



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월11일
(11) 등록번호 10-1946730
(24) 등록일자 2019년01월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 64/00 (2009.01) H04W 4/00 (2018.01)

H04W 40/32 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)

(52) CPC특허분류

H04W 64/003 (2013.01)

H04W 4/70 (2018.02)

(21) 출원번호 10-2017-0161200

(22) 출원일자 2017년11월29일

심사청구일자 2017년11월29일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020120100449 A*

논문1*

논문2

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

이미정

서울특별시 용산구 이촌로 347, 15동 507호 (서빙고동, 신동아아파트)

성윤영

서울특별시 양천구 신정로 293, 104동 1008호 (신정동, 신트리1단지아파트)

(74) 대리인

특허법인(유한)아이시스

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 정윤석

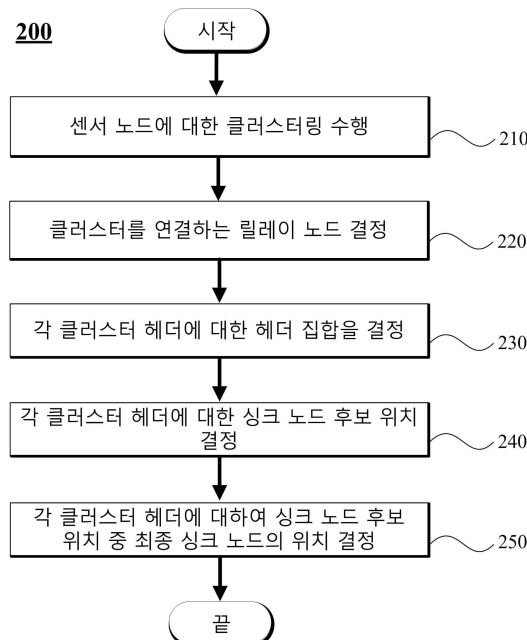
(54) 발명의 명칭 IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법

(57) 요약

IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법은 그리드 형태의 복수의 셀로 구분되며 복수의 센서 노드가 배치된 관심 영역에서 클러스터에 속하지 않은 센서 노드가 존재하지 않을 때까지 반복하여 복수의 클러스터를 결정하되, 상기 센서 노드가 위치한 타겟 셀과 상기 타겟 셀에 인접한 3개의 셀을 기준으로

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



상기 센서 노드에 대한 클러스터를 결정하고, 상기 클러스터에 위치하는 어느 하나의 센서 노드를 상기 클러스터의 클러스터 헤더로 결정하는 단계, 어느 하나의 클러스터를 시작으로 상기 복수의 클러스터 중 인접한 2개의 클러스터 단위로 상기 2개의 클러스터가 중첩된 영역에 위치하며 상기 2개의 클러스터의 클러스터 헤더와 1홉 거리에 있는 어느 하나의 센서 노드를 상기 2개의 클러스터에 대한 릴레이 노드로 결정하는 단계, 상기 복수의 클러스터 각각에 대하여 특정 홉 거리(H)를 기준으로 특정 클러스터까지의 경로에 위치하는 릴레이 노드를 갱신하는 단계 및 상기 복수의 클러스터 중 상기 홉 거리(H)이내에서 연결가능한 클러스터 헤더가 가장 많은 클러스터 헤더의 위치를 싱크 노드의 위치 후보로 결정하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

H04W 40/32 (2013.01)

H04W 84/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711055199

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신방송산업진흥-정보통신융합원천기술-USN산업융합원천기술개발-방송통신산업기술개발

발

연구과제명 초연결 자율형 IoT 서비스 지향 네트워크 인프라 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2015.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

그리드 형태의 복수의 셀로 구분되며 복수의 센서 노드가 배치된 관심 영역에서 클러스터에 속하지 않은 센서 노드가 존재하지 않을 때까지 반복하여 복수의 클러스터를 결정하되, 상기 센서 노드가 위치한 타겟 셀과 상기 타겟 셀에 인접한 3개의 셀을 기준으로 상기 센서 노드에 대한 클러스터를 결정하고, 상기 타겟 셀과 상기 3개의 셀의 중심에서 가장 가까운 어느 하나의 센서 노드를 상기 클러스터의 클러스터 헤더로 결정하는 단계;

어느 하나의 클러스터를 시작으로 상기 복수의 클러스터 중 인접한 2개의 클러스터 단위로 상기 2개의 클러스터가 중첩된 영역에 위치하며 상기 2개의 클러스터의 클러스터 헤더와 1홉 거리에 있는 어느 하나의 센서 노드를 상기 2개의 클러스터에 대한 릴레이 노드로 결정하는 단계;

상기 복수의 클러스터 각각에 대하여 특정 홉 거리(H)이내에 위치한 클러스터 헤더 집합을 결정하는 단계; 및

상기 복수의 클러스터에 대하여 상기 홉 거리(H)이내에서 연결가능한 클러스터 헤더 중 자신이 속한 상기 헤더 집합에 속한 헤더가 가장 많은 클러스터 헤더의 위치를 싱크 노드의 위치 후보로 결정하는 단계를 포함하되,

상기 헤더 집합을 결정하는 단계는 상기 복수의 클러스터의 어느 하나의 클러스터 헤더에서 릴레이 노드 및 클러스터 헤더를 통해 상기 홉 거리(H)이내에 연결되는 클러스터 헤더를 포함하는 헤더 집합을 결정하는 단계; 상기 집합에 포함된 클러스터 헤더 중 상기 어느 하나의 클러스터 헤더에서 연결가능한 모든 클러스터 헤더에서 거리가 가까운 순서대로 경유 클러스터 헤더를 결정하는 단계; 및 상기 어느 하나의 클러스터 헤더로부터 상기 경유 클러스터 헤더를 경유하여 연결되는 새로운 클러스터 헤더가 현재 헤더 집합에 없다면 상기 새로운 클러스터 헤더를 상기 헤더 집합에 추가하는 단계를 포함하고,

상기 센서 노드는 1홉 거리 통신이 가능한 IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 인접한 3개의 셀은 상기 타겟 셀의 우측 셀, 상기 타겟 셀의 아래쪽 셀 및 상기 타겟 셀의 우측 아래쪽 셀을 포함하는 IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 셀 하나의 대각거리는 상기 센서 노드의 통신 가능 반경의 절반과 동일한 IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 클러스터 중 어느 하나의 클러스터와 상기 어느 하나의 클러스터에서 가장 가까운 위치에 있는 클러스터를 상기 인접한 2개의 클러스터로 결정하는 IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 인접한 2개의 클러스터의 중첩된 영역에 복수의 센서 노드가 있는 경우, 상기 복수의 센서 노드 중 상기 인접한 2개의 클러스터의 중점에 가까운 센서 노드를 상기 릴레이 노드로 결정하는 IoT 디바이스의 센싱 데이터

를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 거리가 가까운 순서대로 모든 경유 클러스터 헤더에 대하여 상기 어느 하나의 클러스터 헤더로부터 상기 홉 거리(H)이내에 도달 가능한 새로운 클러스터 헤더가 있는지 확인하여 상기 새로운 클러스터 헤더를 상기 헤더 집합에 추가하는 IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 복수의 클러스터 중 아직 상기 싱크 노드의 위치가 결정되지 않은 클러스터인 잔여 클러스터 각각에 대하여 상기 싱크 노드의 위치 후보 중 가장 홉 거리가 가까운 위치를 최종 싱크 노드의 위치로 결정하는 단계를 더 포함하는 IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법.

