(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0060784
(43) 공개일자 2010년06월07일

(51) Int. Cl.
H04L 12/28 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0119528
(22) 출원일자 2008년11월28일
심사청구일자 2008년11월28일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제캠퍼스내
(72) 발명자
김진상
경기도 용인시 수지구 죽전1동 반도보라빌 104-803
무하마드 라키블 이슬람
경기도 용인시 기흥구 서천동 1번지 경희대학교 국제캠퍼스 전자정보대학 330호
조원경
경기도 수원시 영통구 영통동 살구골 성지아파트 713-1003
(74) 대리인
서재승

전체 청구항 수 : 총 6 항

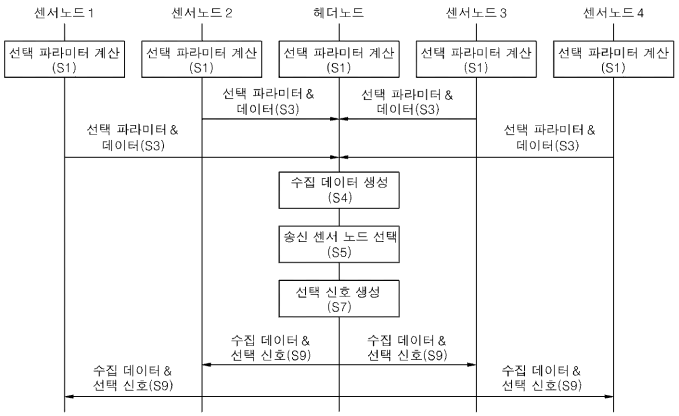
(54) 무선 센서 네트워크에서 선택 파라미터에 기반하여 선택된 송신 센서 노드를 통해 데이터를 송신하는 방법

(57) 요 약

본 발명은 무선 센서 네트워크에 관한 것으로, 보다 구체적으로 다수의 무선 센서 노드들 중 선택 파라미터에 기초하여 송신 센서 노드를 선택하고 선택한 송신 센서 노드를 통해 다수의 무선 센서 노드들에서 감지한 데이터를 수집 노드(Data Gathering Node)로 송신하는 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 채널 상태, 각 센서 노드의 잔여 에너지, 클러스터에 구비되어 있는 센서 노드들 사이의 거리, 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리에 기초하여 송신 센서 노드를 선택하고 선택한 송신 센서 노드만을 통해 데이터를 송신함으로써, 데이터 송신에 소비되는 에너지를 줄일 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 클러스터에 존재하는 다수의 무선 센서 노드들 중 채널의 상태, 각 센서 노드의 잔여 에너지, 클러스터에 구비되어 있는 센서 노드들 사이의 거리, 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리를 고려하여 헤더 노드에서 능동적으로 송신 센서 노드를 선택함으로써, 센서 노드들이 설치되어 있는 위치에서 발생하는 통신 환경 변화에 따라 적응적으로 데이터를 송신할 수 있다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

다수의 무선 센서 노드들을 구비하는 클러스터와 상기 클러스터에 구비되어 있는 센서 노드들에서 감지한 데이터를 수집하는 수집 노드를 포함하는 무선 센서 네트워크에서, 상기 센서 노드로부터 상기 수집 노드로 데이터를 송신하는 방법에 있어서,

(a) 상기 다수의 무선 센서 노드들로부터 선택 파라미터와 상기 감지 데이터를 수신하는 단계;

(b) 상기 다수의 무선 센서 노드들로부터 수신한 데이터 사이의 상관 관계에 기초하여 수집 데이터를 생성하는 단계;

(c) 상기 다수의 무선 센서 노드로부터 수신한 선택 파라미터에 기초하여 상기 다수 무선 센서 노드들 중 송신 센서 노드를 선택하고, 상기 선택한 송신 센서 노드들 통해 상기 수집 데이터를 상기 수집 노드로 송신하도록 제어하기 위한 선택 신호를 생성하는 단계; 및

(d) 상기 생성한 수집 데이터와 상기 선택 신호를 상기 다수의 센서 송신 노드들로 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 선택 파라미터는

상기 무선 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성되는 채널 상태, 상기 다수 무선 센서 노드들 사이의 거리, 상기 무선 센서 노드의 잔존 에너지 크기, 무선 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리인 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 송신 센서 노드는

