(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0072344
(43) 공개일자 2011년06월29일

(51) Int. Cl.
H04W 16/22 (2009.01) *H04W 84/18* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2009-0129226
(22) 출원일자 2009년12월22일
심사청구일자 없음
기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전 유성구 가정동 161번지
세종대학교산학협력단
서울 광진구 군자동 98 세종대학교
(72) 발명자
이은주
대전광역시 유성구 지족동 반석마을아파트 307-1601
김봉완
대전광역시 유성구 지족동 880 열매마을6단지 610-1402
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

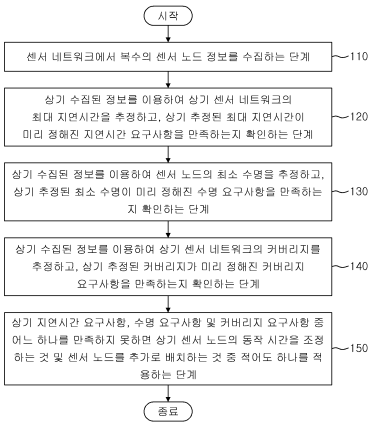
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법

(57) 요 약

센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법을 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법은 센서 네트워크를 구성하는 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계, 수집된 정보를 이용하여 센서 네트워크의 최대 지연시간을 추정하고, 추정된 최대 지연시간이 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계, 수집된 정보를 이용하여 센서 노드의 최소 수명을 추정하고, 추정된 최소 수명이 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계, 수집된 정보를 이용하여 센서 네트워크의 커버리지를 추정하고, 추정된 커버리지가 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계 및 지연시간 요구사항, 수명 요구사항 및 커버리지 요구사항 중 어느 하나를 만족하지 못하면 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다. 따라서, 센서 노드를 필드에 일차적으로 배치한 후에 사용자 요구사항인 지연시간, 수명 및 커버리지 등을 만족할 수 있도록 센서 노드의 배치를 조정할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

주성순

대전 유성구 어은동 한빛아파트 129-1108

채종석

대전광역시 유성구 도룡동 391번지 타운하우스 11동 201호

김형석

서울특별시 서초구 양재동 10-13 미라보빌라 502호

권용원

서울특별시 송파구 오금동 90-3 리치빌 402호

특허청구의 범위

청구항 1

센서 네트워크를 구성하는 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계;

상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 최대 지연시간을 추정하고, 상기 추정된 최대 지연시간이 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계;

상기 수집된 정보를 이용하여 센서 노드의 최소 수명을 추정하고, 상기 추정된 최소 수명이 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계;

상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 커버리지를 추정하고, 상기 추정된 커버리지가 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계; 및

상기 지연시간 요구사항, 수명 요구사항 및 커버리지 요구사항 중 어느 하나를 만족하지 못하면 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계를 포함하여 구성되며,

상기 지연시간 요구사항, 수명 요구사항 및 커버리지 요구사항을 만족하도록 상기 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계 내지 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계를 반복 수행하는 것을 특징으로 하는 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 사용자 요구사항인 지연시간, 수명 및 커버리지 등을 만족할 수 있도록 센서 노드의 배치를 조정할 수 있는 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 무선 센서 네트워크에서 센서 노드를 배치하는 문제는 매우 중요하다. 센서 네트워크는 일반적으로 많은 센서 노드로 구성되며 전력 및 무선 범위 등과 같은 자원이 제한되기 때문에 센서 노드의 배치 형태는 성능에 큰 영향을 줄 수 있다.

[0003] 현재까지 제안된 센서 노드 배치에 대한 알고리즘은 두 가지로 분류된다. 같은 수의 노드로 보다 더 넓은 지역을 커버하도록 배치하고자 하는 목적을 지닌 방법과 배치 후 장시간 네트워크가 운영되었을 때 네트워크 수명을 보다 더 오래 지속시킬 수 있도록 배치하고자 하는 목적을 지닌 방법이다.

[0004] 특히, 네트워크 수명을 성능 지표로 삼는 경우에는 센서값을 최종 수집하는 역할을 하는 통신노드(코디네이터 또는 싱크)에 가까이 있는 센서 노드들의 배터리 전력 소모가 가장 빠르므로, 센서값을 최종 수집하는 역할을 하는 통신노드에 가까이 있는 센서 노드의 수명을 중요하게 처리해야 할 것이다.

[0005] 일반적으로 위에서 언급한 네트워크 커버리지(네트워크 넓이), 네트워크 수명은 상호간 트레이드 오프(trade off)의 관계이다. 즉, 네트워크 수명을 연장시키기 위하여 특정위치 주변으로 센서 노드들을 모아놓으면 다른 지역의 센서 노드들이 부족하여 전체적으로 네트워크 커버리지가 작아지게 된다. 반대의 경우 네트워크 커버리지를 크게 하기 위하여 센서 노드들간 거리를 최대로 분리해놓으면 네트워크의 수명은 짧아지게 된다.

[0006] 센서 노드의 배치는 초기 배치, 초기 배치 후 조정, 그리고 망 운영 중 재배치 등 노드 배치 시기에 따라 3가지로 분류될 수 있다.

[0007] 이중에서 노드의 초기 배치 시 구체적인 배치 위치를 결정하는 연구들이 다수 있다. 이 역시 네트워크 커버리지와 네트워크 수명을 고려하여 최적의 노드 배치 위치를 결정하는 연구들이다. 이 연구결과를 이용하면 미리 배치 위치를 결정하고 이에 따라 수동으로 센서 노드를 배치하는 것이 가능하다.

[0008] 다른 연구로는 초기 배치 시에 센서 노드들을 서로 다른 특성을 갖도록 하여 배치하는 방법도 있는데, 이 연구

에서는 센서 노드의 송신파워, 초기 보유 전력 등을 다르게 하여 배치하려는 것이다.

[0009] 그러나, 현실적으로는 센서 노드를 무작위로 배치하는 경우가 있으며, 미리 센서 노드의 위치를 결정하여 수동으로 배치할지라도 실제 배치하는 필드의 환경에 대한 정확한 고려가 되어 있지 않을 수 있으므로, 현실적인 노드의 특성 및 실질 배치 위치의 오차 등 다양한 현실적인 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 노드의 초기 배치 완료 후 배치를 보완하는 연구가 중요하다.