청구항 10

컴퓨터에서 제1항 내지 제5항, 제7항 및 제9항 중 어느 하나의 항에 기재된 IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법을 실행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하 설명하는 기술은 IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 싱크 노드의 위치를 결정하는 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 인터넷에 연결된 사물이 사람의 개입 없이 스스로 정보를 생성하고 다른 사물, 사람, 시스템과 연동하여 동작하는 사물인터넷(IoT: Internet of Things) 기술이 주목을 받고 있다. 2020년에 인터넷에 연결되는 사물의 수는 약 260억 개까지 증가할 것으로 전망된다. 사물인터넷에서 생산되는 데이터는 소량의 데이터와 멀티미디어 콘텐츠처럼 수십 또는 수백 메가바이트 수준의 대용량 데이터가 공존할 것이며, 향후에도 다양한 멀티미디어 콘텐츠들이 생산, 소비되겠지만 사물인터넷에서는 센싱 데이터 중심의 가벼운 연결이 기하급수적으로 증가하면서 대용량의 데이터 트래픽을 뛰어 넘는 환경이 될 것으로 예상된다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0003] (비특허문헌 0001) S. Misra, S. D. Hong, G. Xue, and J. Tang, "Constrained relay node placement in wireless sensor networks to meet connectivity and survivability requirements," in In: IEEE INFOCOM 2008 Proceedings, April 2008, pp. 281-285.

(비특허문헌 0002) D. Yang, S. Misra, X. Fang, G. Xue, and J. Zhang, "Two-Tiered Constrained Relay Node Placement in Wireless Sensor Networks: Efficient Approximations," in In: IEEE Secon 2010 Proceedings, June 2010, pp. 1-9.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] IoT 디바이스가 급격하게 증가하면 트래픽이 매우 급증하게 된다. 따라서 IoT 디바이스가 생성하는 센싱 데이터를 취합하여 인터넷 서버에 전달하는 장치가 필요하다. 이하 설명하는 기술은 IoT 디바이스가 생성한 센싱 데이터를 수집하여 인터넷과 같은 외부 네트워크에 전달하는 싱크 노드에 대한 최적의 위치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0005] IoT 디바이스의 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 노드의 위치 결정 방법은 그리드 형태의 복수의 셀로 구분되며 복수의 센서 노드가 배치된 관심 영역에서 클러스터에 속하지 않은 센서 노드가 존재하지 않을 때까지 반복하여 복수의 클러스터를 결정하되, 상기 센서 노드가 위치한 타겟 셀과 상기 타겟 셀에 인접한 3개의 셀을 기준으로 상기 센서 노드에 대한 클러스터를 결정하고, 상기 클러스터에 위치하는 어느 하나의 센서 노드를 상기 클러스터의 클러스터 헤더로 결정하는 단계, 어느 하나의 클러스터를 시작으로 상기 복수의 클러스터 중 인접한 2개의 클러스터 단위로 상기 2개의 클러스터가 중첩된 영역에 위치하며 상기 2개의 클러스터의 클러스터 헤더와 1홉 거리에 있는 어느 하나의 센서 노드를 상기 2개의 클러스터에 대한 릴레이 노드로 결정하는 단계, 상기 복수의 클러스터 각각에 대하여 특정 홉 거리(H)이내에 위치한 클러스터 헤더 집합을 결정하는 단계 및 상기 복수의 클러스터 중 상기 홉 거리(H)이내에서 연결가능한 클러스터 헤더가 가장 많은 클러스터 헤더의 위치를 싱크 노드의 위치 후보로 결정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0006] 이하 설명하는 기술은 센싱 데이터를 수집하여 전달하는 싱크 노드의 최적 위치를 결정하여 네트워크 트래픽 및 장비 비용을 최소화한다.

도면의 간단한 설명

- [0007] 도 1은 센싱 데이터를 수집하는 시스템의 구성을 도시한 예이다.
 도 2는 센싱 데이터를 전달하는 싱크 노드의 위치를 결정하는 방법에 대한 순서도의 예이다.
 도 3은 관심 영역에 대한 클러스터링을 수행하는 과정에 대한 예이다.
 도 4는 관심 영역에 대한 클러스터링이 수행되는 순서에 대한 예이다.
 도 5는 특정 클러스터에 대한 릴레이 노드를 결정하는 과정에 대한 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 이하 설명하는 기술은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시례를 가질 수 있는 바, 특정 실시례들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0009] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 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.
- [0010] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 실시된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계 동작 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0011] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로

합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.

