(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0044295
(43) 공개일자 2009년05월07일

(51) Int. Cl.
H04L 12/28 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0110336
(22) 출원일자 2007년10월31일
심사청구일자 2007년10월31일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
김성석
서울 성북구 정릉동 16-1 서경대학교 한림관 1108호
양순옥
서울 성북구 안암동5가 고려대학교 컴퓨터정보통신연구소 208B호
(74) 대리인
현종철

전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법,센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템및 이를 기록한 기록매체

(57) 요 약

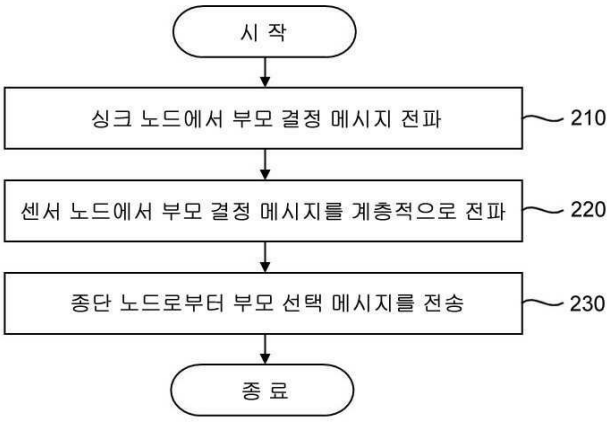
센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법, 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템 및 이를 기록한 기록매체가 개시된다.

본 발명에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법은,

(a) 싱크 노드에서 복수 개의 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크로 싱크 노드 자신의 위치 정보 및 상기 싱크 노드의 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 전파하는 단계; (b) 상기 싱크 노드로부터 부모 결정 메시지를 수신한 센서 노드에서 센서 노드 자신의 위치 정보, 센서 노드가 위치한 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 하위 센서 노드로 계층적으로 전파하는 단계; 및 (c) 상기 부모 결정 메시지를 수신한 종단 노드로부터 상기 싱크 노드까지 센서 노드 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 센서 노드가 센싱한 속성 정보에 따른 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계를 포함한다.

본 발명에 의하면, 센서 네트워크의 망 구성에 수반되는 데이터 전송의 수를 줄여 에너지 소모를 줄일 수 있고, 센서 네트워크의 관리 범위를 부모 자식 노드간에 효율적으로 분배하여 불필요한 노드에게 데이터 전송을 수행하지 않음으로써 효율적인 센서 네트워크의 관리를 수행할 수 있고, 특정 센서 노드의 센서가 작동하지 않을 경우 라우팅 변경 작업을 수행하지 않고도 센서 네트워크를 재구성할 수 있으며, 센서 노드의 특정 범위의 속성값에 대한 갱신이 발생한 경우 센서 노드간의 속성값의 비교를 통하여 최소한의 부모 노드에만 그 속성값의 변경을 전송함으로써 망의 관리를 용이하게 수행할 수 있는 효과가 있다.

대 표 도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

(a) 싱크 노드에서 복수 개의 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크로 싱크 노드 자신의 위치 정보 및 상기 싱크 노드의 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 전파하는 단계;

(b) 상기 싱크 노드로부터 부모 결정 메시지를 수신한 센서 노드에서 센서 노드 자신의 위치 정보, 센서 노드가 위치한 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 하위 센서 노드로 계층적으로 전파하는 단계; 및

(c) 상기 부모 결정 메시지를 수신한 종단 노드로부터 상기 싱크 노드까지 센서 노드 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 센서 노드가 센싱한 속성 정보에 따른 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계를 포함하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 섹터 비트는

상기 센서 네트워크에 존재하는 센서 노드의 갯수에 따라 복수 개의 범위로 분할된 섹터에 의해 상기 섹터 비트의 비트수가 미리 결정되는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 섹터 비트는

상기 센서 노드에서 센싱된 속성 정보에 따른 섹터 비트와 상기 센서 노드의 자식 노드에서 센싱된 속성정보에 따른 섹터 비트를 논리합 연산한 데이터인 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계는

상기 센서 노드에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값을 비교하여, 홉 값이 더 적은 부모 결정 메시지를 전송한 센서 노드를 부모 노드로 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계는

상기 센서 노드에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우, 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값이 동일할 경우, 상기 부모 결정 메시지에 포함된 센서 노드의 위치 정보에 따라 상기 센서 노드와 가장 가까운 거리에 존재하는 센서 노드를 부모 노드로 선택하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계는

상기 센서 노드에서 특정 주기마다 검출하는 속성 정보에 따른 섹터 비트가 상기 센서 노드에서 저장하고 있는

섹터 비트와 다른 경우, 상기 센서 노드의 부모 노드로 상기 검출된 속성 정보에 따른 섹터 비트를 전송하는 단계; 및

상기 부모 노드에서 상기 전송된 섹터 비트와 자신의 섹터 비트를 논리합 연산하고, 논리합 연산의 결과값이 동일할 때까지 상위 노드로 계층적으로 상기 논리합 연산의 결과값을 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계는

특정 사용자로부터 상기 센서 네트워크로 특정 질의가 전송되면, 상기 센서 네트워크의 상위 계층의 센서 노드에서 하위 계층의 센서 노드로 상기 특정 질의를 전파하고 상기 센서 노드는 자신의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수에 기반하여 설정된 시간 동안 하위 계층의 센서 노드의 응답을 대기하는 단계; 및

상기 설정된 시간 내에 상기 질의에 대응하는 섹터 비트가 상기 상위 계층의 센서 노드로 전송되면 상기 섹터 비트를 부모 노드로 전송하고, 상기 설정된 시간 내에 상기 섹터 비트가 전송되지 않을 경우 상기 하위 계층으로의 상기 특정 질의를 종료하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 종단 노드는

상기 전송한 부모 결정 메시지에 대응되는 부모 선택 메시지를 수신하지 않은 노드를 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 9

(a) 싱크 노드에서 복수 개의 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크로 싱크 노드 자신의 위치 정보 및 상기 싱크 노드의 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 전파하는 단계;

(b) 상기 부모 결정 메시지를 수신한 센서 노드에서 센서 노드 자신의 위치 정보, 센서 노드가 위치한 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 하위 센서 노드로 계층적으로 전파하는 단계;

(c) 상기 부모 결정 메시지를 수신한 종단 노드로부터 상기 싱크 노드까지 센서 노드 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 센서 노드가 센싱한 속성 정보에 따른 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계;

(d) 상기 부모 결정 메시지에 따라 센서 네트워크가 구성된 후, 상기 센서 네트워크에서 센싱 불능 노드가 존재하면, 상기 싱크 노드에서 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드 중 특정 자손 노드와 통신 가능한 통신 가능 노드를 탐색하는 단계; 및

(e) 상기 통신 가능 노드가 존재하는 경우, 상기 통신 가능 노드로부터 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드로 상기 (b) 과정에 따라 부모 결정 메시지를 전송하고, 상기 (c) 과정에 따라 부모 선택 메시지를 수신하여 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드를 재배치하는 단계를 포함하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 통신 가능 노드를 탐색하는 단계는

상기 센싱 불량이 발생한 특정 센서 노드에서 센서 오류 메시지를 상기 센서 네트워크에 전파하고 상기 센서 네트워크에서 이탈하는 단계; 및

상기 센서 오류 메시지를 수신한 센서 노드에서 상기 특정 센서 노드의 이탈을 상기 싱크 노드에 전송하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키도록 프로그램으로 기록된 기록매체.

청구항 12

싱크 노드와 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템에 있어서,

상기 센서 노드는

소정의 센서에 의해 센싱된 속성 정보, 위치 정보, 센서 네트워크에서의 상기 센서 노드의 홉 수 및 자식 노드의 노드 정보를 저장하는 저장부;

상기 센서 노드의 속성 정보를 복수 개의 섹터 비트로 변환하는 섹터 비트 변환부;

상기 싱크 노드 또는 다른 센서 노드가 전송한 홉 수에 따라 자신의 부모 노드를 결정하고, 상기 센서 노드 자신의 섹터 비트와 자식 노드의 섹터 비트를 입력값으로 하여 논리합 연산을 수행하는 연산부; 및

자신의 위치 정보, 상기 센서 노드 자신의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 생성하는 부모 선택 메시지 생성부를 포함하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 섹터 비트는

상기 센서 네트워크에 존재하는 센서 노드의 갯수에 따라 복수 개의 범위로 분할된 섹터에 의해 상기 섹터 비트의 비트수가 미리 결정되는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 섹터 비트는

상기 센서 노드에서 센싱된 속성 정보에 따른 섹터 비트와 상기 센서 노드의 자식 노드에서 센싱된 속성정보에 따른 섹터 비트를 논리합 연산한 데이터인 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 연산부는

상기 센서 노드에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값을 비교하여, 홉 값이 더 적은 부모 결정 메시지를 전송한 센서 노드를 부모 노드로 선택하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템.

