있다. 또한, 처벌 항은 행동에 따른 에너지 소모량 $G(a_{i,t-1}) = G(\delta_{i,t-1}, l_{i,t-1}, \theta_{i,t-1})$일 수 있다. 따라서 에이전트는 에너지 소모를 감소시키며 네트워크 처리율을 향상시키는 방향으로 학습될 수 있다. 또한, $F(s_{i,t})$와 처벌항 $G(a_{i,t-1})$과 관련된 가중치인 계수 ω_t는 학습의 진행에 따라 선형적으로 증가하여 릴레이 노드 위치의 수렴을 가속화할 수 있다.

[0061] 단계(470)에서 중계 노드(120)는 모든 에피소드가 종료되었는지 확인할 수 있다. 모든 에피소드가 종료된 경우, 중계 노드(120)는 단계(480)를 수행할 수 있다. 또한, 종료되지 않은 에피소드가 있는 경우, 단계(410)를 수행하여 새로운 에피소드가 시작될 때마다 상태와 행동, 네트워크 처리율, 그리고 중계 노드(120)의 위치를 초기화할 수 있다.

[0062] 단계(480)에서 중계 노드(120)는 중계 노드들 각각의 보상에 기초하여 누적 보상이 최대화 되도록 하는 정책 π^{*}을 생성하여 소스 노드와 목적 노드 및 복수의 중계 노드들로 구성된 네트워크를 구축할 수 있다. 이때, 정책은 상태 정보를 기반으로 최적의 행동을 결정하는 방식이다. 중계 노드(120)는 MDP 문제를 풀기 위해 강화학습 알고리즘 중 Q-learning을 사용할 수 있다. 따라서, 중계 노드(120)가 결정하는 최적의 행동은 각각의 상태 정보에서 최대의 Q-함수 값을 가지는 행동으로 정의될 수 있다. 이때, Q-함수 값은 Q-함수에 의해 도출되며 Q-함수는 시간 t마다 감가율((discount factor) $0 \leq \gamma \leq 1$ 만큼 감소한 누적 보상 값을 정책 π 에 따라 평균을 취할 수 있다. 이때, 감가율은 미래 보상과 현재 보상 사이의 균형을 맞춰주는 계수이며, 1에 가까울수록 미래 보상의 가치를 높게 평가하는 것을 의미할 수 있다. 예를 들어, 감가율 γ은 0.9일 수 있다.

[0063] 또한, 시간 t_{end}까지 학습을 지속하는 경우, 시간 t에서 i 번째 중계 노드 n_i의 Q-함수는 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

[0064] $$Q_i^{\pi}(s,a) = E_{\pi}\left[\sum_{\tau=t+1}^{t_{end}} \gamma^{\tau-t-1} r_{i,\tau} | s_{i,t} = s, a_{i,t} = a\right]$$

[0065] 그리고, 시간 t_{end}까지 학습을 지속하는 경우, 시간 t에서 i 번째 중계 노드 n_i의 최적의 행동 a^{*}는 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$a^* = \pi^*(s) = \arg\max_a Q_i^{\pi^*}(s,a)$$

[0066]

[0067] 중계 노드(120)는 tabular-Q 방법을 적용하여 학습을 수행할 수 있다. 예를 들어, 전체 학습 방식의 의사 코드는 알고리즘 1에 도시된 바와 같을 수 있다.

Algorithm 1 Q-learning Based Random Moving Node Activation

Require node set $N(G_t)$, action set A, Q-table Q.
greedy rate ϵ

for *episode* = 0, 1, . . ., T_{end} **do**
  for all $n_{i,t} \in N(G_t)$ **do**
    Initialize $[x_{i,0}, y_{i,0}]$
    $\delta_{i,0} = 0, s_{i,1} = 0, \phi_{i,0} = 0$
  end for
  for *step* = 1, 2, . . ., t_{end} **do**
    for all $n_{i,t} \in N(G_t)$ do
      $a_i, t \leftarrow$ Get_Action$(s_{i,t}, \epsilon, A, \delta_{i,t})$
      $\delta_{i,t} \leftarrow \delta_{i,t+1} + a_{i,t}$
      Transmit data
      Update_Q_table$(s_{i,t}, a_{i,t}, r_t, s_{i,t+1})$ using (10)
      $[x_{i,t+1}, y_{i,t+1}] \leftarrow$Update location $[x_{i,t}, y_{i,t}]$
    end for
  end for
end for

[0068]

[0069] 또한, 중계 노드(120)는 알고리즘 2를 이용하여 ε-greedy 방식으로 행동을 결정할 수도 있다.