[0010] 노드의 배치 완료 후 이를 보완하려는 연구 중 하나는 센서 노드가 자체적으로 움직일 수 있다고 가정하여 원하는 위치로 노드들이 움직이도록 하는 것이다.

[0011] 센서 노드들이 움직이는 경우에는 이동 시에 전력 및 시간 비용이 소요되기 때문에 최소한도로 움직여서 적합한 위치에 배치될 수 있도록 알고리즘을 제안하게 된다.

[0012] 그러나, 센서 노드들을 이동시키는 방법은 일반적으로 센서 노드들의 숫자가 많으므로 재배치하는 것에 상당한 비용이 소모되기 때문에 부적합하다.

[0013] 결국, 센서 노드들을 이동하는 것은 비현실적인 면이 있으므로, 센서 노드들의 초기 배치 시 무작위로 배치하거나 또는 수동으로 배치하는 경우 발생하는 문제점들을 배치 직후에 해결하는 것이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0014] 본 발명의 목적은 사용자 요구사항인 지연시간, 수명 및 커버리지 등을 만족할 수 있도록 센서 노드의 배치를 조정할 수 있는 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0015] 상술한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법은 센서 네트워크를 구성하는 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계, 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 최대 지연시간을 추정하고, 상기 추정된 최대 지연시간이 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계, 상기 수집된 정보를 이용하여 센서 노드의 최소 수명을 추정하고, 상기 추정된 최소 수명이 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계, 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 커버리지를 추정하고, 상기 추정된 커버리지가 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계 및 상기 지연시간 요구사항, 수명 요구사항 및 커버리지 요구사항 중 어느 하나를 만족하지 못하면 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계를 포함하여 구성되며, 상기 지연시간 요구사항, 수명 요구사항 및 커버리지 요구사항을 만족하도록 상기 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계 내지 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계를 반복 수행하는 것일 수 있다.

[0016] 여기에서, 상기 센서 노드에 대한 정보는 센서 노드의 위치 정보, 듀티 사이클, 활성화 및 비활성 수면상태 구간 정보, 잔류 전력 정보, 정보 요청 패킷으로부터 얻은 자신의 홉카운트 레벨, 자신의 주소, 센서값 생성 주기 및 송신주기를 포함하여 구성되는 것일 수 있다.

[0017] 여기에서, 센서 네트워크를 구성하는 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계는 정보 수집 노드가 정보 요청 패킷을 송신하는 단계, 상기 정보 요청 패킷을 수신한 상기 복수의 센서 노드가 상기 정보 수집 노드에게 상기 센서 노드 정보 패킷을 생성하여 송신하는 단계 및 상기 센서 노드가 하위 센서 노드에게 홉 카운트를 증가시킨 상기 정보 요청 패킷을 송신하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0018] 여기에서, 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 최대 지연시간을 추정하고, 상기 추정된 최대 지연시간이 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계는 하위 노드가 없는 센서 노드를 검색하는 단계, 상기 검색된 센서 노드 중에서 최대 지연시간을 추정하는 단계 및 상기 추정된 최대 지연시간과 미리 정해진 지연시간 요구사항을 비교하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0019] 여기에서, 상기 수집된 정보를 이용하여 센서 노드의 최소 수명을 추정하고, 상기 추정된 최소 수명이 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계는 최소 홉 카운트를 가진 센서 노드를 검색하는 단계, 상기 검색된 센서 노드 중에서 최소 수명을 추정하는 단계 및 상기 추정된 최소 수명과 미리 정해진 수명 요구사항을 비교하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

[0020] 여기에서, 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 커버리지를 추정하고, 상기 추정된 커버리지가 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계는 상기 센서 노드의 위치 정보를 이용하여 커버리지를 추정하는 단계 및 상기 추정된 커버리지와 미리 정해진 커버리지 요구사항을 비교하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

효 과

[0021] 상기와 같은 본 발명의 일 실시예에 따르면, 센서 노드를 필드에 일차적으로 배치한 후에 사용자 요구사항인 지연시간, 수명 및 커버리지 등을 만족할 수 있도록 센서 노드의 배치를 조정할 수 있다.

[0022] 특히, 센서 노드의 배치 설계 시 필드의 환경을 완전하게 고려하지 못하거나, 배치 상의 오차 등 다양한 원인에 의해 발생하는 이론적인 센서 노드 배치에 관련한 문제를 해결할 수 있다.

[0023] 즉, 실제 배치된 센서 노드로부터 수집된 정보를 사용하므로, 어떤 초기 배치 상태인지에 관계없이 센서 노드의 배치에 있어 실제적인 사용자 요구사항을 만족하게 할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[0025] 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.

[0026] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 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.

[0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0028] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 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.

[0029] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0030] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0032] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법은 센서 네트워크를 구성하는 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계(단계 110), 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 최대 지연시간을 추정하고, 상기 추정된 최대 지연시간이 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계(단계 120), 상기 수집된 정보를 이용하여 센서 노드의 최소 수명을 추정하고, 상기 추정된 최소 수

명이 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계(단계 130), 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 커버리지를 추정하고, 상기 추정된 커버리지가 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계(단계 140) 및 상기 지연시간 요구사항, 수명 요구사항 및 커버리지 요구사항 중 어느 하나를 만족하지 못하면 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계(단계 150)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0033] 더불어, 상기 지연시간 요구사항, 수명 요구사항 및 커버리지 요구사항을 만족하도록 상기 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계(단계 110) 내지 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계(단계 150)를 반복 수행하는 것일 수 있다.

[0034] 일반적인 경우에 센서 노드들은 무작위 또는 사람에 의해 초기 설치되었다고 가정한다. 센서 네트워크에 대한 사용자의 요구사항으로 최대 지연시간, 네트워크 수명, 네트워크 커버리지가 주어진다고 한다. 센서 노드들은 모두 그 특성이 같은 동종 또는 이종 센서노드로 구성될 수 있다.