청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 연산부는

상기 센서 노드에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우, 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값이 동일할 경우, 상기 부모 결정 메시지에 포함된 센서 노드의 위치 정보에 따라 상기 센서 노드와 가장 가까운 거리에 존재하는 센서 노드를 부모 노드로 선택하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 섹터 비트 변환부는

상기 센서 노드에서 특정 주기마다 검출하는 속성 정보에 따른 섹터 비트가 상기 센서 노드에서 저장하고 있는 섹터 비트와 다른 경우, 상기 센서 노드의 부모 노드로 상기 검출된 속성 정보에 따른 섹터 비트를 전송하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템.

청구항 18

제 12 항에 있어서,

상기 연산부는

자식 노드에서 전송된 섹터 비트와 자신의 섹터 비트를 논리합 연산하고, 논리합 연산의 결과값이 동일할 때까지 상위 노드로 계층적으로 상기 논리합 연산의 결과값을 전송하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 센서 네트워크에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다차원 속성 질의에 대한 센서 네트워크의 망 구성에 있어서 에너지 소모를 줄여 효율적인 네트워크 구성을 수행할 수 있고, 센서 네트워크의 센서 노드의 센싱 데이터 값의 범위 또는 센서 노드의 역할에 변경이 발생하였을 경우에도 에너지 효율적으로 센서 네트워크의 구조를 갱신할 수 있는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법, 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템 및 이를 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 무선 유비쿼터스 환경에서 센서 노드와 다른 센서 노드 간의 연결체인 센서 네트워크를 형성하는 다양한 방법들이 제시되고 있다.

<3> 이러한 다양한 센서 네트워크의 체계는 센서 네트워크를 지역적인 형태나 소규모로 구성하는 방법과 광역적인 형태로 전체 네트워크를 구성하는 방법이 주요 관점으로 연구되고 있으며, 무선 애드혹(adhoc) 체계나 인터넷 프로토콜(Internet Protocol:IP) 망 체계의 방법이 부분적으로 적용되고 있다.

<4> 제한된 기능과 한정적인 전력을 보유한 센서들을 망으로 결합하여 원하는 센서 노드로 데이터를 전송하는 방법에는 구조적인 트리 형태가 보편화 되고 있다.

<5> 이러한 구조적 트리 형태는 센서 노드를 원하는 응용 영역에 확산 배포하여 상위 노드와 하위 노드의 갯수를 파악하고 각각 중간 노드들을 부모 노드와 자식 노드 간의 링크를 설정하고, 각 자식 노드는 다시 하위 자식 노드와 링크되어 각각의 노드들에게 논리적 식별자(IDentifier:ID)를 부여하여 관리하는 형태가 있다.

<6> 그러한 예는 IEEE 802.15.4 표준안을 이용한 것으로서 부분적인 논리의 타당성을 가지고 있다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 구조적 트리 형태는 제한적인 영역이나 적은 수의 노드를 관리하는데 적당할 뿐, 많은 수의 센서 노드가 전방위로 배치된 경우에는 많은 수의 센서 노드 간의 데이터 전송에 의한 데이터 충돌 현상으로 상호 간의 센서 노드 자신의 식별자 부여나 비컨 주기 및 듀티 시간을 설정하기 어렵다.

<7> 기타 다른 방식으로 무선 유비쿼터스 망을 형성하는 방법으로는 피어투피어(Peer To Peer:P2P) 방식이나 스타 토폴로지(Topology)의 구조적 망을 형성하는 방식이 있다.

<8> 한편, 센서 노드들을 그룹으로 연결하여 하나의 클러스터 형태로 운영하는 방법 또한 많은 연구가 진행되고 있다.

<9> 그리고, 센서 네트워크의 환경은 이전의 다른 컴퓨팅 환경과 비교하였을 때, 자원의 제약조건이 더 엄격해 졌으

며, 따라서 이러한 기술적 응용을 위해서는 이로 인한 결과들이 충분히 고려되어야 한다.

<10> 도 1은 센서 네트워크의 일반적인 구조를 도시한 것이다.

<11> 도 1을 참조하면 일반적인 센서 네트워크는 센싱 데이터에 대한 정보를 필요로 하는 사용자(110)의 질의에 대하여 센서 필드(140)에 복수 개로 배치된 센서 노드들(150)에게 상기 사용자의 질의를 전송하고, 전송된 사용자의 질의에 따라 센서 노드들(150)은 센싱 데이터를 상위 계층의 센서 노드에 전송한다.

<12> 그러면, 최종적으로 싱크 노드(130)에서 센서 노드의 데이터를 취합하여 인터넷 망(120) 등을 통하여 사용자(110)에게 사용자의 질의에 대한 결과물인 센싱 데이터를 전송하게 된다.

<13> 그러나, 센서 네트워크 환경에서 기반 기술이 되는 센서는 에너지의 공급이나 교체가 곤란한 환경에 적용될 수 있다.

<14> 따라서, 다수의 응용에서 에너지의 효율이나 사용을 가장 중요한 기술적 고려 요소로 만들었다. 기본적으로 센서 네트워크는 각 센서들이 자신이 담당하고 있는 영역의 특정 속성 정보를 수집하고, 가공한 후 전송 처리하는 역할을 수행함으로써 동작한다.

<15> 지금까지의 연구는 각 센서마다 하나의 속성에 대한 질의처리를 효율적으로 수행할 수 있는 알고리즘 개발에 촛점을 맞추고 있다.

<16> 그러나, 실제 응용에서는 하나 이상의 속성을 대상으로 한 질의처리가 훨씬 일반적인 사항이 될 수 있다.

<17> 예를 들어, "수령이 3 내지 5년인 나무들 근처에서 습도 50 내지 60% 조건 지역에서의 나방의 갯수를 구하시오"와 같은 질의에서는 나무의 수령, 습도 및 나방의 갯수와 같이 3개의 속성이 관심의 대상이 되고 있다. 실제 앞서 언급한 센서 네트워크의 속성 및 제약조건을 고려하면서, 이와 같은 다차원 속성 질의가 처리될 수 있어야만 센서 네트워크의 응용범위를 넓힐 수 있게 된다.

<18> 그러나, 종래의 센서 네트워크 환경에서의 데이터 전송 기법은 에너지 효율성을 높이기 위하여 전송 메시지의 수를 줄이는 방법을 꾀하여 이전에 수집한 데이터의 성격이 현재 수집한 데이터와 비교하여 전송 필요성이 없다면 메시지를 전송하지 않는 기법을 적용하여 에너지 효율을 꾀하여 다차원 속성의 질의에 적용할 수 없는 문제가 있고, 다차원 속성에 대한 질의에 대하여 각 센서가 대상 속성값에 대한 이벤트가 발생하였을 때, 다차원 속성에 대한 질의에 대하여 컴퓨팅 자원에 의존하는 문제점이 있고, 대상 속성값에 갱신이 발생시 모든 노드끼리의 데이터 값을 비교하여야 하므로 에너지 관리에 있어 비효율적인 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<19> 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 다차원 속성 질의에 대한 센서 네트워크의 망 구성에 있어서 에너지 소모를 줄여 효율적인 네트워크 구성을 수행할 수 있는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법을 제공하는 것이다.

<20> 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 센서 네트워크의 센서 노드의 센싱 데이터 값의 범위 또는 센서 노드의 역할에 변경이 발생하였을 경우에도 에너지 효율적으로 센서 네트워크의 구조를 갱신할 수 있는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법을 제공하는 것이다.

<21> 본 발명이 해결하고자 하는 세 번째 과제는 상기 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법을 컴퓨터에서 실행시킬 수 있도록 프로그램으로 기록된 기록매체를 제공하는 것이다.

<22> 본 발명이 해결하고자 하는 네 번째 과제는 다차원 속성 질의에 대한 센서 네트워크의 망 구성에 있어서 에너지 소모를 줄여 효율적인 네트워크 구성을 수행할 수 있는 상기 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법을 이용한 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<23> 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여 본 발명은,

<24> (a) 싱크 노드에서 복수 개의 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크로 싱크 노드 자신의 위치 정보 및 상기 싱크 노드의 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 전파하는 단계; (b) 상기 싱크 노드로부터 부모 결정 메시지를 수

신한 센서 노드에서 센서 노드 자신의 위치 정보, 센서 노드가 위치한 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 하위 센서 노드로 계층적으로 전파하는 단계; 및 (c) 상기 부모 결정 메시지를 수신한 종단 노드로부터 상기 싱크 노드까지 센서 노드 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 센서 노드가 센싱한 속성 정보에 따른 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계를 포함하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법을 제공한다.

<25> 한편, 상기 섹터 비트는 상기 센서 네트워크에 존재하는 센서 노드의 갯수에 따라 복수 개의 범위로 분할된 섹터에 의해 상기 섹터 비트의 비트수가 미리 결정되는 것을 특징으로 한다.

<26> 그리고, 상기 섹터 비트는 상기 센서 노드에서 센싱된 속성 정보에 따른 섹터 비트와 상기 센서 노드의 자식 노드에서 센싱된 속성정보에 따른 섹터 비트를 논리합 연산한 데이터인 것을 특징으로 한다.