Algorithm 2 ϵ-greedy Action Selection of Node $n_{i,t}$

function Get_Action$(s_{i,t}, \epsilon, A, \delta_{i,t})$
  Generate random variable $p \sim U(0,1)$
  if $p < \epsilon$ **then**
    Randomly select $a_{i,t} \in A$
  else:
    $a_{i,t} \leftarrow \text{argmax}_a Q_i^*(s_{i,t}, a_i)$
return $a_{i,t}$

[0070]

[0071] 이때, tabular-Q는 $Q(s,a)$로 구성된 Q-table을 중계 노드(120)마다 생성하며 수학식 5와 같은 정책을 사용할 수 있다. 또한, 학습은 모든 중계 노드(120)가 행동에 따른 상태를 관찰하고 $Q(s,a)$를 계산하여 Q-table을 완성하는 과정을 의미할 수 있다. 학습 과정은 기 설정된 에피소드(episode) 횟수 가 끝날 때까지 반복되며, 단계(410)를 수행하여 새로운 에피소드가 시작될 때마다 상태와 행동, 네트워크 처리율, 그리고 중계 노드(120)의 위치를 초기화할 수 있다. 또한, 하나의 에피소드는 단계(410) 내지 단계(460)과 같은 다수의 스텝(step)으로 구성될 수 있다.

[0072] 중계 노드(120)가 최적의 정책을 학습하기 위해서는 적절한 수의 탐색(exploration)이 필요하다. 주어진 상태에서 다양한 행동을 시도해보는 탐색 과정을 통해 중계 노드(120)는 최적의 행동을 찾을 수 있다. 즉, 중계 노드(120)는 반복적으로 현재 상태에 대한 행동을 탐색하거나 정책에 따라 행동을 결정하면서 학습한다. 이를 위해 중계 노드(120)는 수학식 7의 ε-greedy 방식에 따라 행동을 선택할 수 있다. Θ-greedy 방식은 1- Θ의 확률로는 만들어진 정책에 따라 행동을 결정하고, Θ의 확률로는 균등확률분포에 따라 행동을 탐색할 수 있다.

수학식 7

[0073] $$a_{i,t} = \begin{cases} random(a_i) & ,with\ probability\ \epsilon \\ \underset{a}{argmax} Q_i(s,a) & ,with\ probability\ 1-\epsilon \end{cases}$$

[0074] Θ는 수학식 8에 도시된 바와 같이 Θ_{min}에 도달할 때까지 매 에피소드 마다 만큼 선형적으로 감소하며, 탐색과 평가(exploitation)를 적정하게 시행할 수 있다.

수학식 8

[0075] $$\epsilon = \min(\epsilon_{\min}, 1 - \epsilon_{decay} \times T)$$
$$where\ T = 0, 1, \cdots\ T_{end}$$

[0076] 중계 노드(120)가 현재 상태에 따른 행동을 확정하면, 네트워크 처리율이 계산되며 이에 대한 보상이 결정될 수 있다. 이때, 중계 노드(120)는 수학식 9와 같이 학습률(learning rate) 에 의해 기존의 Q-값과 현재 계산된 Q-값을 선형 결합한 형태로 Q-table을 갱신할 수 있다. 예를 들어, $\alpha = 0.001$ 일 수 있다.

수학식 9

[0077] $$Q_i(s_{i,t-1}, a_{i,t-1}) \leftarrow Q_i(s_{i,t-1}, a_{i,t-1}) + \alpha(r_{i,t} + \gamma \max Q_i(s_{i,t}, a_i) - Q_i(s_{i,t-1}, a_{i,t-1}))$$

[0078] 이때, Q-table은 row가 상태이고 column이 행동인 테이블(table)이며, 각 상태에서 행동을 취했을 때 얻는 Q-함수값을 저장할 수 있다. 또한, 갱신된 Q-table은 argmax인 행동을 선택하기 위하여 사용될 수 있다.

[0079] 이후, 모든 중계 노드(120)들 각각은 할당된 영역 내에서 행동에 따라 이동할 수 있다.

[0080] 본 발명은 중계 노드들 각각이 상태 정보를 수집하여 행동 및 보상을 결정하는 학습을 반복함으로써, 중계 노드들의 위치가 변화하더라도 높은 네트워크 처리율을 유지하면서 전체 네트워크의 에너지 소비는 줄이는 애드혹 네트워크 시스템을 구축할 수 있다.