[0035] 동종 센서 노드로 구성된 네트워크는 초기에 잔류 전력량은 모두 같고, 활성 및 비활성 수면 구간의 길이도 모두 같게 설정되어 있고, 이 값은 센서 네트워크 내에서 모두 같아야 하는 것으로 하고, 라우팅 알고리즘도 모두 같은 것을 사용하는 것으로 한다.

[0036] 이종 센서 노드로 구성된 센서 네트워크는 각 센서가 다르게 세팅될 수 있다. 본 발명에서는 둘 다 사용될 수 있으며, 편의상 동종 센서 노드로 구성된 네트워크를 중심으로 설명한다.

[0037] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계를 설명하기 위한 개념도이다.

[0038] 도 1 및 도 2를 병행하여 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계(단계 110)는 정보 수집 노드가 정보 요청 패킷을 송신하는 단계(단계 211), 상기 정보 요청 패킷을 수신한 상기 복수의 센서 노드가 상기 정보 수집 노드에게 상기 센서 노드 정보 패킷을 생성하여 송신하는 단계(단계 212) 및 상기 센서 노드가 하위 센서 노드에게 홉 카운트를 증가시킨 상기 정보 요청 패킷을 송신하는 단계(단계 213)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0039] 또한, 상기 센서 노드에 대한 정보는 센서 노드의 위치 정보, 듀티 사이클, 활성화 및 비활성 수면상태 구간 정보, 잔류 전력 정보, 정보 요청 패킷으로부터 얻은 자신의 홉카운트 레벨, 자신의 주소, 센서값 생성 주기 및 송신주기를 포함하여 구성되는 것일 수 있다.

[0040] 도 1, 도 2 및 도 3을 병행하여 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계(단계 110)는 먼저, 정보 수집 노드, 즉, 최상위의 노드(서버)는 정보 수집을 위한 정보 요청 패킷을 전체 네트워크의 센서 노드들에게 송신하기 위하여 먼저 주변 센서 노드들에게 송신한다.

[0041] 송신하는 방식은 라우팅 프로토콜에 따라 다르게 송신될 수 있다. 즉, 트리 구조(예: ZigBee의 분산 주소할당 방식)로 되어 있다면 트리 하부로 미리 정해진 트리 토폴로지를 따라 패킷이 전달된다. 트리 구조가 아닌 무작위 주소방식의 구조라면 주변의 모든 노드에게 패킷을 방송 송신한다.

[0042] 정보 요청 패킷은 송신을 시작한 서버로부터 노드 한 개를 거칠 때마다 즉, 한 홉(hop)을 거칠 때마다 정보 요청 패킷 내의 홉카운트 레벨을 1씩 증가시킨다. 정보 요청 패킷은 정보 요청 메시지 표시와 정보 수집 노드 주소, 홉카운트 레벨 등의 내용을 포함하여 구성될 수 있다.

[0043] 센서 네트워크 내의 센서 노드는 정보 요청 패킷을 수신 받으면 이를 다시 이웃한 노드들에 송신하는데, 이후 더 이상 다른 이웃 노드가 송신하는 정보 요청 패킷이 들리지 않거나 트리구조에서 자신의 하위노드가 없는 최하단 노드라면 자신을 서버로부터 가장 멀리 떨어진 센서 노드로 추정할 수 있다.

[0044] 이 경우에 정보 요청 패킷을 자신에게 보냈던 이웃 노드에게 자신의 정보를 담은 센서 노드 정보 패킷을 전달한다. 상기 센서 노드 정보 패킷은 노드의 위치 정보, 듀티 사이클, 활성화 및 비활성 수면상태 구간 정보(모든 노드가 동일하다면 불필요), 잔류 전력 정보, 정보 요청 패킷으로부터 얻은 자신의 홉카운트 레벨, 자신의 주소, 센서값 생성 주기 및 송신주기 등을 포함하여 구성될 수 있다.

[0045] 상기 노드 정보 패킷은 한 단계씩 송신되어 정보 수집 노드를 향해서 전달된다. 센서 네트워크에서는 이 정보 패킷들은 aggregation 기술을 이용하여 복수개의 노드 정보들이 하나의 패킷으로 결합되어 전달될 수 있을 것이다.

[0046] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 최대 지연시간을 추정하고, 상기 추정된 최대 지연시간이 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0047] 도 1 및 도 4를 병행하여 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 최대 지연시간을 추정하고, 상기 추정된 최대 지연시간이 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계(단계 120)는 하위 노드가 없는 센서 노드를 검색하는 단계(단계 421), 상기 검색된 센서 노드 중에서 최대 지연시간을 추정하는 단계(단계 422) 및 상기 추정된 최대 지연시간과 미리 정해진 지연시간 요구사항을 비교하는 단계(단계 423)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0048] 상기 정보 수집 노드는 전달받은 정보 패킷들을 토대로 하여 가장 멀리 떨어진 노드의 홉카운트 레벨을 알 수 있다. 만약 센서노드들의 특성이 모두 같다면, 네트워크에서 가장 센서 정보 전달이 오래 걸리는 노드는 가장 큰 홉카운트를 가진 노드일 것이다.

[0049] 정보 수집 노드로 오는 경로에 있는 노드의 활성 및 비활성 수면 구간 정보, 홉카운트 레벨 및 토폴로지 체계 등을 기반으로 상기 센서 노드로부터 정보 수집 노드까지의 최대 지연시간 추정 계산이 가능하다.

[0050] 예를 들어, 2홉으로 구성되고 각 노드의 비활성 수면구간이 5초라면, 전달되는데 소요되는 최대 지연시간은 센서 노드 수면으로 인하여 송신 시 대기하는 시간을 고려하고, 전송에 소요되는 시간을 비교적 짧아서 무시할 수 있다고 한다면 약 10초가 될 것이다.