- [0012] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0014] 이하 설명하는 기술은 IoT 디바이스에서 생성한 데이터를 전달하기 위한 기법에 관한 것이다. IoT 디바이스가 생성한 데이터 내지 수집한 데이터를 센싱 데이터라고 명명한다. 실시예에 따라서 IoT 디바이스는 하나의 홉(hop) 통신이 가능하다고 전제한다. 이하 설명하는 기술은 IoT 디바이스가 수집한 센싱 데이터를 수집하여 인터넷에 전달하는 장치의 배치에 관한 것이다. IoT 디바이스가 수집한 센싱 데이터를 수집하는 장치를 이하 싱크 노드(sink node)라고 명명한다. 이하 설명에서 센싱 데이터를 수집하는 장치를 센서 노드라고 명명한다. 센서 노드는 IoT 디바이스에 한정하지 않고, 일정한 정보를 센싱하는 장치를 포함하는 개념이다.
- [0015] 도 1은 센싱 데이터를 수집하는 시스템(100)의 구성을 도시한 예이다. 센싱 데이터를 수집하는 시스템(100)은 센서 노드(110A 내지 110I), 싱크 노드(130A 내지 130C) 및 서비스 서버(150)를 포함한다.
- [0016] 센서 노드(110A 내지 110I)는 일정한 센싱 데이터를 생성하거나, 제어 정보를 생성하는 장치들에 해당한다. 예컨대, 센서 노드는 온도 정보를 수집하는 온도센서, 밝기를 측정하는 조도 센서, 위치 정보를 수집하는 측위 장치, 영상 정보를 수집하는 이미지 센서, 전력을 측정하는 센서 등과 같은 일정한 정보를 수집하는 장치에 해당한다. 센서 노드는 일정한 통신 프로토콜을 사용하여 수집한 정보를 주변에 전송할 수 있다. 도 1에서 센서 노드는 서로 협력하여 정보를 전송하는 예를 도시한다. 센서 노드들은 하나의 홉 거리에 있는 다른 센서 노드에 센싱 데이터를 전송할 수 있다. 즉 센서 노드의 통신 가능 범위는 일정한 홉 거리이다. 예컨대, 센서 노드 110A는 센서 노드 110E에 수집한 정보를 홉 통신으로 전송할 수 있다. 센서 노드 110E는 하나의 홉 거리에 있는 싱크 노드 130A에 센싱 데이터를 전송한다. 싱크 노드 130A는 인터넷을 통해 센싱 데이터를 서비스 서버(150)에 전송한다.
- [0017] 싱크 노드(130A 내지 130C)는 인접한 센서 노드로부터 센싱 데이터를 수신하여 수집한 데이터를 전송하는 객체이다. 싱크 노드(130A 내지 130C)는 IoT 디바이스일 수 있다. 이 경우 IoT 디바이스가 일종의 애드혹 네트워크를 형성하여 외부로 정보를 전송하는 모델이다. 나아가 싱크 노드(130A 내지 130C)는 AP, 게이트웨이, 라우터, 스마트 기기 등과 같은 장치일 수도 있다.
- [0018] 서비스 서버(150)는 센싱 데이터를 활용하는 객체(entity)이다. 서비스 서버(150)는 센싱 데이터를 분석하여 일정한 제어 정보를 센서 노드에 전달할 수도 있다.
- [0020] 이하 싱크 노드의 위치를 결정하는 과정에 대하여 설명한다. 싱크 노드의 위치를 결정하는 주체는 센서 노드의 위치, 센서 노드가 위치하는 관심 영역에 대한 정보(지리적 정보 내지 위치 정보), 센서 노드의 통신 가능 범위 등을 사전에 알고 있다고 전제한다. 싱크 노드의 위치를 결정하는 주체는 관심 영역에 배치된 제어 장치, 서비스 서버(150) 내지 별도의 컴퓨터 장치(PC, 스마트 기기 등)일 수 있다. 이하 컴퓨터 장치가 싱크 노드의 위치를 결정하는 과정을 수행한다고 설명한다.
- [0022] 도 2는 센싱 데이터를 전달하는 싱크 노드의 위치를 결정하는 방법(200)에 대한 순서도의 예이다. 컴퓨터 장치는 센서 노드가 배치된 관심 영역을 복수의 셀로 구분하고, 센서 노드를 일정한 기준으로 클러스터링한다(210). 복수의 셀은 그리드(grid) 형태를 갖는다. 센서 노드는 1홉(hop) 통신을 수행할 수 있다. 따라서 센서 노드는 통신 반경에 위치한 다른 센서 노드 또는 다른 객체에 센싱 데이터를 전달할 수 있다. 따라서 컴퓨터 장치는 중첩되는 클러스터 사이에 위치한 센서 노드를 클러스터 간 릴레이 노드로 활용할 수 있다. 컴퓨터 장치는 클러스터를 연결하는 릴레이 노드를 결정한다(220).
- [0023] 컴퓨터 장치는 복수의 클러스터 헤더(클러스터) 각각에 대하여 기준 홉 거리에 있는 헤더 집합을 결정한다(230). 컴퓨터 장치는 이 과정에서 특정 클러스터까지 보다 짧은 경로가 발견되면, 클러스터 헤더 집합을 갱신할 수 있다.
- [0024] 컴퓨터 장치는 복수의 클러스터 헤더 각각에 대하여 싱크 노드 후보 위치를 결정한다(240). 예컨대, 컴퓨터 장치는 특정 클러스터 헤더에서 기준 홉 거리에 위치하면서 현재 자신의 위치에서 기준 홉 거리에 연결 가능한 클

러스터 헤더가 가장 많은 클러스터 헤더를 싱크 노드 후보 위치로 선정할 수 있다.