상기 다수의 무선 센서 노드들 중 상기 채널 상태 값(h)이 제1 임계값(TH1)보다 크며(제1 조건), 상기 무선 센서 노드의 잔존 에너지 크기(re)가 제2 임계값(TH2)보다 크며(제2 조건), 상기 무선 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리(d)가 제3 임계값(TH3)보다 작으며(제3 조건), 상기 다수의 무선 센서 노드들 중 인접한 무선 센서 노드와의 거리(dm)가 제4 임계값(TH4)보다 작은(제4 조건) 센서 노드로 선택되는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 (b) 단계에서

상기 다수의 무선 센서 노드들 중 아래의 수학식(1)의 선택 함수를 만족하는 경우에 상기 송신 센서 노드로 선택되며,

[수학식 1]

$$Ns=\frac{(dm\times\alpha1)\times(d\times\alpha2)}{(h\times\alpha3)\times(re\times\alpha4)}<TH5$$

여기서 d_m은 상기 무선 센서 노드들 사이의 거리이고 $\alpha1$은 d_m의 가중치이며, d는 상기 무선 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리이고 $\alpha2$는 d의 가중치이며, h는 상기 무선 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성된 채널 상태이고 $\alpha3$은 h의 가중치이며, r_e는 상기 무선 센서 노드의 잔존 에너지이고 $\alpha4$는 r_e의 가중치인 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 송신 센서 노드는

상기 다수의 센서 노드들 중 상기 수학식(1)을 만족하는, 가장 작은 선택 함수 값을 가지는 2개의 센서 노드로 선택되는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서, 상기 송신 센서 노드는

상기 다수의 센서 노드들 중 상기 제1 조건 내지 제4 조건을 만족하는 임의 센서 노드로 선택되는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 센서 네트워크에 관한 것으로, 보다 구체적으로 다수의 무선 센서 노드들 중 선택 파라미터에 기초하여 송신 센서 노드를 선택하고 선택한 송신 센서 노드를 통해 다수의 무선 센서 노드들에서 감지한 데이터를 수집 노드(Data Gathering Node)로 송신하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 센서 네트워크는 낮은 연산 능력과 저용량의 배터리 전원으로 동작하는 센서 노드들로 구성된 네트워크이다. 센서 네트워크는 센서 노드들이 배치된 센서 필드와 센서 필드와 외부망을 연결하는 싱크로 구성된다. 이러한 센서 노드들은 센싱, 데이터 처리, 통신 컴포넌트들로 구성된다.

[0003] 많은 수의 센서 노드들로 구성되는 센서 네트워크는 센서 노드들이 배치되어 있는 위치에서 센서 노드들이 주위 환경을 감지하고, 싱크로 불리는 하나 또는 그 이상의 수집 노드들로 감지한 데이터를 전송한다. 이러한 센서 네트워크는 현재 헬스, 군사, 홈 네트워크, 환경 감시, 공장 관리, 재난 감시 등의 다양한 응용 분야에서 사용되고 있다.

[0004] 더욱이, 센서 기술, MEMS 기술, 저전력 전자 공학 기술, 저전력 RF 설계 기술들이 비약적으로 발달하고 있다. 최근들어 센서 네트워크는 적은 데이터량과 낮은 연산 능력으로만 사용되던 응용 분야에서 고속 데이터와 지연에 민감한 트래픽을 사용하는 응용 분야, 예를 들어 멀티 미디어용 센서 네트워크에까지 사용되고 있다. 따라서 센서 네트워크의 적용 분야는 큰 규모의 데이터를 다루는 시스템이나 높은 연산력을 필요로 하는 복잡하고 정교한 자동 제어 시스템에도 널리 사용될 것으로 예상된다.

[0005] 도 1은 통상의 센서 네트워크를 구비하는 센서 네트워크 시스템을 도시하고 있다.

[0006] 도 1을 참고로 살펴보면, 센서 네트워크 시스템은 크게 센서 네트워크와 인터넷망(60) 그리고 인터넷망(60)에 접속되어 있는 관리자 서버(70)로 구성되어 있다.

[0007] 먼저 센서 네트워크는 다수의 센서 노드(S)로 구성된 클러스터들(10, 20, 30, 40)과 다수의 클러스터들(10, 20, 30, 40)에서 감지한 데이터를 수집하는 수집 노드(50)로 구성되어 있다. 감시하고자 하는 특정 지역에 무작위로 또는 일정한 규칙으로 다수의 센서 노드가 배치되어 있으며, 다수의 센서 노드들은 배치된 지역에서 발생하는 이벤트, 예를 들어 온도 변화, 충격 세기, 빛의 세기 등과 같은 환경 변화를 감지한다.