[0051] 상기 미리 정해진 지연시간 요구사항 중 최대 지연시간이 추정된 최대 지연시간보다 더 작다면, 요구사항을 만족시키기 위하여 센서노드의 홉카운트를 줄이거나 지연되는 비활성 수면구간을 짧게 하여야 하는데, 홉카운트를 줄일 수 있는 방법은 없기 때문에 비활성 수면 구간을 줄이는 방법, 즉, 같은 프레임 구간에서의 듀티 사이클을 증가시키는 시도를 할 수 있을 것이다.

[0052] 상기와 같이 듀티 사이클을 증가시키는 시도 등은 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계(단계 150)에서 수행될 수 있을 것이다.

[0053] 또한, 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계(단계 150)에서 상기 노드들에 대한 듀티 사이클을 증가시킨 다음 상기 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족할 때까지 반복적인 계산과 수정을 수행할 수 있을 것이다.

[0054] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 상기 수집된 정보를 이용하여 센서 노드의 최소 수명을 추정하고, 상기 추정된 최소 수명이 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0055] 도 1 및 도 5를 병행하여 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 상기 수집된 정보를 이용하여 센서 노드의 최소 수명을 추정하고, 상기 추정된 최소 수명이 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계(단계 130)는 최소 홉 카운트를 가진 센서 노드를 검색하는 단계(단계 531), 상기 검색된 센서 노드 중에서 최소 수명을 추정하는 단계(단계 532) 및 상기 추정된 최소 수명과 미리 정해진 수명 요구사항을 비교하는 단계(단계 533)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0056] 추가적으로, 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계(단계 150)에서는 상기 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하기 위하여 동작 시간(듀티 사이클)을 감소시킬 수 있다.

[0057] 여기에서, 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계(단계 150)는 듀티 사이클의 감소 횟수가 미리 정해진 듀티 사이클의 감소 횟수보다 작은 경우에만 듀티 사이클의 감소를 실행하는 것일 수 있으며, 듀티 사이클의 감소 횟수가 미리 정해진 감소 횟수보다 크거나

같은 경우에는 센서 노드를 추가하는 것을 실행하는 것일 수 있다.

[0058] n대1(n은 1보다 큰 자연수) 데이터 전송 또는 수집을 트래픽의 특성으로 가지는 센서 네트워크에서는 센서 노드들이 센서값을 측정하여 정보 수집 노드로 전송해야 한다. 또한 센서값은 정보 수집 노드까지 복수개의 홉을 거쳐 전달될 수 있다.

[0059] 따라서, 모든 센서 노드가 센서값을 정보 수집 노드로 전달한다고 하였을 때 정보 수집 노드에서 가까운 노드들, 즉 홉카운트 레벨이 1인 노드들의 전력 소비가 가장 많을 것이다. 즉, 지연시간은 가장 홉카운트가 큰 노드, 네트워크 수명은 홉카운트(hop count)가 가장 작은 노드들에 초점을 맞추어야 함을 알 수 있다.

[0060] 홉카운트 레벨이 1인 노드들에 대해 수집된 정보와 하위 노드들 및 노드 자신에 대한 송신 주기를 고려하여 전력량이 완전 소비될 시간을 계산할 수 있다. 상기 계산에 의하여 홉카운트가 1인 노드들 중에서 가장 수명이 짧은 노드의 수명을 사용자 요구사항과 비교한다.

[0061] 만약, 어떤 센서 노드의 추정 수명값이 미리 정해진 사용자 수명 요구사항보다 짧다면, 센서 노드들의 비활성 휴면 시간을 좀 더 늘리는 것으로, 전력소비를 줄여 센서노드의 수명을 길게 할 수 있다. 단, 휴면 시간은 상기 센서 노드의 하위 노드들 중의 최소 센서 측정치 전송 주기보다 클 수는 없다.

[0062] 휴면 시간을 늘리는 것은 최대 지연시간 요구사항을 만족하기 위해서 휴면 시간을 줄이는 것과 대치하므로 반복 계산을 통해서 두 요구사항이 모두 만족될 수 있도록 노력한다. 그러나, 정해진 몇 회 동안 반복 계산을 하였으나 노드수명 요구사항이 만족되기가 어려워 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하지 못한다면, 센서 노드를 추가로 배치할 수 있다.

[0063] 수명 요구사항을 만족하지 못하는 센서 노드 근처에 센서 노드를 추가하여 전력 소비량을 줄이기 위해 다음의 방법을 사용한다. 수명 요구사항을 만족하지 못하는 노드들 중 홉카운트 레벨이 가장 큰 구역에 있는 센서 노드의 근처에 센서 노드를 추가하여 배치하고 데이터 전송을 분배시킬 수 있도록 이들을 클러스터링하여 교대로 사용하게 한다.

[0064] 프레임 별로 또는 정해진 복수의 프레임 별로 교대로 노드를 사용하게 하여 약 2배의 수명 연장을 시켜서 수명 요구사항을 만족하도록 한다.

[0065] 이는 반대로 추정 수명값이 사용자 요구 수명보다 커서 만족한다면, 센서를 좀더 붙여 커버리지를 확장하는 것이 가능하다는 의미이다. 따라서, 수집된 센서노드 위치정보를 기반으로 네트워크 전체 커버리지를 추정하여 이 결과에 따라 커버리지를 확장할지에 대한 조치를 할 수 있으며, 이때 센서 노드 추가에 의한 지연시간 및 네트워크 수명에도 영향을 주게 되므로 지연시간, 커버리지, 추정수명값이 모두 요구사항을 만족할 수 있도록 피드백 정보를 기반으로 계산한다.

[0066] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 커버리지를 추정하고, 상기 추정된 커버리지가 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0067] 도 1 및 도 6을 병행하여 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 커버리지를 추정하고, 상기 추정된 커버리지가 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계(단계 140)는 상기 센서 노드의 위치 정보를 이용하여 커버리지를 추정하는 단계(단계 641) 및 상기 추정된 커버리지와 미리 정해진 커버리지 요구사항을 비교하는 단계(단계 642)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0068] 센서 노드들의 위치정보를 수집하면 이를 토대로 커버리지를 추정할 수 있다. 커버리지는 센서 커버리지와 통신 커버리지로 분류될 수 있으며 일반적으로 통신 커버리지가 더 크다.