- [0025] 마지막으로 컴퓨터 장치는 각 클러스터 헤더에 대하여 전체 싱크 노드 후보 위치 중에서 가장 바람직한 최종 싱크 노드의 위치를 결정한다(250). 예컨대, 컴퓨터 장치는 240과정을 통해 마련된 전체 싱크 노드 후보 위치를 기준으로, 특정 클러스터 헤더에서 가장 가까운 위치에 있는 싱크 노드 후보 위치를 특정 클러스터 헤더에 대한 최종 싱크 노드 위치로 결정할 수 있다.
- [0026] 이하 도 2에서 설명한 각 과정에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0028] 도 3은 관심 영역에 대한 클러스터링을 수행하는 과정에 대한 예이다. 도 3은 센서 노드가 배치된 전체 관심 영역을 사각형이라고 가정하였다. 실제 관심 영역은 사각형 형태를 아닐 수 있다. 도 3의 사각형은 내부에 관심 영역을 포함하면 충분하다. 컴퓨터 장치는 관심 영역을 일정한 크기를 갖는 그리드 형태로 구분한다. 즉 컴퓨터 장치는 관심 영역을 사각형 모양인 복수의 셀로 구분한다.
- [0029] 컴퓨터 장치는 복수의 셀 중 클러스터가 결정되는 않은 센서 노드가 위치하는 셀을 찾는다. 클러스터링 되지 않은 센서 노드가 위치하는 셀은 다양한 기준으로 찾을 수 있다. 예컨대, 컴퓨터 장치는 관심 영역의 지리적 위치를 기준으로 특정 방향에서 검색을 할 수 있다. 또는 컴퓨터 장치는 복수의 셀에 식별자를 부여하고, 식별자의 번호 순서에 따라 결정할 수도 있다. 도 3은 최상단 좌측에서 우측으로 검색하고, 이후 아래쪽에서 좌측에서 우측으로 검색하는 예를 도시하였다.
- [0030] 도 3(A) 내지 도 3(D)는 시간 순서에 따라 관심 영역에 대한 클러스터링을 수행하는 예이다. 관심 영역에 위치한 센서 노드는 클러스터링이 수행되지 않은 상태라고 가정한다. 즉 현재 특정 클러스터에 속한 센서 노드는 없다. 도 3(B)는 컴퓨터 장치가 셀 c_1 에 위치한 센서 노드(검정색)에 대한 클러스터링을 수행하는 예이다. 도 3(A)를 살펴보면, 컴퓨터 장치는 셀 c_1 에서 클러스터에 속하지 않은 센서 노드를 찾았다. 셀은 소문자 c 로 표시하였다. 컴퓨터 장치는 현재의 셀 c_1 과 셀 c_1 의 인접 셀을 기준으로 클러스터링을 수행한다. 컴퓨터 장치는 셀 c_1 , 셀 c_1 의 우측 셀 c_2 , 셀 c_1 의 아래쪽 셀 c_6 , 셀 c_1 의 우측 하단의 셀 c_7 을 기준으로 클러스터를 수행한다. 컴퓨터 장치는 모두 4개의 셀을 기준으로 클러스터를 수행한다. 도 3에서 4개의 셀은 음영으로 표시하였다. 컴퓨터 장치는 4개의 셀의 중심에서 가장 가까운 센서 노드를 해당 클러스터의 클러스터 헤더(CH)로 결정한다. 도 3(A)에서 컴퓨터 장치는 센서 노드 a 를 클러스터 C1의 클러스터 헤더로 결정하였다. 클러스터는 대문자 C로 표시하였다.
- [0031] 한편 클러스터는 원의 형태를 갖는다. 클러스터 영역은 센서 노드의 통신 가능 범위(coverage)에 해당한다. 이때 셀의 크기와 통신 가능 범위의 관계는 통신 가능 범위가 클러스터 대각 거리(R)의 2배가 되게한다. 도 3(A)에서 점선으로 클러스터의 크기(통신 가능 범위)와 그 반경을 도시하였다. 4개 셀 중심에 매우 근접하게 위치한 센서 노드가 존재하는 경우 한 클러스터에 4개 셀이 모두 포함된다. 그렇지 않은 경우, 클러스터에 최소 세 개 셀이 포함된다.
- [0032] 이제 컴퓨터 장치는 클러스터에 속하지 않은 다음 센서 노드에 대한 클러스터링을 수행한다. 도 3(B)는 컴퓨터 장치가 셀 c_4 에 위치한 센서 노드(검정색)에 대한 클러스터링을 수행하는 예이다. 도 3에서 전 단계에서 결정된 클러스터는 점선으로 도시하였다. 컴퓨터 장치는 4개의 셀(c_4 , c_5 , c_9 및 c_{10})의 중심에서 가장 가까운 센서 노드를 해당 클러스터의 클러스터 헤더(CH)로 결정한다. 도 3(B)에서 컴퓨터 장치는 센서 노드 b 를 클러스터 C2의 클러스터 헤더로 결정하였다.
- [0033] 컴퓨터 장치는 클러스터에 속하지 않은 다음 센서 노드에 대한 클러스터링을 수행한다. 도 3(C)는 컴퓨터 장치가 셀 c_{11} 에 위치한 센서 노드(검정색)에 대한 클러스터링을 수행하는 예이다. 컴퓨터 장치는 4개의 셀(c_{11} , c_{12} , c_{16} 및 c_{17})의 중심에서 가장 가까운 센서 노드를 해당 클러스터의 클러스터 헤더(CH)로 결정한다. 도 3(C)에서 컴퓨터 장치는 센서 노드 c 를 클러스터 C3의 클러스터 헤더로 결정하였다.
- [0034] 컴퓨터 장치는 클러스터에 속하지 않은 다음 센서 노드에 대한 클러스터링을 수행한다. 도 3(D)는 컴퓨터 장치가 셀 c_{14} 에 위치한 센서 노드(검정색)에 대한 클러스터링을 수행하는 예이다. 컴퓨터 장치는 4개의 셀(c_{13} , c_{14} , c_{18} 및 c_{19})의 중심에서 가장 가까운 센서 노드를 해당 클러스터의 클러스터 헤더(CH)로 결정한다. 도 3(D)에서 컴퓨터 장치는 센서 노드 d 를 클러스터 C2의 클러스터 헤더로 결정하였다. 도 3(D)는 클러스터에 속하지 않은 센서 노드가 해당 클러스터의 클러스터 헤더가 된 경우이다.