<27> 또한, 상기 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계는 상기 센서 노드에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값을 비교하여, 홉 값이 더 적은 부모 결정 메시지를 전송한 센서 노드를 부모 노드로 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<28> 아울러, 상기 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계는 상기 센서 노드에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우, 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값이 동일할 경우, 상기 부모 결정 메시지에 포함된 센서 노드의 위치 정보에 따라 상기 센서 노드와 가장 가까운 거리에 존재하는 센서 노드를 부모 노드로 선택하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<29> 그리고, 상기 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계는 상기 센서 노드에서 특정 주기마다 검출하는 속성 정보에 따른 섹터 비트가 상기 센서 노드에서 저장하고 있는 섹터 비트와 다른 경우, 상기 센서 노드의 부모 노드로 상기 검출된 속성 정보에 따른 섹터 비트를 전송하는 단계; 및 상기 부모 노드에서 상기 전송된 섹터 비트와 자신의 섹터 비트를 논리합 연산하고, 논리합 연산의 결과값이 동일할 때까지 상위 노드로 계층적으로 상기 논리합 연산의 결과값을 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<30> 또한, 상기 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계는 특정 사용자로부터 상기 센서 네트워크로 특정 질의가 전송되면, 상기 센서 네트워크의 상위 계층의 센서 노드에서 하위 계층의 센서 노드로 상기 특정 질의를 전파하고 상기 센서 노드는 자신의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수에 기반하여 설정된 시간 동안 하위 계층의 센서 노드의 응답을 대기하는 단계; 및 상기 설정된 시간 내에 상기 질의에 대응하는 섹터 비트가 상기 상위 계층의 센서 노드로 전송되면 상기 섹터 비트를 부모 노드로 전송하고, 상기 설정된 시간 내에 상기 섹터 비트가 전송되지 않을 경우 상기 하위 계층으로의 상기 특정 질의를 종료하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<31> 그리고, 상기 종단 노드는 상기 전송한 부모 결정 메시지에 대응되는 부모 선택 메시지를 수신하지 않은 노드를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<32> 상기 두 번째 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,

<33> (a) 싱크 노드에서 복수 개의 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크로 싱크 노드 자신의 위치 정보 및 상기 싱크 노드의 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 전파하는 단계; (b) 상기 부모 결정 메시지를 수신한 센서 노드에서 센서 노드 자신의 위치 정보, 센서 노드가 위치한 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 하위 센서 노드로 계층적으로 전파하는 단계; (c) 상기 부모 결정 메시지를 수신한 종단 노드로부터 상기 싱크 노드까지 센서 노드 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 센서 노드가 센싱한 속성 정보에 따른 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송하는 단계; (d) 상기 부모 결정 메시지에 따라 센서 네트워크가 구성된 후, 상기 센서 네트워크에서 센싱 불능 노드가 존재하면, 상기 싱크 노드에서 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드 중 특정 센서 노드와 통신 가능한 통신 가능 노드를 탐색하는 단계; 및 (e) 상기 통신 가능 노드가 존재하는 경우, 상기 통신 가능 노드로부터 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드에 상기 (b) 과정에 따라 부모 결정 메시지를 전송하고, 상기 (c) 과정에 따라 부모 선택 메시지를 수신하여 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드를 재배치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법을 제공한다.

<34> 그리고, 상기 통신 가능 노드를 탐색하는 단계는 상기 센싱 불량이 발생한 특정 센서 노드에서 센서 오류 메시지를 상기 센서 네트워크에 전파하고 상기 센서 네트워크에서 이탈하는 단계; 및 상기 센서 오류 메시지를 수신한 센서 노드에서 상기 특정 센서 노드의 이탈을 상기 싱크 노드에 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<35> 상기 세 번째 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,

<36> 상기 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법을 컴퓨터에서 실행될 수 있도록 프로그램으로 기록된 기록매체를 제공한다.

<37> 상기 네 번째 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,

<38> 싱크 노드와 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템에 있어서, 상기 센서 노드는 소정의 센서에 의해 센싱된 속성 정보, 위치 정보, 센서 네트워크에서의 상기 센서 노드의 홉 수 및 자식 노드의 노드 정보를 저장하는 저장부; 상기 센서 노드의 속성 정보를 복수 개의 섹터 비트로 변환하는 섹터 비트 변환부; 상기 싱크 노드 또는 다른 센서 노드가 전송한 홉 수에 따라 자신의 부모 노드를 결정하고, 상기 센서 노드 자신의 섹터 비트와 자식 노드의 섹터 비트를 입력값으로 하여 논리합 연산을 수행하는 연산부; 및 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드 자신의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 생성하는 부모 선택 메시지 생성부를 포함하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템을 제공한다.

<39> 그리고, 상기 섹터 비트는 상기 센서 네트워크에 존재하는 센서 노드의 갯수에 따라 복수 개의 범위로 분할된 섹터에 의해 상기 섹터 비트의 비트수가 미리 결정되는 것을 특징으로 한다.

<40> 또한, 상기 섹터 비트는 상기 센서 노드에서 센싱된 속성 정보에 따른 섹터 비트와 상기 센서 노드의 자식 노드에서 센싱된 속성정보에 따른 섹터 비트를 논리합 연산한 데이터인 것을 특징으로 한다.

<41> 한편, 상기 연산부는 상기 센서 노드에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값을 비교하여, 홉 값이 더 적은 부모 결정 메시지를 전송한 센서 노드를 부모 노드로 선택하는 것을 특징으로 한다.

<42> 아울러, 상기 연산부는 상기 센서 노드에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우, 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값이 동일할 경우, 상기 부모 결정 메시지에 포함된 센서 노드의 위치 정보에 따라 상기 센서 노드와 가장 가까운 거리에 존재하는 센서 노드를 부모 노드로 선택하는 것을 특징으로 한다.

<43> 그리고, 상기 섹터 비트 변환부는 상기 센서 노드에서 특정 주기마다 검출하는 속성 정보에 따른 섹터 비트가 상기 센서 노드에서 저장하고 있는 섹터 비트와 다른 경우, 상기 센서 노드의 부모 노드로 상기 검출된 속성 정보에 따른 섹터 비트를 전송하는 것을 특징으로 한다.

<44> 또한, 상기 연산부는 자식 노드에서 전송된 섹터 비트와 자신의 섹터 비트를 논리합 연산하고, 논리합 연산의 결과값이 동일할 때까지 상위 노드로 계층적으로 상기 논리합 연산의 결과값을 전송하는 것을 특징으로 한다.

효 과

<45> 본 발명에 의하면, 센서 네트워크의 망 구성에 수반되는 데이터 전송의 수를 줄여 에너지 소모를 줄일 수 있고, 센서 네트워크의 관리 범위를 부모 자식 노드간에 효율적으로 분배하여 불필요한 노드에게 데이터 전송을 수행하지 않음으로써 효율적인 센서 네트워크의 관리를 수행할 수 있고, 특정 센서 노드의 센서가 작동하지 않을 경우 라우팅 변경 작업을 수행하지 않고도 센서 네트워크를 재구성할 수 있으며, 센서 노드의 특정 범위의 속성값에 대한 갱신이 발생한 경우 센서 노드간의 속성값의 비교를 통하여 최소한의 부모 노드에만 그 속성값의 변경을 전송함으로써 망의 관리를 용이하게 수행할 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<46> 본 발명은 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법, 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템 및 이를 기록한 기록매체에 관한 것이다.

<47> 일반적인 센서 네트워크에서의 속성에 대한 질의 처리 기법은 기본적으로 에너지 효율적인 방식으로 하나의 속성값을 얻기 위한 방식이 주를 이루고 있다.

<48> 그러나, 실제로 센서 네트워크의 응용 범위를 넓히기 위해서는 각 노드에서 여러 속성에 대한 질의처리를 수행할 수 있는 기법이 필요하다.

<49> 센서 네트워크에 존재하는 각 센서노드의 센서의 에너지 소모량은 여러 조건에 따라 차이가 날 수 있지만, 일반적으로 연산 작업에 비하여 통신 작업에서의 에너지 소모량이 수백 수천 배 이상 더 많은 에너지를 필요로

한다.

<50> 또한 메시지 수신 작업에 비하여 메시지를 전송할 때 에너지 소모량이 더 크게 되며, 그 양은 거리에 반비례한다.

<51> 이에 반하여 센서 운용에 필수적인 배터리 용량은 크지 않고 교체도 곤란한 환경도 많다.

<52> 따라서, 메시지 전송 작업으로 인하여 센서의 전체 수명에 미치는 영향이 매우 클 수 있으므로, 응용에서 에너지의 효율적인 사용을 최우선 고려사항으로 선정한다.

<53> 또한, 센서 네트워크의 주요한 특징 중 하나는, 특정 센서 노드를 지정하여 정보를 수집하는 것이 곤란하다. 이는 전역 식별자 관리가 곤란하기 때문이며, 또한 센서 네트워크에서는 속성 기반의 질의 처리가 가장 기본적인 응용방식이기 때문이다. 실제 응용에서는 싱크 노드로부터의 메시지 전파를 에너지 효율적으로 수행하기 위하여 미리 부모 자식 관계를 이용하여 메시지 전송 경로인 라우팅 경로를 미리 설정하기도 한다.

<54> 이 경우에도, 부모 노드가 자식 노드가 획득한 수집 정보에 대한 어떤 정보도 관리하지 않는다면 불필요한 메시지의 전파가 발생하게 되고, 부모 노드가 모든 자식노드에서 관리하는 정보를 관리하는 것 자체가 상당수의 메시지 교환을 필요로 한다.