[0069] 여기에서는 통신 커버리지만을 다루기로 한다. 위치정보 수집이 불가능한 네트워크에서는 홉카운트 레벨의 최대값으로 커버리지를 추정하여 사용할 수 있다. 센서노드 신규 설치 후에는 다시 피드백 정보를 수집하여 사용자 요구사항이 만족될 때까지 상기 전체의 과정을 반복할 수 있다.

[0070] 즉, 상기 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법은 상기 미리 정해진 시간지연 요구사항, 상기 미리 정해진 수명 요구사항 및 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족할 때까지 미리 정해진 반복 횟수 이내에서 반복적으로 수행되는 것일 수 있다.

[0071] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0072] 도 7을 참조하면, 상기 센서 네트워크의 센서 노드들이 모두 동일하고, 네트워크 내의 모든 센서 노드는 듀티 사이클 즉 전원을 절약하기 위하여 전체 시간에서 액티브 구간의 비율이 모두 같다고 가정하였을 때, 센서 노드 배치에 대한 재조정 알고리즘으로 미리 정해진 3가지 요구사항인 지연시간, 네트워크 수명, 커버리지를 모두 만족할 수 있는 센서 네트워크의 센서 노드 배치를 할 수 있을 것이다.

[0073] 도 8을 참조하면, 상기 센서 네트워크의 센서 노드들이 다른 경우를 나타내고 있다. 만약, 센서 노드들의 듀티 사이클이 각각 다르게 세팅될 수 있고, 센서 네트워크의 정보 수집 노드에서 가장 멀리 떨어진 노드가 항상 지연시간이 가장 크지 않을 수 있다면, 도 8과 같은 알고리즘을 사용할 수도 있을 것이다.

[0074] 이상 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0075] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0076] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 센서 네트워크를 구성하는 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0077] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 센서 네트워크를 구성하는 복수의 센서 노드에 대한 정보를 수집하는 단계를 설명하기 위한 개념도이다.

[0078] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 최대 지연시간을 추정하고, 상기 추정된 최대 지연시간이 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0079] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 상기 수집된 정보를 이용하여 센서 노드의 최소 수명을 추정하고, 상기 추정된 최소 수명이 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

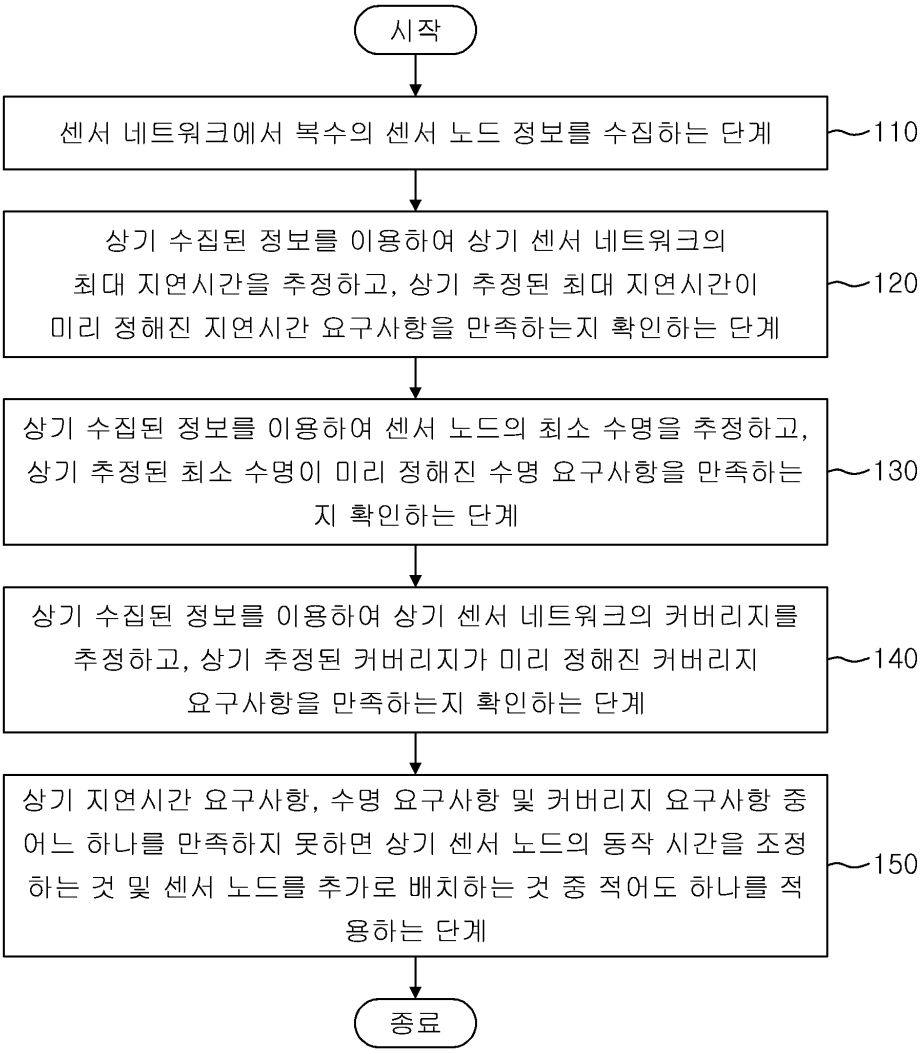
[0080] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법에서 상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 커버리지를 추정하고, 상기 추정된 커버리지가 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0081] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