[0081] 한편, 본 발명에 따른 애드혹 네트워크 구축 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성되어 마그네틱 저장매체, 광학적 판독매체, 디지털 저장매체 등 다양한 기록 매체로도 구현될 수 있다.

[0082] 본 명세서에 설명된 각종 기술들의 구현들은 디지털 전자 회로조직으로, 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어로, 또는 그들의 조합들로 구현될 수 있다. 구현들은 데이터 처리 장치, 예를 들어 프로그램가능 프로세서, 컴퓨터, 또는 다수의 컴퓨터들의 동작에 의한 처리를 위해, 또는 이 동작을 제어하기 위해, 컴퓨터 프로그램 제품, 예를 들어 기계 판독가능 저장 장치(컴퓨터 판독가능 매체)에서 유형적으로 구체화된 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수 있다. 상술한 컴퓨터 프로그램(들)과 같은 컴퓨터 프로그램은 컴파일된 또는 인터프리트된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 기록될 수 있고, 독립형 프로그램으로서 또는 모듈, 구성요소, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서의 사용에 적절한 다른 유닛으로서 포함하는 임의의 형태로 전개될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 사이트에서 하나의 컴퓨터 또는 다수의 컴퓨터들 상에서 처리되도록 또는 다수의 사이트들에 걸쳐 분배되고 통신 네트워크에 의해 상호 연결되도록 전개될 수 있다.

[0083] 컴퓨터 프로그램의 처리에 적절한 프로세서들은 예로서, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서들 둘 다, 및 임의의 종류의 디지털 컴퓨터의 임의의 하나 이상의 프로세서들을 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 메

모리 또는 랜덤 액세스 메모리 또는 둘 다로부터 명령어들 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터의 요소들은 명령어들을 실행하는 적어도 하나의 프로세서 및 명령어들 및 데이터를 저장하는 하나 이상의 메모리 장치들을 포함할 수 있다. 일반적으로, 컴퓨터는 데이터를 저장하는 하나 이상의 대량 저장 장치들, 예를 들어 자기, 자기-광 디스크들, 또는 광 디스크들을 포함할 수 있거나, 이것들로부터 데이터를 수신하거나 이것들에 데이터를 송신하거나 또는 양쪽으로 되도록 결합될 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 명령어들 및 데이터를 구체화하는데 적절한 정보 캐리어들은 예로서 반도체 메모리 장치들, 예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory), DVD(Digital Video Disk)와 같은 광 기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 롬(ROM, Read Only Memory), 램(RAM, Random Access Memory), 플래시 메모리, EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 등을 포함한다. 프로세서 및 메모리는 특수 목적 논리 회로조직에 의해 보충되거나, 이에 포함될 수 있다.

[0084] 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용매체일 수 있고, 컴퓨터 저장매체를 모두 포함할 수 있다.

[0085] 본 명세서는 다수의 특정한 구현물의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 어떠한 발명이나 청구 가능한 것의 범위에 대해서도 제한적인 것으로서 이해되어서는 안되며, 오히려 특정한 발명의 특정한 실시형태에 특유할 수 있는 특징들에 대한 설명으로서 이해되어야 한다. 개별적인 실시형태의 문맥에서 본 명세서에 기술된 특정한 특징들은 단일 실시형태에서 조합하여 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시형태의 문맥에서 기술한 다양한 특징들 역시 개별적으로 혹은 어떠한 적절한 하위 조합으로도 복수의 실시형태에서 구현 가능하다. 나아가, 특징들이 특정한 조합으로 동작하고 초기에 그와 같이 청구된 바와 같이 묘사될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.

[0086] 마찬가지로, 특정한 순서로 도면에서 동작들을 묘사하고 있지만, 이는 바람직한 결과를 얻기 위하여 도시된 그 특정한 순서나 순차적인 순서대로 그러한 동작들을 수행하여야 한다거나 모든 도시된 동작들이 수행되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우, 멀티태스킹과 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 상술한 실시형태의 다양한 장치 컴포넌트의 분리는 그러한 분리를 모든 실시형태에서 요구하는 것으로 이해되어서는 안되며, 설명한 프로그램 컴포넌트와 장치들은 일반적으로 단일의 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다중 소프트웨어 제품에 패키징 될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.