<55> 따라서, 본 발명에서 고려하고 있는 다차원 속성 질의 처리를 위해서는 하나의 센서가 다수의 환경 정보를 수집할 수 있다고 가정하고 있다.

<56> 이를 위하여 본 발명은 먼저 질의처리를 위하여 메시지 전송 경로를 설정하고, 부모 자식 노드의 결정 단계에서 전송되는 메시지에 다차원의 속성 질의에 필요한 데이터를 포함할 수 있도록 하며, 다차원 속성 질의에 대한 정보를 부모 노드에게 전송하기 위하여 섹터 기반의 다차원 속성 영역 정보 관리 방식을 적용하고, 이에 따라 질의 수행 기법 및 센서 노드의 데이터 센싱 실패에 대한 결함 포용을 수행할 수 있도록 한다.

<57> 본 발명은, 센서 네트워크의 망 구성에 있어서 상위 노드에서 하위 노드로 전파되는 부모 결정 메시지를 적용한다. 부모 결정 메시지는 상위 노드에서 하위 노드로 전송되는 메시지로 하위 노드가 어떠한 상위 노드를 부모 노드로 결정할 것인지를 결정하라는 센서 네트워크의 네트워크 구성을 위한 메시지이다.

<58> 이와 같은 부모 결정 메시지에 본 발명은 다차원 속성 질의 처리를 위하여 자식 노드들이 관리하는 속성값과 관련된 정보를 부모 결정 메시지와 함께 전송할 수 있도록 한다.

<59> 한편, 센서 네트워크 구성과 관련하여 본 발명은 다차원 속성 질의 처리이지만, 영역질의와 같은 일반적인 형식의 질의 처리 효율을 높이기 위하여 자식 노드들의 위치 정보도 중요하게 적용하는데, 본 발명에서 제한하는 기법은 영역 질의를 처리할 때에도 적용 가능하다.

<60> 그리고, 하기에 상술되는 부모 노드와 자식 노드는 센서 네트워크에서 일반적으로 명명되는 가족 관계의 센서 노드를 지칭하는 것이며, 자손 노드는 센서 노드와 가족 관계에 있는 하위 계층의 노드를 지칭하기로 한다.

<61> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면에 의거하여 상세히 설명하기로 한다.

<62> 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공된다.

<63> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법의 흐름도를 도시한 것이다.

<64> 도 2를 참조하면 우선, 싱크 노드에서 복수 개의 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크로 싱크 노드 자신의 위치 정보 및 상기 싱크 노드의 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 전파한다(210 과정).

<65> 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법은 센서 노드의 위치 정보를 기반으로 한 일종의 인덱스를 이용한 센서 네트워크의 네트워크 구성을 기반으로 한다.

<66> 이와 같이, 센서 네트워크의 네트워크 구성을 위하여 싱크 노드로부터 복수 개의 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크로 싱크 노드 자신의 위치 정보 및 상기 싱크 노드의 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 전파한다.

<67> 더욱 상세하게는, 상기 싱크 노드는 부모 결정 메시지를 이웃한 센서 노드들에게 전파한다. 여기서 싱크 노드는 일반적으로 홉 수를 0으로 설정할 수 있다.

<68> 그 다음, 상기 싱크 노드로부터 부모 결정 메시지를 수신한 센서 노드에서 센서 노드 자신의 위치 정보, 센서 노드가 위치한 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 하위 센서 노드로 계층적으로 전파한다(220 과정).

<69> 센서 노드는 부모 결정 메시지를 수신하게 되면 하기의 표 1과 같은 작업을 수행한 후, 부모 결정 메시지를 계속 전파한다.

<70> 즉, 본 발명의 일 실시예에서는 센서 네트워크에 임의적으로 배치되어 있는 센서 노드의 계층적인 네트워크 구성을 위하여 부모 결정 메시지를 계속 전파하고, 하기에 상술할 부모 선택 메시지에 의해 구체적인 네트워크 구조가 완성된다.

표 1

<71>

```
if ( it already got another NMj message ) {
  // first, compare Hops value in both messages, NMi, NMj
  if (Hops in current NMi > Hops in previous one, NMj) drop it and
exit
  else if (Hops in current NMi == Hops in previous one, NMj)
      maintain NM of which the distance from itself is shorter
}
- increase Hops by 1
- insert Hops and the location of itself into new NMi+1
- disseminate new NMi+1 to its neighbors
```

<72> 상기의 표 1을 참조하면, 센서 노드가 이미 수신한 부모 결정 메시지 NM_j가 존재할 경우, 현재 수신한 부모 결정 메시지 NM_i와 상호 홉 수를 비교하여, 현재 수신한 부모 결정 메시지의 NM_i의 홉 수가 이미 수신한 부모 결정 메시지 NM_j의 홉 수 보다 크다면, 현재 수신한 부모 결정 메시지 NM_i를 버린다.

<73> 이는, 현재 수신한 부모 결정 메시지의 NM_i의 홉 수가 이미 수신한 부모 결정 메시지 NM_j의 홉 수 보다 작다면, 현재 수신한 부모 결정 메시지의 NM_i에 포함된 홉 수에 1을 추가하여 자신의 홉 수로 하고, 자신의 위치 정보를 삽입하여 다시 동일한 과정으로 부모 결정 메시지 NM_{i+1}를 전파한다.

<74> 만약, 센서 노드가 이미 수신한 부모 결정 메시지 NM_j가 존재할 경우, 현재 수신한 부모 결정 메시지 NM_i와 상호 홉 수를 비교하여, 현재 수신한 부모 결정 메시지의 NM_i의 홉 수가 이미 수신한 부모 결정 메시지 NM_j의 홉 수가 동일한 경우, 상기 부모 결정 메시지 NM_i와 NM_j에 저장된 위치 정보를 기반으로 상기 센서 노드와 가장 가까운 거리에 존재하는 센서 노드를 부모 노드로 선택하고, 자신의 홉 수와 자신의 위치 정보를 삽입한 부모 결정 메시지 NM_{i+1}를 전파한다.

<75> 마지막으로, 상기 부모 결정 메시지를 수신한 종단 노드로부터 상기 싱크 노드까지 센서 노드 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 센서 노드가 센싱한 속성 정보에 따른 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송한다(230 과정).

<76> 본 발명의 일 실시예에 있어서, 싱크 노드에서 센서 네트워크 내에 존재하는 센서 노드로 부모 결정 메시지를 전송할 때, 싱크 노드 자신의 위치 정보 뿐만 아니라 자신의 홉 수에 대한 데이터도 함께 전송한다.

<77> 그리고, 특정의 센서 노드에서 센서 노드 자신의 위치 정보와 자신의 홉 수를 포함한 부모 결정 메시지를 전송

한 후 일정 시간이 경과한 후에 어느 노드에서도 전송된 부모 결정 메시지에 대응되는 부모 선택 메시지를 전송하지 않는다면, 상기 센서 노드는 종단 노드(Leaf node)로 결정될 수 있다.

<78> 그러면 종단 노드를 포함한 상기 센서 네트워크 내에서의 센서 노드는 최소한 하나의 부모 결정 메시지를 수신한 상태이므로, 수신된 메시지에 포함된 홉 수와 부모 노드의 위치 정보를 이용하여 자신의 부모 노드로 어떤 노드를 선택할 것인지를 결정할 수 있다.

<79> 상술한 바와 같이, 종단 노드는 자신이 선택한 부모 노드에 종단 노드 자신의 노드 정보를 포함하는 부모 선택 메시지를 전송한다.

<80> 이때, 부모 선택 메시지에 포함되는 노드 정보는 자신의 위치 정보 및 자신의 자손 노드가 전송한 홉 수 중 가장 큰 홉 값을 전송한다. 물론, 종단 노드가 전송하는 부모 선택 메시지는 종단 노드 자신의 위치 정보 및 종단 노드의 홉 값이 될 수 있다.

<81> 이와 같이, 센서 노드가 부모 노드에게 전송하는 부모 선택 메시지에 자신의 자손 노드 중 가장 큰 홉 값을 전송하는 이유는 부모 노드가 자신의 최종 종단 노드와 얼마나 멀리 떨어져 있는 지의 여부를 알기 위해 사용될 수 있으며, 이는 하기에 상술할 질의 후 최대 대기 시간에 대한 파라미터를 결정할 때 유용하게 활용될 수 있다.

<82> 또한, 본 발명의 일 실시예에서는 부모 선택 메시지에 다차원 속성 질의 처리를 위하여 센서 노드 자신이 센싱한 속성 정보에 대한 섹터 비트를 센서 노드의 부모 노드에 전송한다.

<83> 이는, 부모 선택 메시지 전송에서 단순히 특정 센서 노드에서 자신이 결정한 부모 노드에게 자신을 자식으로 등록해 달라는 메시지만 전송하는 것이 아니라, 센서 노드 자신이 저장하고 있는 속성 정보를 함께 전송한다.

<84> 한편, 본 발명의 일 실시예는 부모 선택 메시지에 속성 정보 자체를 전송하게 되면 전송 데이터량이 커지게 되므로, 상기 속성 정보를 센서 네트워크에 존재하는 센서 노드의 갯수에 따라 복수 개의 범위로 분할된 섹터에 의해 섹터 비트의 비트수가 미리 결정되고, 속성 정보를 섹터 비트열로 변환하여 부모 노드에게 전송한다.