- [0035] 도 4는 관심 영역에 대한 클러스터링이 수행되는 순서에 대한 예이다. 도 4는 관심 영역에 대하여 클러스터가 생성되는 과정에 대한 예이다. 도 4(A)에서 도 4(D)까지 순차적으로 클러스터가 생성되는 예이다. 화살표는 클러스터링이 생성된 순서를 나타낸다. 관심 영역의 특정 영역에 센서 노드가 없다면 도 4와 같은 형태로 클러스터가 생성될 수 있다.
- [0036] 간단하게 모든 클러스터 헤더의 위치에 싱크 노드를 배치할 수 있다. 이 경우 싱크 노드가 각 클러스터에서 취합한 센싱 데이터를 인터넷 서버에 직접 전달 할 수 있으나 네트워크 규모가 커질수록 설치해야 할 싱크 노드 수가 증가하여 설치 및 인터넷 연결 비용이 증가한다. 따라서 서비스 속도를 저해하지 않는 범위에서 일정한 영역에만 싱크 노드를 설치하는 것이 바람직하다. 특히 IoT 서비스 경우 데이터 전송의 즉각성 보다는 적은 에너지 소모 및 저비용이 중요한 요소가 될 수도 있다. 이를 위하여 특정 클러스터 헤더는 릴레이(relay)를 통해 이웃 클러스터 헤더에 자신이 수집한 센싱 데이터를 전송한다. 이 경우 복수의 클러스터 헤더가 하나의 싱크 노드를 공유할 수 있다.
- [0037] 이하 관심 영역에 대한 클러스터 결정이 모두 완료되었다고 가정하고, 이후 과정을 설명한다.
- [0039] 도 5는 특정 클러스터에 대한 릴레이 노드를 결정하는 과정에 대한 예이다. 도 5는 전술한 방법에 따라 일정한 클러스터가 형성된 상태를 전제한다. 도 5는 모두 17개(C1 내지 C17)의 클러스터에 대한 릴레이 노드를 결정하는 예이다. 도 5에서 클러스터 헤더와 연결되는 노드는 화살표로 표시하였다. 컴퓨터 장치는 관심 영역에 위치하는 모든 인접 클러스터 쌍 사이의 중첩 영역에서 센서 노드가 있는 경우 인접 클러스터간의 릴레이 노드로 선택할 수 있다. 여기서 인접 클러스터는 방향에 관계 없이 좌/우/상/하에 위치하는 모든 클러스터를 의미한다.
- [0040] 릴레이 노드를 결정하는데 두 가지 기준을 사용한다. (1) 하나는 릴레이 노드를 결정하기 위한 대상인 클러스터를 결정하는 순서이다. 특정한 제1 클러스터에 인접한 클러스터가 복수 개 있다면, 컴퓨터 장치는 복수의 클러스터 중 제1 클러스터에 가장 가까운 클러스터를 먼저 선택한다. 이하 제1 클러스터에 가장 가까운 클러스터를 제2 클러스터라고 명명한다. 즉 컴퓨터 장치는 클러스터 중심(클러스터 헤더의 위치)을 기준으로 제1 클러스터에 가장 가까운 클러스터를 제2 클러스터로 선택한다. 제1 클러스터와 제2 클러스터의 중첩 영역에 릴레이 노드가 없다면, 컴퓨터 장치는 현재의 제2 클러스터를 제외하고, 제1 클러스터에서 가장 가까운 클러스터를 새로운 제2 클러스터로 결정한다. (2) 제1 클러스터와 제2 클러스터 사이의 중첩 영역에 센서 노드가 여러 개인 경우 두 클러스터 헤더의 중점에 가장 가까운 센서 노드를 릴레이 노드로 선택한다.
- [0041] (3) 특정한 제1 클러스터와 중첩된 영역을 가진 인접 클러스터가 없다면, 컴퓨터 장치는 클러스터의 위치 또는 클러스터의 식별자를 기준으로 릴레이 노드가 결정되지 않은 다른 클러스터를 찾아 제1 클러스터로 삼고, 릴레이 노드를 결정하는 과정을 반복한다.
- [0042] 도 5는 클러스터 C1을 시작으로 릴레이 노드를 결정하는 예이다. 도 5(A)를 살펴보면, 클러스터 C1과 중첩 영역에서 릴레이 노드를 갖는 인접 클러스터는 클러스터 C2와 클러스터 C5이다. 클러스터 C1과 클러스터 C2 사이의 거리 $d1 <$ 클러스터 C1과 클러스터 C5 사이의 거리 $d2$ 이다. 이 경우 컴퓨터 장치는 클러스터 C2와 클러스터 C5 중에서 클러스터 C1에 보다 가까운 클러스터 C2를 선택한다. 컴퓨터 장치는 클러스터 C1과 클러스터 C2 사이의 중첩 영역에 센서 노드 중에서 릴레이 노드를 결정한다.
- [0043] 도 5(B)는 클러스터 C1과 클러스터 C2 사이의 중첩 영역에 두 개의 센서 노드 $n1$ 과 $n2$ 를 도시한다. 컴퓨터 장치는 $n1$ 과 $n2$ 중에서 클러스터 C1과 클러스터 C2 사이의 중점에 보다 가까운 센서 노드를 선택한다. 클러스터 C1과 $n1$ 사이의 거리 $d4 <$ 클러스터 C1과 $n2$ 사이의 거리 $d3$ 이다. 따라서 컴퓨터 장치는 클러스터 C1과 클러스터 C2 사이의 릴레이 노드로 $n1$ 을 선택한다.
- [0044] 도 5(C) 및 도 5(D)는 전술한 기준에 따라 클러스터 C1에서 클러스터 C4까지 릴레이 노드를 결정한 예이다. 이제 컴퓨터 장치는 릴레이 노드를 결정한 다음 클러스터를 선택한다. 다양한 순서에 따라 다음 클러스터를 선택할 수 있다. 클러스터 C1에서 클러스터 C4 중에서 인접한 클러스터와의 중첩 영역에 릴레이 노드가 있는 경우, 해당 클러스터에서 다시 릴레이 노드를 결정할 수 있다. 또는 새로운 클러스터에서 다시 릴레이 노드를 결정하는 과정을 반복할 수 있다.
- [0045] 이하 새로운 클러스터 C5에서 릴레이 노드를 결정하는 과정을 시작한다고 가정한다. 컴퓨터 장치는 클러스터 C5에서 가장 가까운 클러스터를 먼저 결정한다. 클러스터 C5에서 가장 가까운 클러스터가 클러스터 C1이라고 하면, 컴퓨터 장치는 클러스터 C1과 클러스터 C5 사이의 릴레이 노드를 먼저 결정한다. 이후 컴퓨터 장치는 클러스터 C5에서 다음으로 가까운 클러스터를 결정한다. 컴퓨터 장치는 클러스터 C5와 인접한 클러스터 C6 사이에서 릴레이 노드를 결정한다. 도 5(D)는 클러스터 C5와 클러스터 C6까지 릴레이 노드를 결정한 예이다.