[0087] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 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 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

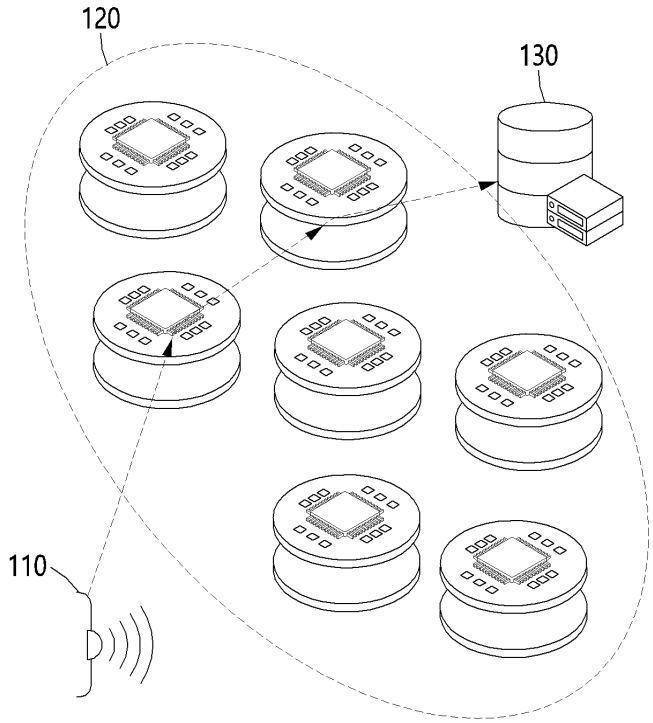
[0088] 110: 소스 노드

120: 중계 노드

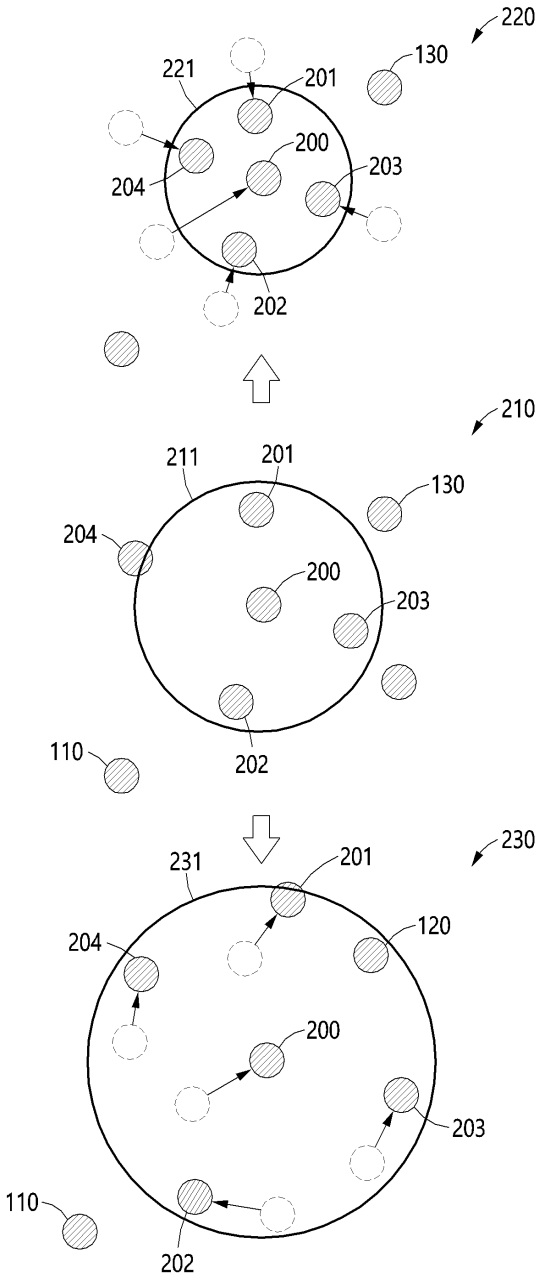
130: 목적 노드

도면

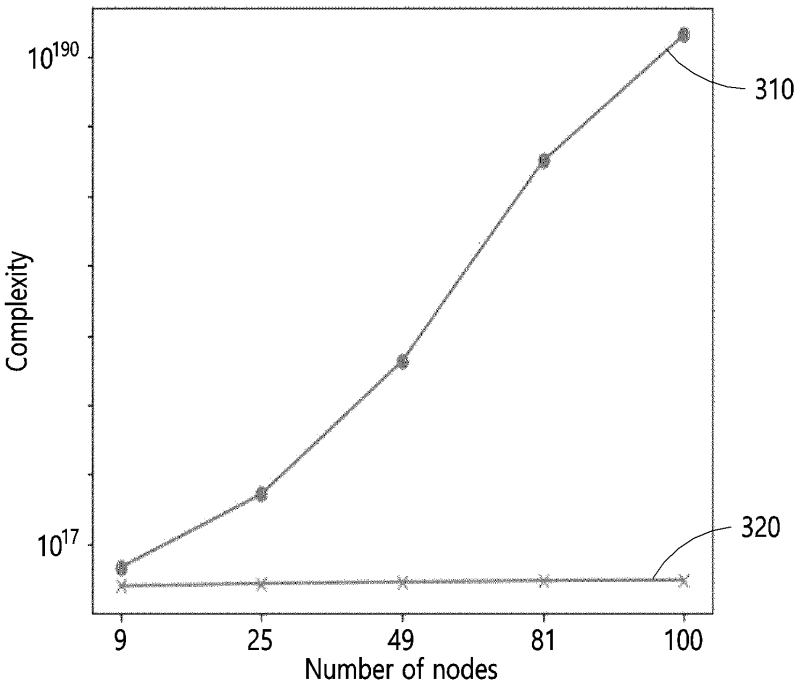