<85> 예를 들어, 각 센서 노드별로 n 개의 속성을 관리하고 있다고 가정하면, 각각의 속성 $Attr_i\ (1 \le i \le n)$에 대하여 각각의 속성에 따른 최대값 Max과 최소값 Min이 존재한다.

<86> 따라서, 최대값 Max과 최소값 Min사이의 값을 복수 개인 k개의 동일 크기의 섹터로 분할한다. 각 센서 노드는 $Attr_i$의 실제 측정한 값을 저장하고 있지만, 속성 정보를 부모 노드에게 전송할 때는 단지 그 속성 정보의 섹터 비트만을 전송하도록 한다. $Attr_i$의 섹터 비트를 전송하기 위해서는 $Attr_i$에는 k개의 섹터가 있으므로 단지 k개의 비트를 가진 섹터 비트$Sect_i\ (1 \le i \le n)$를 부모 노드에 전송한다.

<87> 상세하게는, 종단 노드로부터 부모 결정 단계가 시작되게 되는데, 초기 $Sect_i\ (1 \le i \le n)$에는 모든 비트가 0으로 초기화되어 있다. 이후 종단 노드는 자신이 가진 속성 정보의 섹터 비트 $Sect_i\ (1 \le i \le n)$에 해당하는 비트 값을 1로 설정한 후 자신의 부모 노드에게 상기 섹터 비트를 전송하도록 한다.

<88> 이렇게 함으로써 라우팅 경로 설정 과정에서 부모 노드에 전송하는 메시지에 복수 개의 속성 정보를 함께 전송할 수 있으므로 메시지의 수 및 메시지의 크기를 줄일 수 있으므로 센서 네트워크의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

<89> 단, 부모 노드는 자신을 부모로 선택한 자식 노드가 n개 있을 경우, 각 자식 노드별로 별개로 속성 정보를 유지하여야 한다.

<90> 한편, 상기 섹터 비트는 상기 센서 노드에서 센싱된 속성 정보에 따른 섹터 비트와 상기 센서 노드의 자식 노드에서 센싱된 속성 정보에 따른 섹터 비트를 논리합 연산한 데이터일 수 있다.

<91> 이와 같이 센서 노드는 자신의 속성 정보에 따른 섹터 비트와 자신의 자식 노드에서 센싱된 속성 정보에 따른 섹터 비트를 논리합 연산하여 저장하며, 상기 논리합 연산은 구체적으로 OR 연산일 수 있다.

<92> 그리고, 각각의 센서 노드에서 주기적으로 또는 외부 사용자의 질의에 의해 센싱한 속성 정보가 이전에 저장된 속성 정보와 다를 수 있다. 이 경우, 이전에 부노 노드에게 전송한 속성 정보에 대한 섹터 비트가 변경 되었는지를 판단한다.

<93> 만약, 이전에 부모 노드에게 전송한 섹터 비트와 현재 센싱한 속성 정보에 따른 섹터 비트가 다르다면, 현재 센싱한 속성 정보의 새로운 섹터 비트 $Sect_{new}$를 부모 노드로 전송한다.

<94> 새로운 섹터 비트 $Sect_{new}$를 수신한 부모 노드는 이전에 부모 노드 자신의 부모 노드에게 전송한 섹터 비트와 현재 수신한 $Sect_{new}$에 따라 새로이 연산된 섹터 비트 값과 비교하여, 그 결과값이 변경되었다면 변경된 섹터 비트를 부모 노드 자신의 부모 노드에게 전송한다.

<95> 이 과정은 더 이상 센서 노드에서 자신의 부모 노드에게 갱신된 $Sect_{new}$를 전송하기 않아도 될 때까지 반복되게 된다.

<96> 센서 네트워크가 구성된 후, 센서 노드에서 자식 노드로 특정 사용자 등의 질의를 전파한 후, 상기 질의에 대한 응답을 기다려야 한다.

<97> 그러나, 질의는 전파되었지만, 실제로 어느 자손 노드도 상기 질의의 조건을 만족하지 않는다면, 그 부모 노드는 아무런 메시지를 수신하지 못하게 된다.

<98> 이때, 라우팅 경로 설정 과정에서 부모 노드는 자신의 자손 노드에서 전송된 부모 선택 메시지에서 수신한 자손 노드 중 가장 큰 홉 값을 활용할 수 있다.

<99> 즉, 자신의 홉 수와 자손 노드의 가장 큰 홉 수와의 차이는 상기 질의에 대한 최대 대기 시간을 결정할 수 있는 근거가 된다.

<100> 각 센서 노드가 최대 대기 시간 동안 대기하여도 상기 질의에 대한 응답을 수신하지 않는다면, 자신의 자손 노드 중에서는 상기 질의를 만족하는 센서 노드가 없음을 결정할 수 있다.

<101> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법의 섹터 비트 기반의 속성 정보 전송 과정을 도시한 것이다.

<102> 도 3과 같이 센서 네트워크에 존재하는 센서 노드에서 부모 노드를 결정하여, 부모 결정 메시지에 속성 정보 중 습도를 포함하여 전송한다.

<103> 습도에 대하여 최소값 Min을 0%로 설정하고, 최대값 Max를 100%로 하여 5개의 섹터로 나눈다고 가정하면, $Sect_{습도}$는 20%로 나누어진 각 구간에 대한 5개의 비트로 이루어진 섹터 비트를 가지게 되며 초기값은 모두 0으로 설정된다.

<104> 종단 노드인 $s3$와 $s4$는 각각 18%와 35%로 측정되었으므로, 종단 노드인 $s3$는 첫 번째 섹터 값이 1이 되어 $s3$의 섹터 비트는 10000이 되고, 종단 노드인 $s4$는 두 번째 섹터 값이 1이 되어 $s4$의 섹터 비트는 01000이 된다.

<105> 그 후, 센서 노드 $s2$는 $s3$와 $s4$로부터 받은 값과 자신의 속성 정보인 습도의 섹터 비트인 $Sect_{습도}$를 별도로 저장하고, 센서 노드 $s2$는 $s3$와 $s4$로부터 전송된 섹터 비트와 자신의 섹터 비트를 모두 OR 연산한 속

성 정보인 섹터 비트 11000를 부모 노드 $s1$으로 전송한다.

<106> 마찬가지로 센서 노드 $s1$은 자신의 섹터 비트와 전송된 섹터 비트를 OR 연산한 속성 정보인 섹터 비트 11010을 $s0$로 전송한다.

<107> 최종적으로, 센서 노드 $s0$는 자신의 모든 자손 노드들이 가지고 있는 속성 정보의 값의 범위를 알고 있으므로, 이후 사용자 등으로부터의 질의가 수신되었을 때, 저장된 속성 정보에 대한 값의 범위만 전송하면 된다.

<108> 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법의 흐름도를 도시한 것이다.

<109> 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법에 있어서 상기 도 3과 중복된 상술은 과감히 생략하기로 한다.

<110> 우선, 싱크 노드에서 복수 개의 센서 노드를 포함하는 센서 네트워크로 싱크 노드 자신의 위치 정보 및 상기 싱크 노드의 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 전파한다(410 과정).

<111> 그 다음, 상기 부모 결정 메시지를 수신한 센서 노드에서 센서 노드 자신의 위치 정보, 센서 노드가 위치한 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 하위 센서 노드로 계층적으로 전파한다(420 과정).

<112> 그 다음, 상기 부모 결정 메시지를 수신한 종단 노드로부터 상기 싱크 노드까지 센서 노드 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 센서 노드가 센싱한 속성 정보에 따른 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 계층적으로 전송한다(430 과정).

<113> 그 다음, 상기 부모 결정 메시지에 따라 센서 네트워크가 구성된 후, 상기 센서 네트워크에서 센싱 불능 노드가 존재하면, 상기 싱크 노드에서 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드 중 특정 자손 노드와 통신 가능한 통신 가능 노드를 탐색한다(440 과정).

<114> 이는 네트워크 구성 후, 특정 센서 노드에서 에너지 고갈 또는 다른 특정 원인에 따라서 센서 역할을 수행할 수 없는 센싱 불능 노드가 될 경우, 상기 센싱 불능 노드와 연결된 모든 자손 노드는 네트워크 망에서 완전히 격리되게 된다.

<115> 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법에 있어서 센싱 불능 노드가 존재하는 경우, 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드 중 특정 자손 노드와 통신 가능한 통신 가능 노드를 탐색하여 망을 재구성하여 데이터 송수신을 수행하게 된다.

<116> 그 다음, 상기 통신 가능 노드가 존재하는 경우, 상기 통신 가능 노드로부터 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드에 상기 통신 가능 노드의 위치 정보, 상기 통신 가능 노드가 위치한 홉 수를 포함하는 부모 결정 메시지를 전송하고, 상기 부모 결정 메시지를 수신한 종단 노드로부터 상기 통신 가능 노드로 센서 노드 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 센서 노드가 센싱한 속성 정보에 따른 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 전송하여 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드를 재배치한다(450 과정).