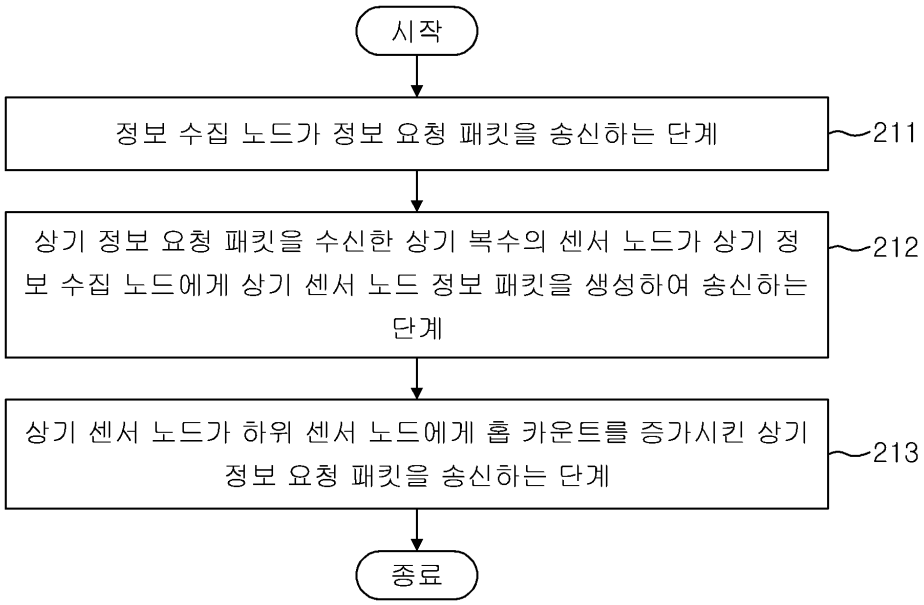
[0082] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 센서 노드 배치 조정 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도면

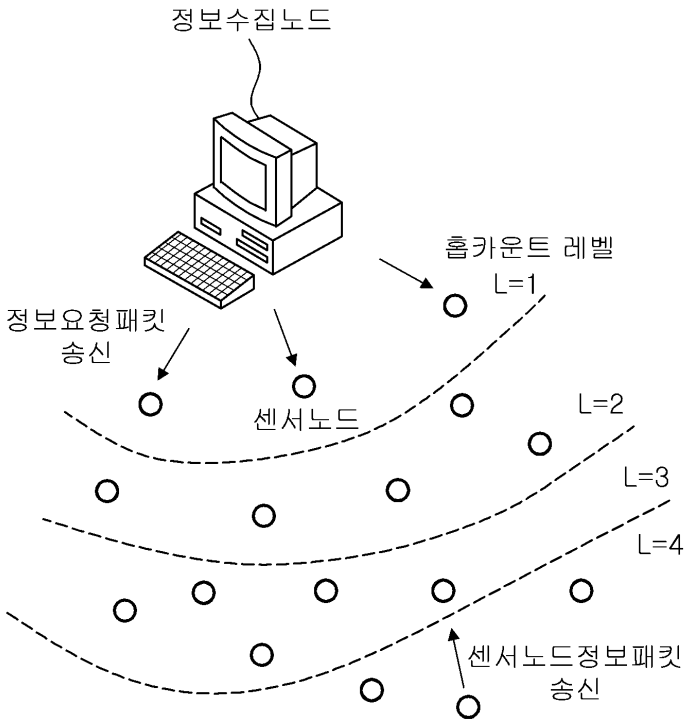
도면1


시작
센서 네트워크에서 복수의 센서 노드 정보를 수집하는 단계
110
상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 최대 지연시간을 추정하고, 상기 추정된 최대 지연시간이 미리 정해진 지연시간 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계
120
상기 수집된 정보를 이용하여 센서 노드의 최소 수명을 추정하고, 상기 추정된 최소 수명이 미리 정해진 수명 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계
130
상기 수집된 정보를 이용하여 상기 센서 네트워크의 커버리지를 추정하고, 상기 추정된 커버리지가 미리 정해진 커버리지 요구사항을 만족하는지 확인하는 단계
140
상기 지연시간 요구사항, 수명 요구사항 및 커버리지 요구사항 중 어느 하나를 만족하지 못하면 상기 센서 노드의 동작 시간을 조정하는 것 및 센서 노드를 추가로 배치하는 것 중 적어도 하나를 적용하는 단계
150
종료

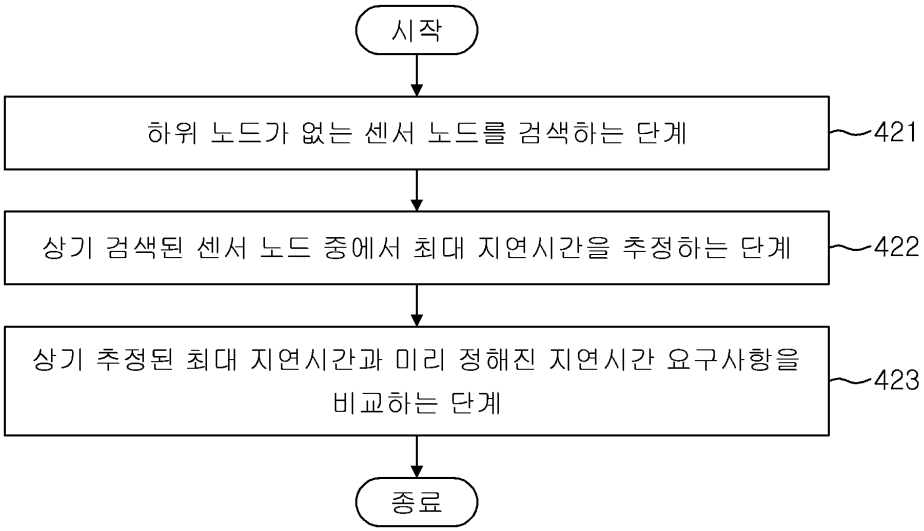
도면2


시작
정보 수집 노드가 정보 요청 패킷을 송신하는 단계
211
상기 정보 요청 패킷을 수신한 상기 복수의 센서 노드가 상기 정보 수집 노드에게 상기 센서 노드 정보 패킷을 생성하여 송신하는 단계
212
상기 센서 노드가 하위 센서 노드에게 홉 카운트를 증가시킨 상기 정보 요청 패킷을 송신하는 단계
213
종료