도면1



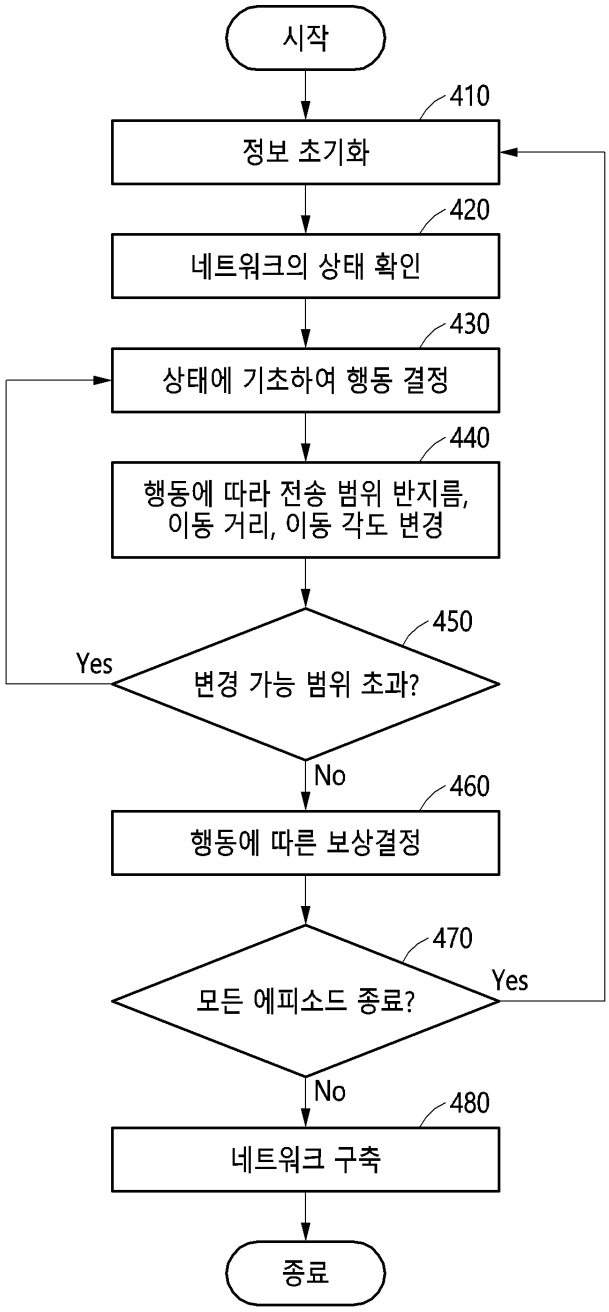
도면2


220
221
201
130
200
203
204
202
210
211
201
130
204
200
203
110
202
230
231
201
120
204
200
203
110
202

도면3



도면4


시작
410
정보 초기화
420
네트워크의 상태 확인
430
상태에 기초하여 행동 결정
440
행동에 따라 전송 범위 반지름,
이동 거리, 이동 각도 변경
450
변경 가능 범위 초과?
Yes
No
460
행동에 따른 보상결정
470
모든 에피소드 종료?
Yes
No
480
네트워크 구축
종료