<117> 즉, 센서 네트워크에 있어서 센싱 불능 노드와의 통신 가능 노드를 탐지하기 위하여 싱크 노드는 상기 센싱 불능 노드의 부모 노드가 어느 노드인지를 탐색하고, 상기 부모 노드의 자식 노드 중에서 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드 중 적어도 하나의 노드와 통신이 가능한 노드가 있는지의 여부를 탐색한다.

<118> 만약, 통신 가능한 노드가 존재한다면, 이 통신 가능 노드를 기점으로 하여 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드를 재배치하여 센서 네트워크를 재구성한다.

<119> 그러나, 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법이 종래와 다른 점은 종래의 센서 네트워크의 재구성은 망 전체적으로 이루어지는데 반하여 본 발명에 따른 센서 네트워크의 재구성은 상기 센싱 불능 노드의 모든 자손 노드와 통신 가능 노드 사이에만 이루어지므로 망의 재구성에 대한 메시지 전송이 적어서 에너지 효율을 증가시킬 수 있다.

<120> 도 5는 도 4의 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법의 일 예를 도시한 것이다.

<121> 본 발명에서 가정하고 있는 센서 노드들은 언제든지 수명이 다하는 등의 센싱 불능 노드가 될 수 있다.

<122> 만약, 일부 센서 노드에서 센싱 불능 노드가 될 경우, 그 부모 노드로부터의 경로만 영향을 받게 된다. 본 발명에서는 센서 네트워크의 노드 실패 탐지 기법 개발과 관련한 연구가 활발하게 진행되고 있으므로 본 발명에서는 특별한 가정을 하지 않는다.

<123> 우선, 도 5를 참조하면, 센서 불능 노드의 존재 사실을 싱크 노드(510)나 그 부모 노드 S_p(520)가 발견하게 된다면, 부모 노드(520)는 센서 불능 노드 S_i(550)의 모든 자손 노드(561, 562)를 포함하고 있는 섹터 비트를 이용하여, 상기 센서 불능 노드(550)의 자식 노드(561, 562) 중 통신 가능 노드 S_c(540)을 찾아낸다.

<124> 이는 단순히 상기 부모 노드(520)의 자식 노드인 센서 불능 노드(550)를 제외한 다른 자식 노드 S_p'(530)에게 상기 센서 불능 노드(550)의 영역 질의를 넘겨주는 것과 동일하다.

<125> 만약, 상기 센서 불능 노드(550)의 섹터 영역(570) 내의 하나의 노드라도 상기 부모 노드(520)와 통신할 수 있다면, 상기 통신 가능 노드(540)를 부모 노드로 하여 상기 섹터 영역(570)내의 모든 노드들에게 라우팅 선정 알고리즘을 적용시킨다.

<126> 그리고, 최종적으로 상기 통신 가능 노드(540)는 자신의 부모 노드 S_p'(530)에게 부모 결정 메시지를 전송하며, 이 과정은 계층적으로 상위 노드로 전송하여, 이러한 부모 결정 메시지를 수신하더라도 자신이 저장하고 있는 섹터 비트의 변경이 없을 때까지 부모 결정 메시지가 전송된다.

<127> 한편, 상기 센서 불능 노드(550)의 부모 노드(520)의 자식 노드 중에서 어느 노드도 섹터 영역(570) 내의 노드와 통신이 가능하지 않다면, 상기 센서 불능 노드(550)의 부모 노드(520)는 이를 싱크 노드(510)에게 전달하여 라우팅 선정 알고리즘을 작업을 수행하여 통신 가능 노드를 탐색하도록 한다.

<128> 이러한 과정의 결과로서, 상기 통신 가능 노드(540) 및 그 자식 노드들에 대한 섹터 비트의 정보 변경은 단지 섹터 영역(570) 내의 노드들 및 상기 통신 가능 노드(540)의 부모 노드들에게만 해당하므로, 센서 네트워크의 전체 구조를 변경할 필요가 없다.

<129> 따라서, 전체 노드들에 대한 부분 노드의 노드 정보만을 이용하더라도 센싱 불능 노드에 대한 간단하면서도 강력한 결함 포용이 가능해진다.

<130> 도 6은 본 발명에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템의 블록도를 도시한 것이다.

<131> 도 6에 있어서 상기 상술한 내용과 중복된 상술은 과감히 생략하기로 한다.

<132> 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 싱크 노드(630)와 센서 노드(610,620)를 포함하는 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템에 있어서, 센서 노드(610)는 저장부(611), 섹터 비트 변환부(612), 연산부(613) 및 부모 선택 메시지 생성부(614)를 포함한다.

<133> 우선, 센서 노드(610)의 저장부(611)는 소정의 센서에 의해 센싱된 속성 정보, 위치 정보, 센서 네트워크에서의 상기 센서 노드의 홉 수 및 자식 노드의 노드 정보를 저장한다.

<134> 그러면, 섹터 비트 변환부(612)는 상기 센서 노드(610) 자신의 속성 정보를 복수 개의 섹터 비트로 변환한다. 자신의 속성 정보를 복수 개의 섹터 비트로 변환하는 과정은 상기에 이미 상술한 바와 동일하므로 중복된 상술은 생략하기로 한다.

<135> 상기 섹터 비트 변환부(612)는 상기 센서 노드에서 특정 주기마다 검출하는 속성 정보에 따른 섹터 비트가 상기 센서 노드에서 저장하고 있는 섹터 비트와 다른 경우, 상기 센서 노드의 부모 노드로 상기 검출된 속성 정보에 따른 섹터 비트를 전송하게 된다.

<136> 연산부(613)는 상기 싱크 노드(630) 또는 다른 센서 노드(620)가 전송한 홉 수에 따라 자신의 부모 노드를 결정하고, 상기 센서 노드(610) 자신의 섹터 비트와 자식 노드(미도시)의 섹터 비트를 입력값으로 하여 논리합 연산을 수행한다.

<137> 여기서, 상기 연산부(613)는 상기 센서 노드(610)에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값을 비교하여, 홉 값이 더 적은 부모 결정 메시지를 전송한 센서 노드를 부모 노드로 선택할 수 있다.

<138> 한편, 상기 연산부(613)는 상기 센서 노드(610)에서 복수 개의 부모 결정 메시지를 수신한 경우, 상기 전송된 부모 결정 메시지에 포함된 홉 값이 동일할 경우, 상기 부모 결정 메시지에 포함된 센서 노드의 위치 정보에 따라 상기 센서 노드와 가장 가까운 거리에 존재하는 센서 노드를 부모 노드로 선택할 수 있다.

<139> 그리고, 상기 연산부(613)는 자식 노드에서 전송된 섹터 비트와 자신의 섹터 비트를 논리합 연산하고, 논리합 연산의 결과값이 동일할 때까지 상위 노드로 계층적으로 상기 논리합 연산의 결과값을 전송한다.

<140> 여기서, 상기 섹터 비트는 상기 센서 네트워크에 존재하는 센서 노드의 갯수에 따라 복수 개의 범위로 분할된 섹터에 의해 상기 섹터 비트의 비트수가 미리 결정되는 것을 특징으로 한다.

<141> 그리고, 상기 섹터 비트는 상기 센서 노드에서 센싱된 속성 정보에 따른 섹터 비트와 상기 센서 노드의 자식 노드에서 센싱된 속성정보에 따른 섹터 비트를 논리합 연산한 데이터인 것을 특징으로 한다.

<142> 그러면, 부모 선택 메시지 생성부(614)는 센서 노드(610) 자신의 위치 정보, 상기 센서 노드(610) 자신의 자손 노드 중 가장 큰 홉 수, 및 상기 센서 노드(610)의 섹터 비트를 포함하는 부모 선택 메시지를 생성하여 자신의 부모 노드(620)에게 전송하여 센서 네트워크의 망 구성을 완료하게 된다.

<143> 도 7은 도 2의 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법에 적용되는 센서 네트워크 영역을 도시한 것이다.

<144> 도 7에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 네트워크의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법에 적용할 수 있는 영역 질의를 수행한다.

<145> 영역 질의란 센서 네트워크 내의 일정 영역을 지정하여 그 위치 내에 있는 센서 노드들로부터 속성 정보를 구하는 질의를 의미한다.

<146> 도 7에서는 질의 영역은 $(x0,y0),(x1,y1)$의 좌표 형식을 가지는 직사각형 구조로 가정한다. 그러면, 각 센서 노드의 위치 정보, 즉 x, y축 값이 질의에 대한 속성 정보가 되며, 이 영역에서 지정한 범위가 질의의 조건이라고 할 수 있다.

<147> 따라서, 라우팅 경로를 설정할 때, 자식 노드들은 부모 노드에게 자신의 위치 정보 뿐만 아니라, 센서 노드 자신의 자손 노드에 해당하는 섹터 비트를 함께 전송한다.

<148> 구체적으로, 센서 네트워크의 영역을 크게 가로 세로 $m \times n$개의 동일한 크기의 영역으로 분할하는데, 도 7에 따르면 전체 네트워크의 영역을 6×6개의 섹터로 나눈 상태를 도시하고 있으며, 각 인덱스는 어느 노드의 위치에 해당하는 섹터의 번호를 의미한다.