- [0046] 이와 같은 방식으로 컴퓨터 장치는 관심 영역에 존재하는 모든 클러스터에 대하여 인접한 클러스터와의 중첩 영역에 존재하는 릴레이 노드를 결정한다.
- [0049] 이후 과정을 설명하기 위한 용어를 정의한다.
- [0051] - $CH = \{ ch \mid \text{클러스터 헤더} \}$, $|CH|$ = 클러스터 전체 개수
- [0052] - CH_u : 싱크 노드가 결정되지 않은 ch 의 집합
- [0053] - $R = \{ r \mid \text{Relay Node (RN)} \}$
- [0054] - $E = \{ e \mid e = (i, j), ch_i \text{와 } ch_j \text{를 연결하는 edge, } ch_i, ch_j \in CH \}$
- [0055] - $cost(e_{ij})$: $e=(i,j)$ 의 비용, $ch_i, ch_j \in CH$ 에 대해
- [0056] ch_i, ch_j 가 직접 연결되는 경우 $cost(e_{ij}) = 1$
- [0057] ch_i, ch_j 가 r 을 거쳐 연결되는 경우 $cost(e_{ij}) = 2$
- [0058] ch_i, ch_j 가 연결되지 않는 경우 $cost(e_{ij}) = \infty$
- [0059] - $A_i = \{ j \mid \exists e = (i, j), e \in E \}$
- [0060] - $P_{ij} = (i, \dots, k, \dots, j)$: node i 부터 j 까지의 경로, i 는 k 를 거쳐 j 에 도달함, $P_{ij} = P_{ik} + P_{kj}$ 이다.
- [0061] - $dist(i, j)$: 임의의 두 node i 와 j 사이의 경로 길이, i 부터 j 까지의 노드 수에 해당함
- [0062] - 기준 홉 수 (H): 응용의 품질을 만족시키기 위한 제한 홉 수
- [0063] - B_i : ch_i 에서 H 내에 연결 가능한 ch 집합
- [0064]
$$H^2 \leq |B_i| \leq 2H(H-1)$$
- [0065] - C : 싱크 노드의 집합
- [0066] - D_i : ch_i 에서 H 내에 연결 가능한 싱크 노드 후보 집합
- [0068] 컴퓨터 장치는 먼저 각 클러스터 헤더에 대하여 H 이내에서 연결되는 클러스터 헤더의 집합을 구한다. 이때 클러스터 헤더 i 에 대한 클러스터 헤더 집합을 B_i 라고 한다. 클러스터 헤더 집합을 B_i 를 구하는 과정을 설명한다.
- [0069] (1) 먼저 클러스터 헤더 ch_i 에 대하여 노드(릴레이 노드 및 클러스터 헤더)를 통해 H 거리 이내에 연결된 모든 클러스터 헤더를 B_i 에 추가한다. 이 과정을 모든 클러스터 헤더 각각에 대하여 수행한다.
- [0070] (2) 이후 B_i 에 속하는 클러스터 헤더들에 대해서 ch_i 로부터의 거리가 짧은 순서로 클러스터 헤더 ch_j 를 선택한다. 클러스터 헤더 ch_j 에 인접한 클러스터 헤더 ch_k 로의 경로를 찾는다. 클러스터 헤더 ch_j 를 통해 접근 가능한 새로운 클러스터 헤더 ch_k 가 있다면 이를 B_i 에 추가한다. 즉 $B_i = B_i \cup \{ ch_k \}$ 이다. 만약 $(dist(i, j) + e_{jk})$ 이 $dist(i, k)$ 보다 짧다면 $dist(i, k) = dist(i, j) + e_{jk}$ 이 되고 $R_{ik} = R_{ij} + R_{jk}$ 이 된다. $dist(i, ch)$ 가 ' $H-1$ '이하인 모든 클러스터 헤더 ch 를 찾을 때까지 이 과정을 반복한다. 즉, B_i 에서 다음으로 고려될 클러스터 헤더 ch_j 까지의 거리가 $K (\leq H-1)$ 일 때, 거리가 K 인 모든 클러스터 헤더 ch 에 대해서 더 이상 고려할 인접한 ch 가 없을 때까지 이 과정을 반복한다.
- [0072] 이제 모든 클러스터 헤더에 대하여 경로를 통해 기준 홉 거리 H 이내에 도달 가능한 클러스터 헤더 집합이 마련되었다고 가정한다.
- [0073] 현재 싱크 노드집합 $C = \emptyset$ 이다. 싱크 노드가 결정되지 않은 클러스터 헤더의 집합을 CH_u 라고 한다. 아직 클러스터 헤더에 대한 싱크 노드가 결정되지 않았으므로 $CH_u = CH$ 이다. 클러스터 헤더 ch_i 에서 H 내에 연결 가능한 ch 집합은 B_i 로 마련된 상태이다. 클러스터 헤더 ch_i 에서 H 내에 연결 가능한 싱크 노드 후보 집합을 D_i 라고 명

명한다.

[0074] 싱크 노드 집합 C를 구성한다. (1) $\forall ch_i \in CH_u - C$, $\max(|B_i|)$ 인 ch_i 를 싱크 노드 집합(C)에 추가한다. 즉, 클러스터 헤더 중에서 B_i 의 개수가 가장 많은 클러스터 헤더를 C에 추가한다. 이때 $C = C \cup \{ ch_i \}$, $CL_u = CL_u - B_i$ 이다. (2) B_i 에 속한 각 클러스터 헤더 ch 에 대하여 다음 과정을 수행한다. B_i 에 속한 어느 클러스터 헤더 ch_j 에 대하여 자신이 갖는 헤더 집합 B_j 에서 B_i 를 제거한다. $ch_j \in C^c$ 이다. 즉, $\forall ch_j \in C^c$, $B_j = B_j - B_i$ 이다. (3) $CH_u = \emptyset$ 이 될 때까지 전술한 (1)과 (2) 과정을 반복한다.

[0076] 상기 과정을 통해 싱크 노드 집합 C가 일정한 클러스터 헤더를 포함하게 된다. 한편 D_i 는 ch_i 에 대하여 H 거리 범위에서 연결되는 모든 클러스터 헤더에 대한 정보를 포함하고 있다. 이제 C와 D_i 에 포함된 정보를 이용하여 관심 영역의 각 클러스터 헤더에 대한 최종 싱크 노드를 결정한다.

[0077] 먼저 각 클러스터 헤더 ch_i 에 대한 싱크 노드 후보 집합에서 C^c 를 제거한다. 즉 $\forall ch_i \in CH$, $D_i = D_i - C^c$ 이다. 이후 각 클러스터 헤더 ch_i 에 대하여 가장 가까운(연결 홉 수가 가장 적은) 클러스터 헤더의 위치를 최종 싱크 노드의 위치로 결정한다. 즉 $\forall ch_i \in CH$, $\min(\text{dist}(i, j)), \forall ch_j \in D_i$ 인 ch_j 의 위치를 최종 싱크 노드의 위치로 결정한다.