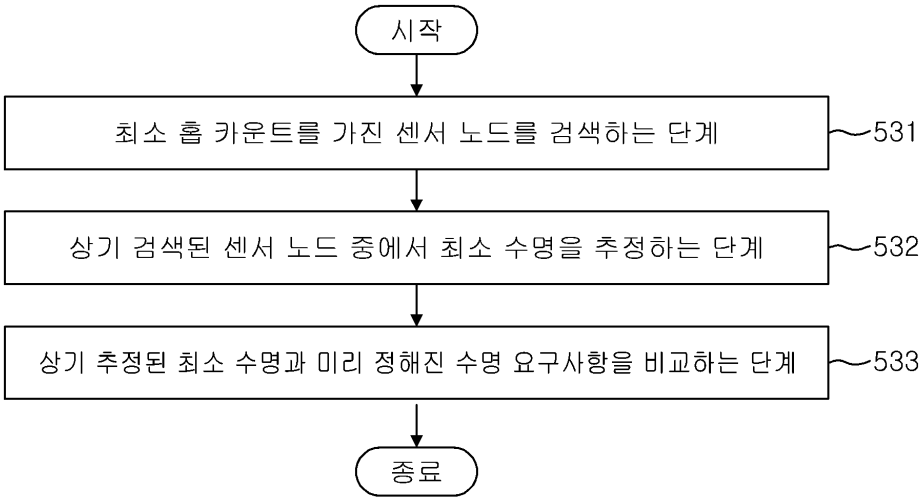
도면3


정보수집노드
홉카운트 레벨
L=1
정보요청패킷
송신
센서노드
L=2
L=3
L=4
센서노드정보패킷
송신

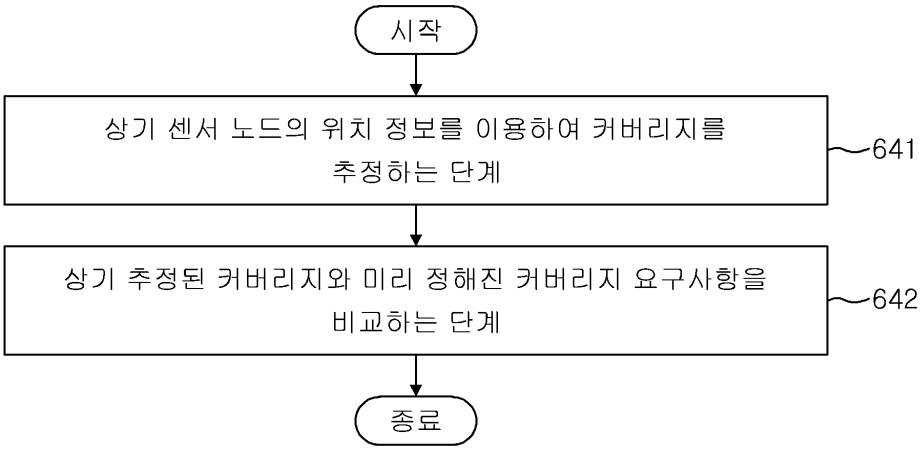
도면4


시작
하위 노드가 없는 센서 노드를 검색하는 단계
421
상기 검색된 센서 노드 중에서 최대 지연시간을 추정하는 단계
422
상기 추정된 최대 지연시간과 미리 정해진 지연시간 요구사항을 비교하는 단계
423
종료

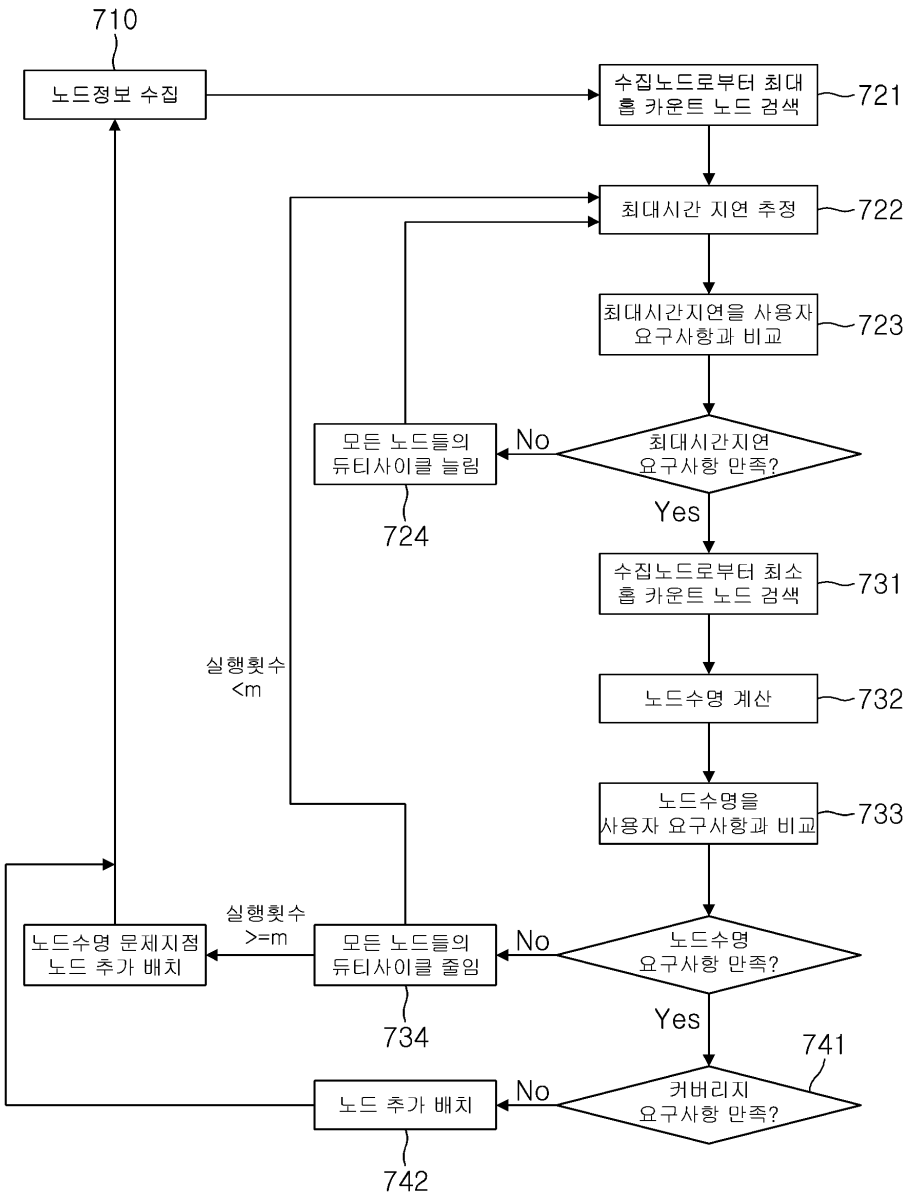
도면5


시작
최소 홉 카운트를 가진 센서 노드를 검색하는 단계
531
상기 검색된 센서 노드 중에서 최소 수명을 추정하는 단계
532
상기 추정된 최소 수명과 미리 정해진 수명 요구사항을 비교하는 단계
533
종료