<149> 라우팅 경로를 설정할 때, 전술한 부모 결정 메시지의 전파 과정을 거쳐서 부모 선택 단계가 되면 자식 노드는 자신의 위치 정보와 함께 자신의 모든 자식 노드들이 위치하고 있는 섹터 비트를 전송하게 된다.

<150> 이와 관련하여 모든 센서 노드들은 전체 센서 네트워크 영역에 대한 위치 정보 및 섹터 정보를 알고 있으며, 물론 자신의 위치 좌표를 알고 있다고 가정한다.

<151> 그러면, 도 7과 같이 36개의 섹터로 나누어져 있을 때에는 먼저 36개의 섹터 비트가 생성되고 초기값은 각각의 비트가 0으로 설정된다.

<152> 이후, 종단 노드는 단순히 자신의 위치에 해당하는 섹터 비트를 1로 설정한 후 자신의 위치 정보와 함께 부모 노드에게 전송한다.

<153> 도 8은 도 7의 센서 네트워크의 일부분의 확대도이다.

<154> 도 8을 참조하면, 섹터 9에 위치한 노드는 종단 노드(810)이므로, 9번째 비트만 1로 설정된 섹터 비트를 자신의 부모 노드(820)에 전송한다.

<155> 이 과정이 반복되어 S_c 노드(830)은 도 9에서 볼 수 있는 바와 같이 8번째 비트와 9번째 비트가 1로 설정된 섹터 비트를 수신하게 된다. 이후 S_c 노드(830)는 자신이 부모로 결정한 S_p 노드(840)에게 자식 노드로부터 전송된 섹터 비트 값을 OR 연산한 후, 이에 자신의 섹터 비트를 1로 설정하여 자신의 위치 정보와 함께 상기 S_p 노드(840)에게 전송한다.

<156> 따라서, 최종적으로 S_p 노드(840)는 자신의 자식인 S_c 노드(830)의 위치 정보 및 모든 자손의 위치 영역 정보인 섹터 비트를 저장하게 된다.

<157> 이후, 싱크 노드가 사용자로부터 영역 질의를 수신하게 되면, 우선 질의에서 지정된 영역과 겹치는 모든 섹터 비트를 구한 후, 상기 섹터 비트에 자신의 영역에 해당하는 섹터를 1로 설정한 섹터 비트를 연산하게 된다.

<158> 이후, 자신이 수신한 자식 노드의 섹터 비트와 자신의 섹터 비트를 AND 연산을 수행하여 그 결과가 모두 0이라면 자신의 자손노드와 자신의 노드에서는 질의 영역이 겹치지 않음을 알 수 있다.

<159> 본 발명에서 제안하는 방법처럼 섹터 비트를 기반으로 자손 노드의 위치 정보를 유지한다면, 그 위치 정보의 정확도는 상당히 향상시킬 수 있다.

<160> 만약, 상기 도 7에서 도시된 전체 영역을 6×6보다 더 세밀하게 $N \times N (N \geq 6)$ 으로 분할한다면 N^2 에 비례하여 비트수는 증가하겠지만, 그만큼 더 자손 노드의 정확한 위치 추정 값을 저장할 수 있게 된다.

<161> 본 발명에 따른 상기의 각 단계는 일반적인 프로그래밍 방법을 이용하여 소프트웨어적으로 또는 하드웨어적으로 다양하게 구현할 수 있다는 것은 이 기술분야에 통상의 기술을 가진 자라면 용이하게 할 수 있는 것이다.

<162> 그리고, 본 발명의 일부 단계들은, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 모두 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, CD-RW, 자기 테이프, 플로피디스크, HDD, 광 디스크, 광자기 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 저장되고 실행될 수 있다.

<163> 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명에 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 본 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 상기의 설명에 포함된 예들은 본 발명에 대한 이해를 위해 도입된 것이며, 이 예들은 본 발명의 사상과 범위를 한정하지 아니한다. 상기의 예들 외에도 본 발명에 따른 다양한 실시 태양이 가능하다는 것은, 본 발명이 속한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<164> 도 1은 센서 네트워크의 일반적인 구조를 도시한 것이다.

<165> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법의 흐름도를 도시한 것이다.

<166> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법의 섹터 비트 기반의 속성 정보 전송 과정을 도시한 것이다.

<167> 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법의 흐름도를 도시한 것이다.

<168> 도 5는 도 4의 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법의 일 예를 도시한 것이다.

<169> 도 6은 본 발명에 따른 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 시스템의 블록도를 도시한 것이다.

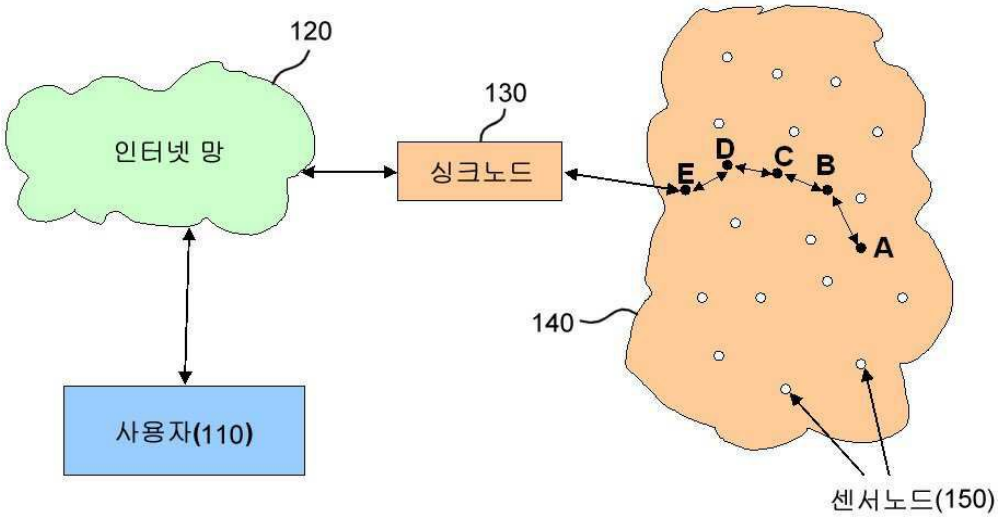
<170> 도 7은 도 2의 센서 네트워크에서의 다차원 속성에 대한 질의 처리 방법에 적용되는 센서 네트워크 영역을 도시한 것이다.

<171> 도 8은 도 7의 센서 네트워크의 일부분의 확대도이다.

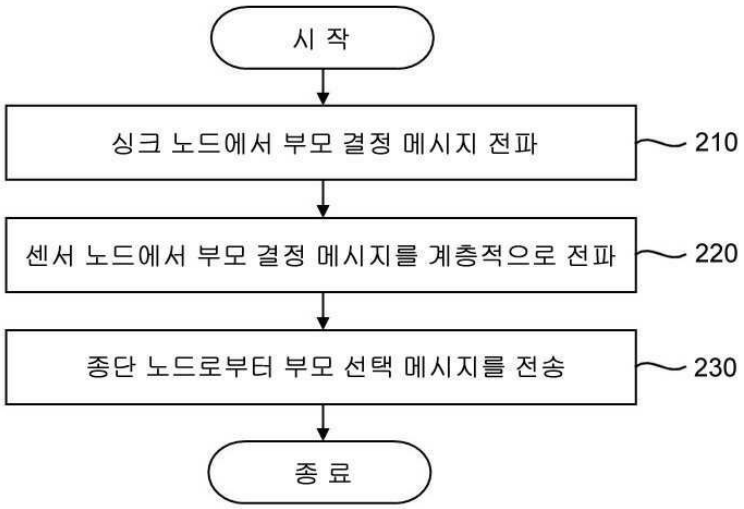
<172> 도 9는 도 8의 특정 센서 노드의 섹터 비트를 도시한 것이다.