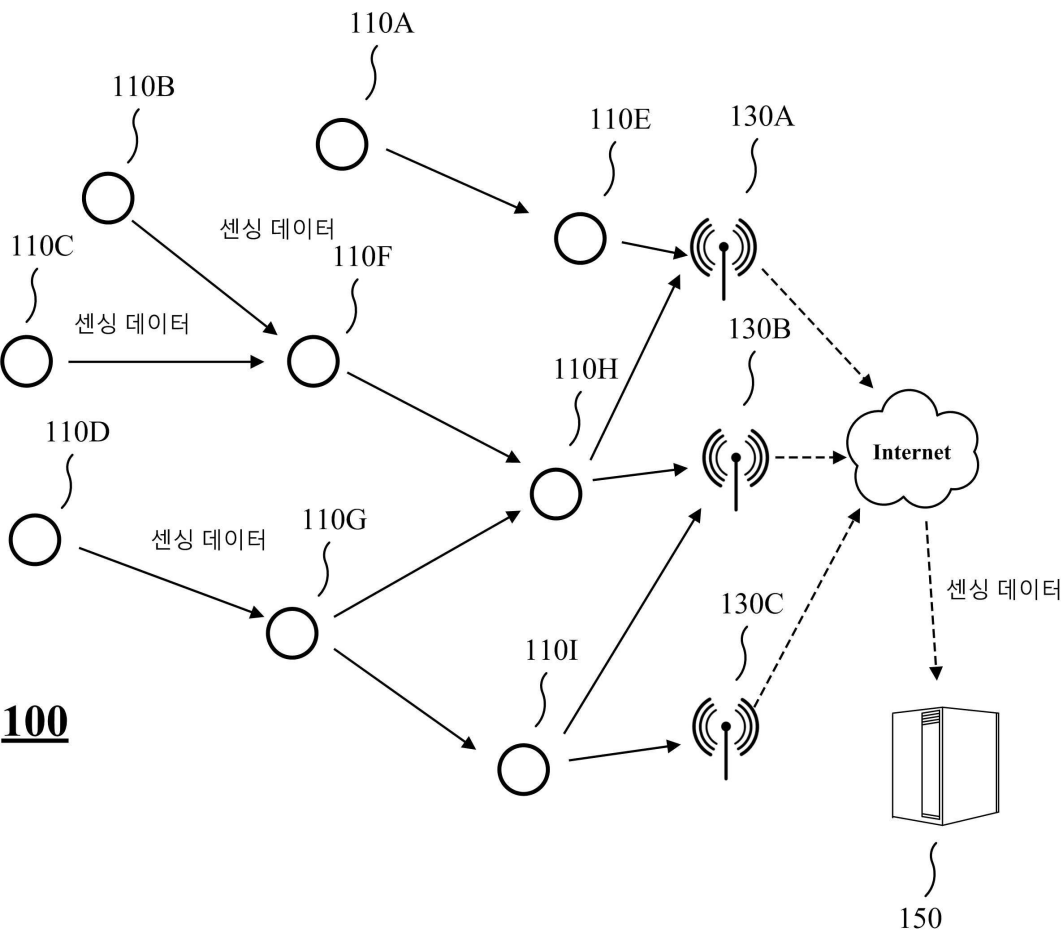
[0079] 본 실시례 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시례는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

부호의 설명

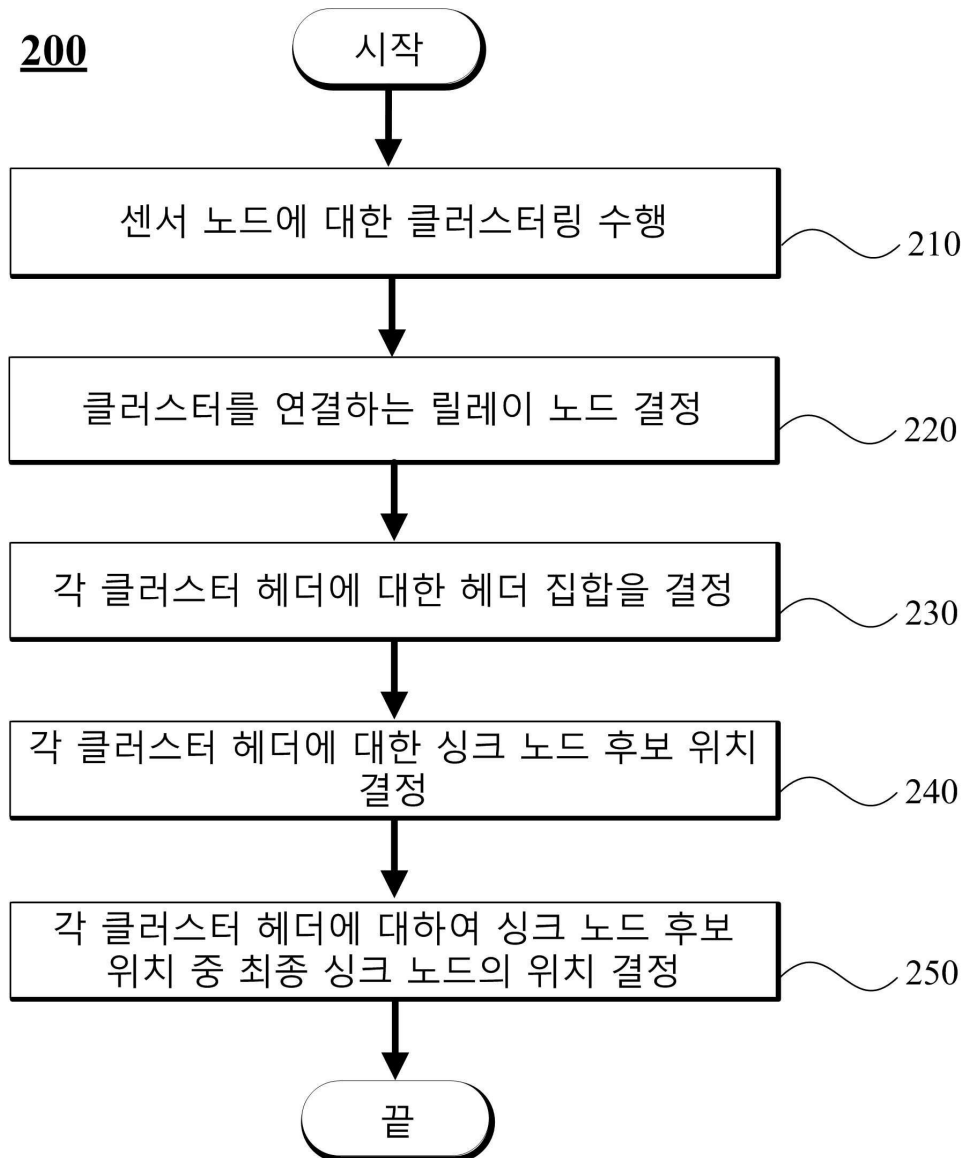
[0080] 100 : 센싱 데이터를 수집하는 시스템
110A 내지 110I : IoT 디바이스
130A 내지 130C : 싱크 노드
150 : 서비스 서버