[0008] 센서 네트워크는 클러스터라는 작은 영역들로 분할되며, 클러스터에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들에서 감지한 데이터는 클러스터 단위로 수집 노드(50)로 전송된다. 즉, 클러스터 단위로 클러스터에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들은 각각 감지한 데이터를 수집 노드(50)로 송신하거나, 각 클러스터에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들에서 감지한 모든 데이터를 각 클러스터의 헤더 노드를 통해 수집 노드(50)로 송신한다.

[0009] 수집 노드(60)는 외부 통신망, 바람직하게는 인터넷(60)에 접속되어 있으며, 인터넷(60)에는 관리자 서버(70)가 접속되어 있다. 수집 노드(60)는 클러스터 단위로 다수의 클러스터에서 수집한 데이터를 인터넷(60)을 통해 관리자 서버(70)로 송신한다. 관리자는 관리자 서버(70)를 통해 수신한 데이터를 이용하여 센서 네트워크가 설치되어 있는 지역의 환경 변화를 감지하고, 감지한 환경 변화에 대처할 수 있다.

[0010] 도 2는 클러스터 단위로 클러스터에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들에서 감지한 데이터를 수집 노드로 송신하는 종래 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0011] 도 2(a)를 참고로 클러스터에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들이 감지한 데이터를 수집 노드로 송신하는 종래 방법의 일 예(이하, 종래 방법1)를 구체적으로 살펴보면, 클러스터(20)에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)은 각각 감지한 데이터를 직접 수집 노드(50)로 송신한다.

[0012] 도 2(b)를 참고로 클러스터에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들이 감지한 데이터를 수집 노드로 송신하는 종래 방법의 다른 예(이하, 종래 방법2)를 구체적으로 살펴보면, 클러스터(20)에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)은 각각 위치한 지역에서 환경 변화를 감지하고, 감지한 데이터를 하나의 헤더 노드(SN1)로 송신한다. 하나의 클러스터에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들에서 감지되는 데이터는 다수의 센서 노드들이 서로 인접하여 위치함으로 인하여, 다수의 센서 노드들에서 감지한 환경 변화는 서로 동일 또는 유사하다는 특성을 가진다. 따라서 데이터 송신의 효율성을 높이기 위하여 헤더 노드(SN1)는 다수의 센서 노드들(SN2, SN3, SN4)로부터 수신한 데이터와 헤더 노드(SN1)에서 감지한 데이터를 수집하고 수집한 데이터의 동일성을 판단하여 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)에서 감지한 데이터의 총 크기를 줄인다. 이하 다수의 센서 노드들에서 감지한 데이터와 헤더 노드에서 감지한 데이터의 동일성을 판단하여, 헤더 노드를 포함하는 다수의 센서 노드들에서 감지한 데이터 중 반복되는 동일 또는 유사한 데이터를 삭제하여 생성하는 데이터를 수집 데이터라 언급한다. 헤더 노드(SN1)만이 수집 데이터를 수집 노드(50)로 송신한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0013] 무선 센서 네트워크를 구성하는 센서 노드들은 매우 작은 배터리를 기반으로 작동하도록 제작되며, 따라서 최소한의 에너지를 이용하여 동작할 수 있는 센서 네트워크의 구성은 매우 중요한 관심 요소이다.

[0014] 센서 네트워크에서 소비되는 에너지에 대한 문제는 수집 노드보다는 원격적으로 떨어져 있는 센서 노드에 있다. 이동단말기 통신과 달리 무선 센서 네트워크에서, 회로의 소비 에너지는 실제 송신 전력과 비교하여 무시할 수 없는 요소이다. 따라서 송신 전력을 최소화하는 통상의 에너지 최적화 기술은 항상 무선 센서 네트워크에서 최적의 기술이 될 수 없다.

[0015] 최근 무선 통신 시스템을 위한 다양한 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 그러나 MIMO 기술은 회로 레벨에서 많은 전력의 소비를 요구하는 복잡한 송신 회로와 신호 처리로 인하여 제한된 에너지를 가지는 무선 센서 네트워크에서는 적용이 제한되었다.

[0016] 위에서 도 2(a)를 참고로 살펴본 종래 방법1에서는, 다수의 센서 노드들이 각각 감지한 데이터를 수집 노드로 직접 송신하고 수집 노드는 다수의 안테나를 이용하여 다수의 센서 노드들로부터 데이터를 수신하는 MIMO 기반의 데이터 송수신 구조를 취하고 있어 페이딩(fading) 채널 환경에서 데이터 송신 에너지를 줄일 수 있다. 그러나 종래 방법1은 클러스터에 구비되어 있는 모든 센서 노드들이 각각 감지한 데이터를 수집 노드로 송신하여, 데이터 송신에 많은 에너지를 소비하게 된다는 문제점을 가진다.