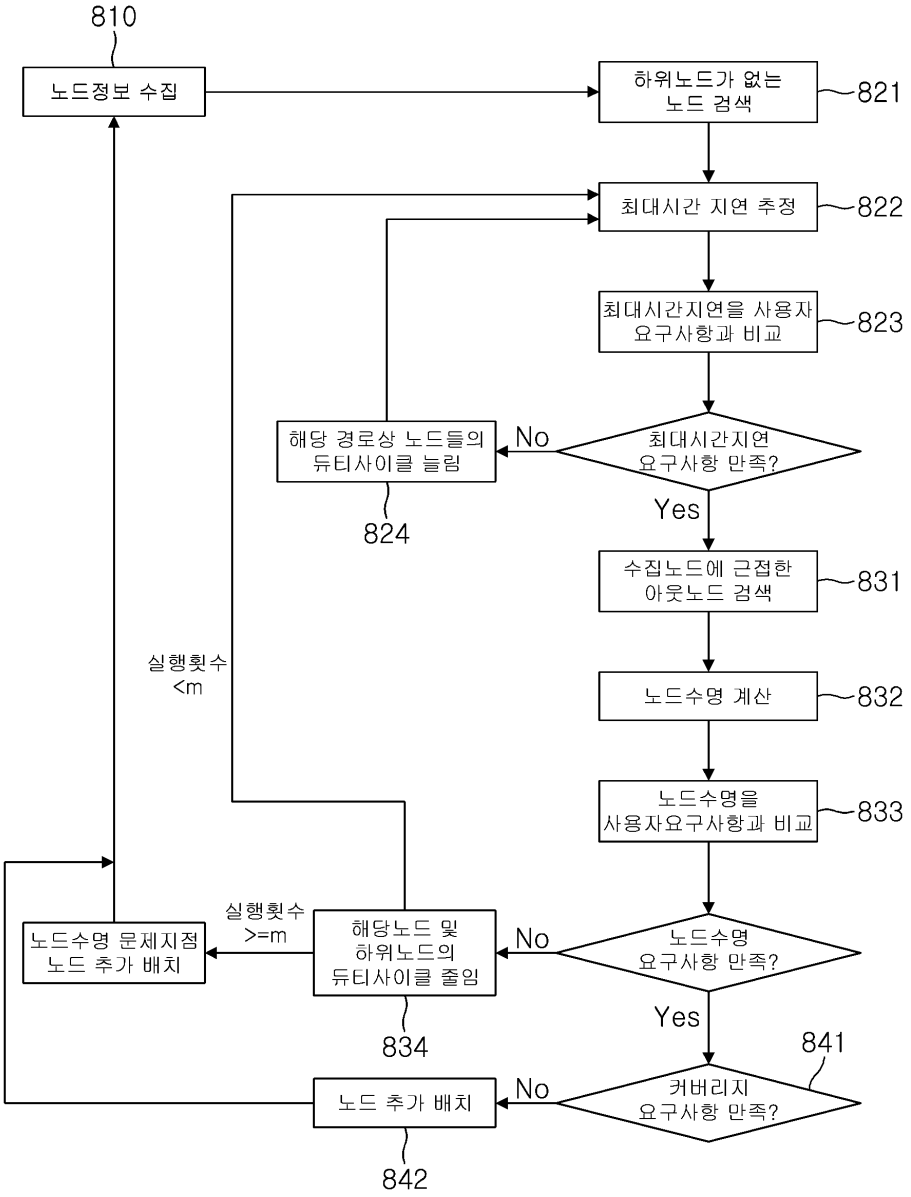
도면6


시작
상기 센서 노드의 위치 정보를 이용하여 커버리지를 추정하는 단계
641
상기 추정된 커버리지와 미리 정해진 커버리지 요구사항을 비교하는 단계
642
종료

도면7


710
노드정보 수집
수집노드로부터 최대 홉 카운트 노드 검색
721
최대시간 지연 추정
722
최대시간지연을 사용자 요구사항과 비교
723
최대시간지연 요구사항 만족?
No
모든 노드들의 듀티사이클 늘림
724
Yes
수집노드로부터 최소 홉 카운트 노드 검색
731
노드수명 계산
732
노드수명을 사용자 요구사항과 비교
733
노드수명 요구사항 만족?
No
모든 노드들의 듀티사이클 줄임
734
실행횟수 >=m
노드수명 문제지점 노드 추가 배치
실행횟수 <m
Yes
741
커버리지 요구사항 만족?
No
노드 추가 배치
742

도면8


810
노드정보 수집
하위노드가 없는
노드 검색
821
최대시간 지연 추정
822
최대시간지연을 사용자
요구사항과 비교
823
No
최대시간지연
요구사항 만족?
해당 경로상 노드들의
듀티사이클 늘림
824
Yes
수집노드에 근접한
아웃노드 검색
831
실행횟수
<m
노드수명 계산
832
노드수명을
사용자요구사항과 비교
833
실행횟수
>=m
No
노드수명
요구사항 만족?
노드수명 문제지점
노드 추가 배치
해당노드 및
하위노드의
듀티사이클 줄임
834
Yes
841
No
커버리지
요구사항 만족?
노드 추가 배치
842