도면

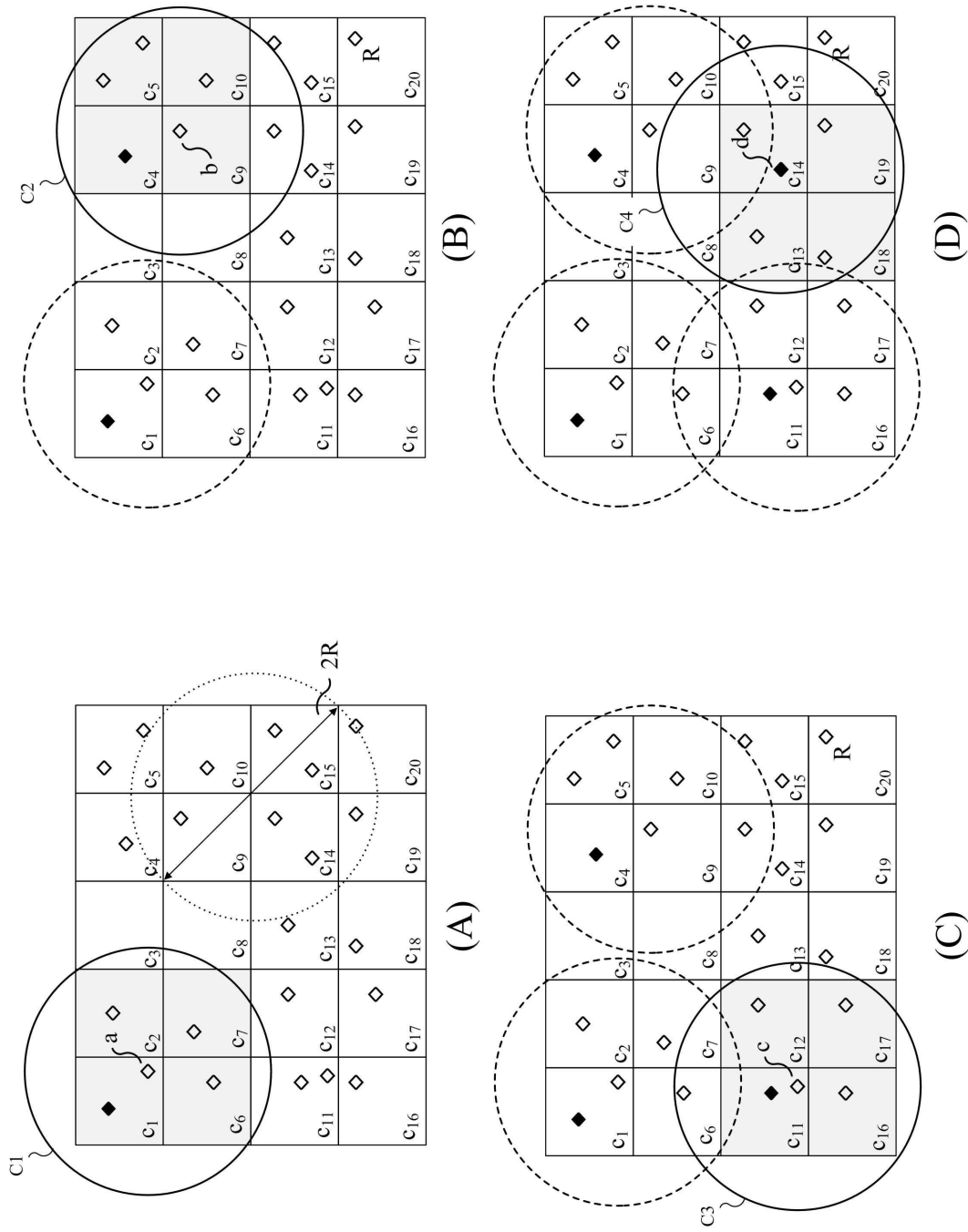
도면1



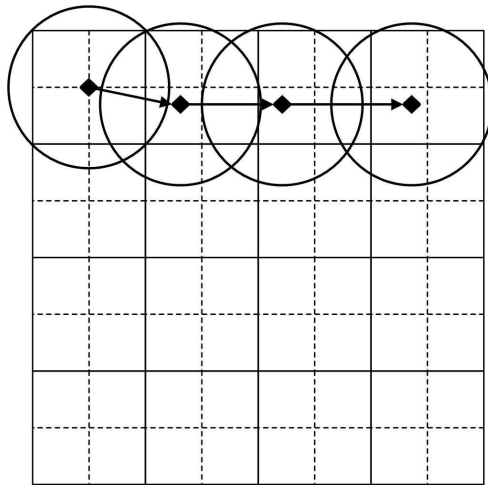
도면2



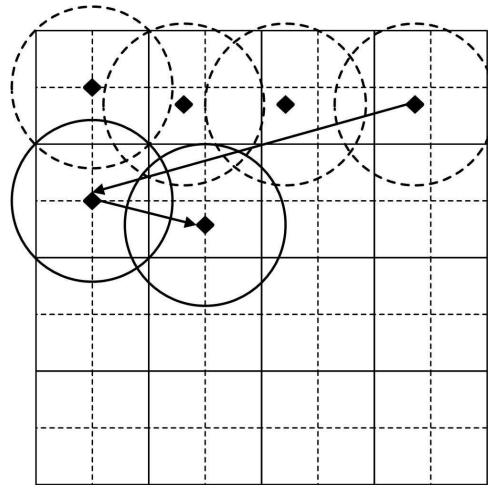
도면3



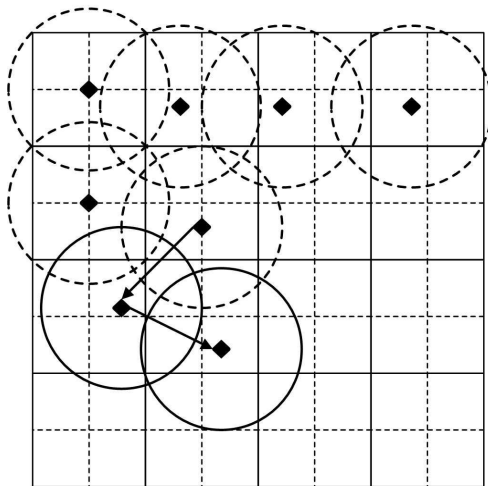
도면4



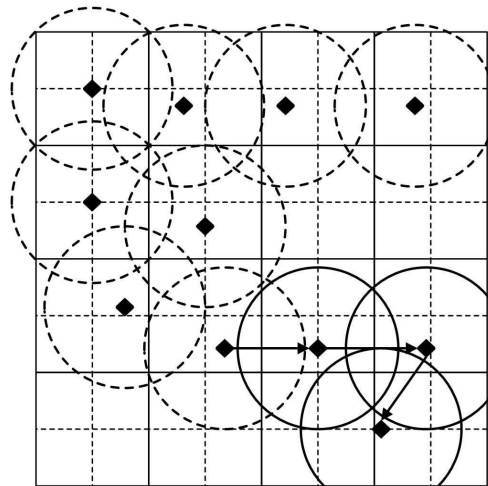
(A)



(B)



(C)



(D)

도면5