도면

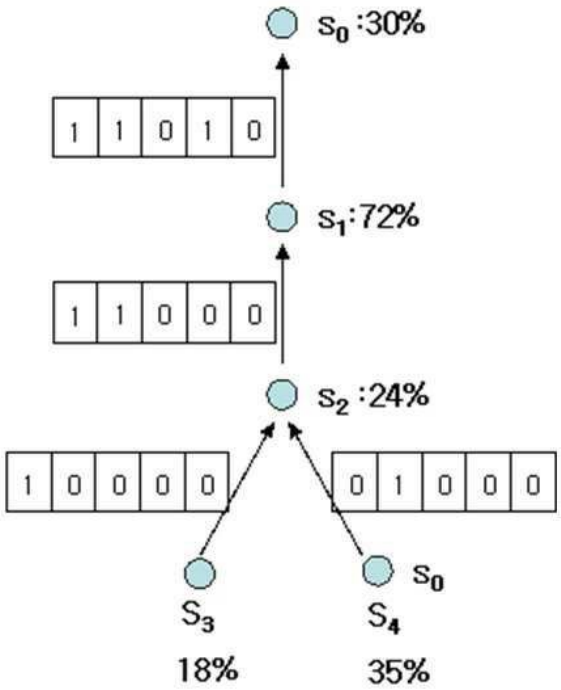
도면1



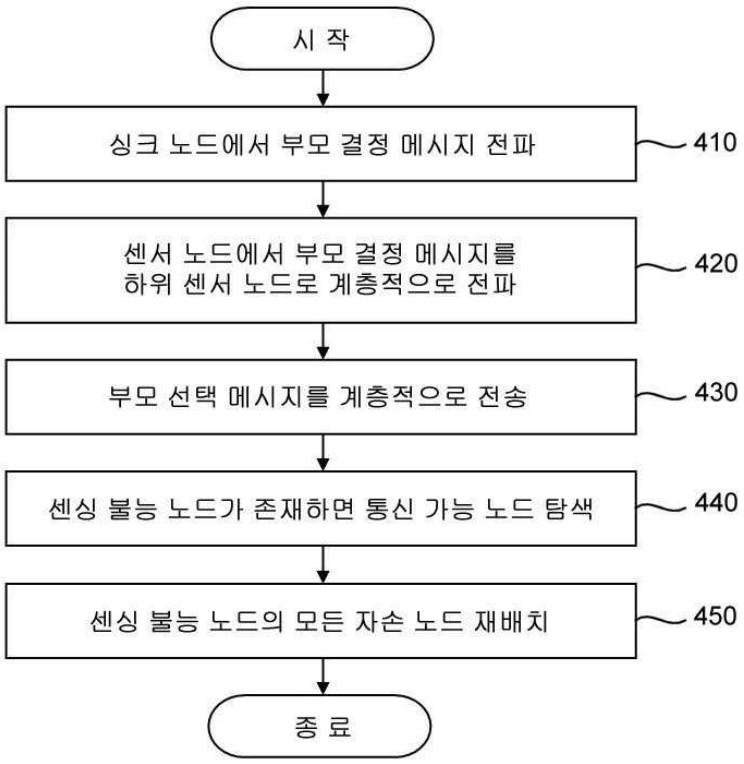
도면2



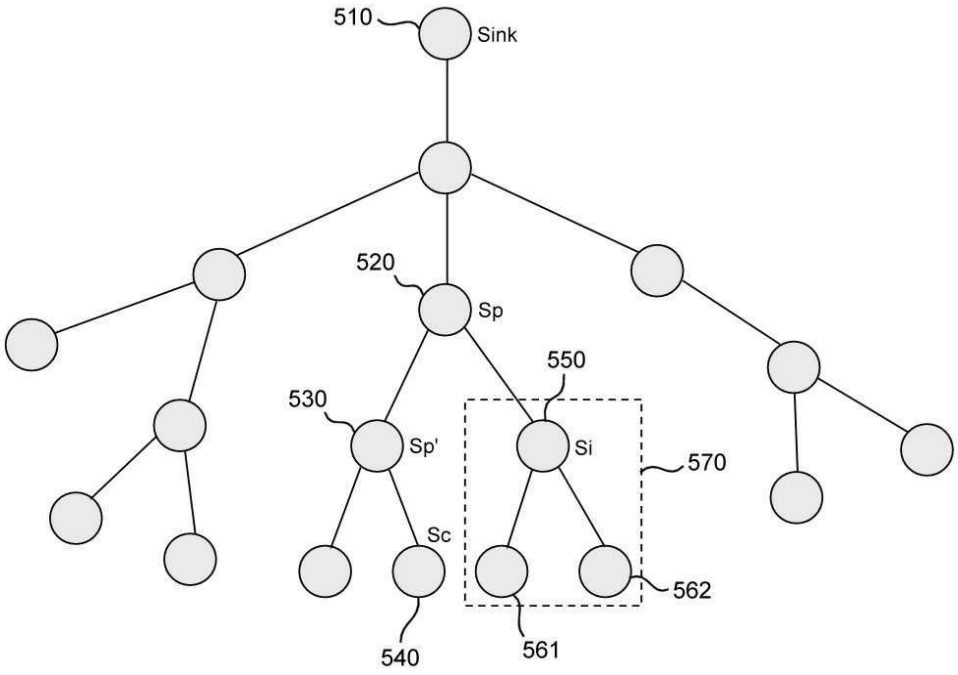
도면3


s_0 :30%
1 1 0 1 0
s_1:72%
1 1 0 0 0
s_2 :24%
1 0 0 0 0
0 1 0 0 0
s_3
18%
s_4
35%
s_0

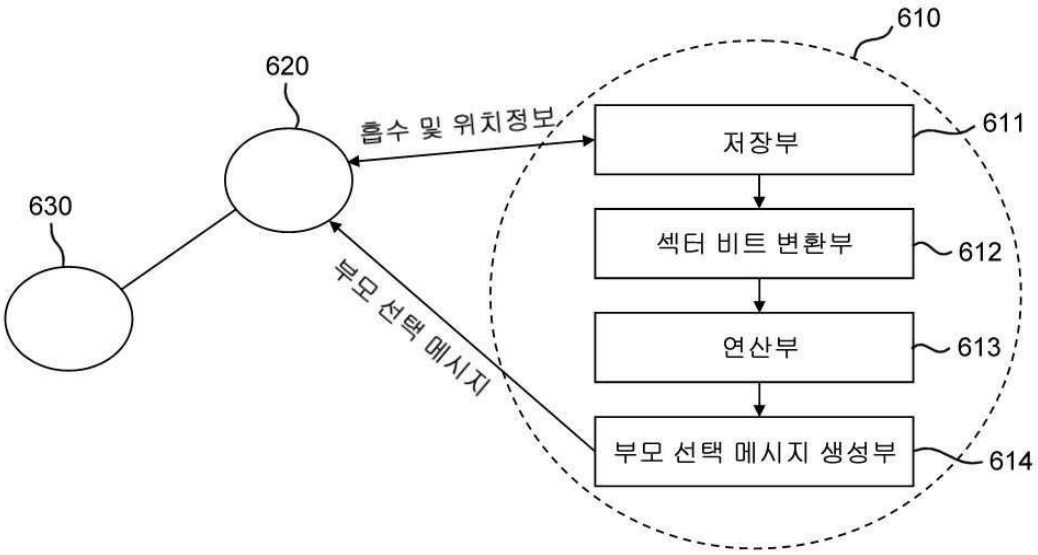
도면4


시 작
싱크 노드에서 부모 결정 메시지 전파
410
센서 노드에서 부모 결정 메시지를
하위 센서 노드로 계층적으로 전파
420
부모 선택 메시지를 계층적으로 전송
430
센싱 불능 노드가 존재하면 통신 가능 노드 탐색
440
센싱 불능 노드의 모든 자손 노드 재배치
450
종 료

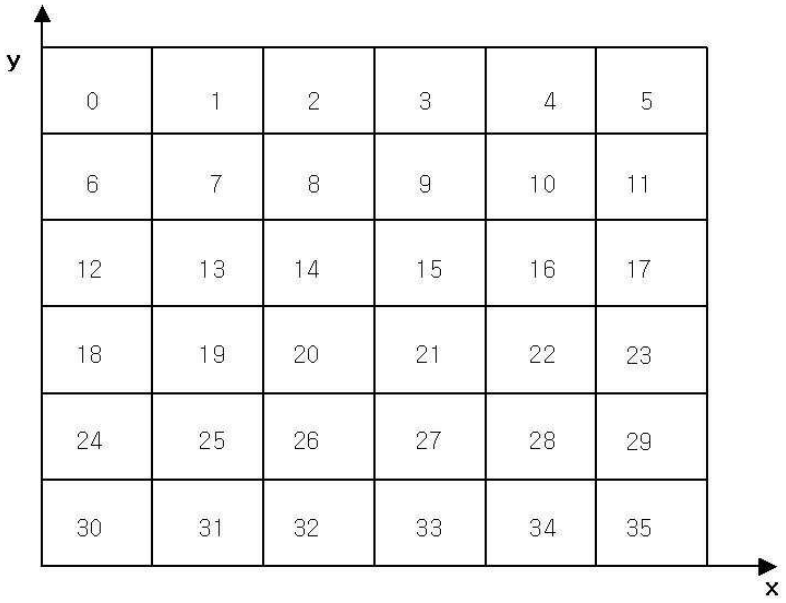
도면5


510
Sink
520
Sp
530
Sp'
550
Si
570
Sc
562
540
561

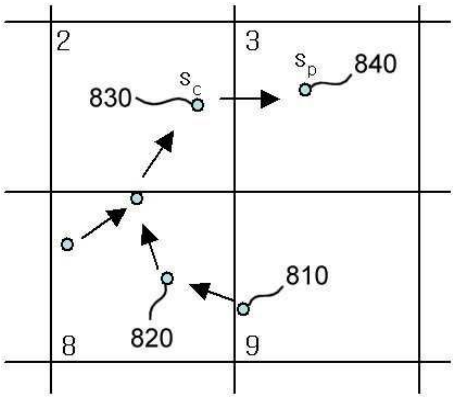
도면6


610
620
흡수 및 위치정보
저장부
611
630
섹터 비트 변환부
612
부모 선택 메시지
연산부
613
부모 선택 메시지 생성부
614

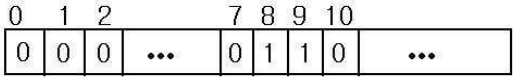
도면7


y
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
x

도면8


2
3
s_c
830
s_p
840
810
820
8
9

도면9


0 1 2 7 8 9 10
0 0 0 ... 0 1 1 0 ...