[0017] 한편, 위에서 도 2(b)를 참고로 살펴본 종래 방법2에서, 클러스터에 구비되어 있는 모든 센서 노드들에서 감지한 데이터는 하나의 헤더 노드만을 이용하여 수집 노드로 송신된다. 따라서 종래 방법1에 비하여 종래 방법2는 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지를 줄일 수 있다. 그러나, 종래 방법2에서는 데이터를 송신하는 헤더 노드가 고정되어 헤더 노드의 위치 또는 헤더 노드와 수집 노드 사이 또는 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성되는 채널 상태에 무관하게 헤더 노드만을 통해 클러스터에서 감지한 데이터를 수집 노드로 송신한다는 문제점을 가진다.

[0018] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 목적은 무선 센서 네트워크에서 최소의 에너지를 이용하여 데이터를 송신할 수 있는 최적화된 데이터 송신 방법을 제공하는 것이다.

[0019] 본 발명이 이루고자 하는 다른 목적은 무선 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성되는 채널의 상태, 각 센서 노드의 잔여 에너지, 클러스터에 구비되어 잇는 센서 노드들 사이의 거리, 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리를 판단하여 데이터를 송신하는 방법을 제공하는 것이다.

[0020] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 목적은 채널 상태, 각 센서 노드의 잔여 에너지, 클러스터에 구비되어 잇는 센서 노드들 사이의 거리, 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리를를 판단하여 다수의 무선 센서 노드들 중 송신

센서 노드를 선택하고 선택한 송신 센서 노드만을 통해 데이터를 송신하는 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0021] 본 발명이 이루고자 하는, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 다수의 무선 센서 노드들로부터 선택 파라미터와 감지 데이터를 수신하는 단계와, 다수의 무선 센서 노드들로부터 수신한 데이터 사이의 상관관계에 기초하여 수집 데이터를 생성하는 단계와, 다수의 무선 센서 노드로부터 수신한 선택 파라미터에 기초하여 다수 무선 센서 노드들 중 송신 센서 노드를 선택하고 선택한 송신 센서 노드들 통해 수집 데이터를 수집 노드로 송신하도록 제어하기 위한 선택 신호를 생성하는 단계 및 생성한 수집 데이터와 선택 신호를 다수의 센서 송신 노드들로 송신하는 단계를 포함한다.

효 과

[0022] 본 발명에 따른, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 종래 방법과 비교하여 다음과 같은 다양한 효과들을 가진다.

[0023] 첫째, 본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 채널 상태, 각 센서 노드의 잔여 에너지, 클러스터에 구비되어 있는 센서 노드들 사이의 거리, 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리에 기초하여 송신 센서 노드를 선택하고 선택한 송신 센서 노드만을 통해 데이터를 송신함으로써, 데이터 송신에 소비되는 에너지를 줄일 수 있다.

[0024] 둘째, 본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 클러스터에 존재하는 다수의 무선 센서 노드들 중 채널의 상태, 각 센서 노드의 잔여 에너지, 클러스터에 구비되어 있는 센서 노드들 사이의 거리, 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리를 고려하여 헤더 노드에서 능동적으로 송신 센서 노드를 선택함으로써, 센서 노드들이 설치되어 있는 위치에서 발생하는 통신 환경 변화에 따라 적응적으로 데이터를 송신할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0025] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0026] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0027] 도 3을 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 클러스터(100)에는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)이 구비되어 있다. 센서 네트워크에는 클러스터(100)이외에 다수의 클러스터들이 존재할 수 있으며, 클러스터(100)에는 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)보다 적거나 많은 센서 노드들이 구비될 수 있다.

[0028] 클러스터(100)에 존재하는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)은 각자 배치된 위치에서 이벤트의 발생, 즉 환경 변화를 감지하고 감지한 환경 변화의 데이터를 센서 노드(SN5)로 브로딩캐스팅 방식으로 송신한다. 센서 노드(SN5)는 다른 센서 노드(SN1, SN2, SN3, SN4)와 같이 배치된 위치에서 환경 변화를 감지할 뿐만 아니라 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 데이터를 수신하고 수신한 데이터의 총 크기를 제어하거나, 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)에서 감지되는 데이터를 수집 노드로 송신하기 위한 송신 센서 노드를 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중에서 선택하는 헤더 노드의 역활을 수행한다. 본 발명이 적용되는 분야에 따라 센서 노드(SN5)는 주위 환경 변화를 감지하지 않고 단순히 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 데이터를 수신하고 수신한 데이터의 총 크기를 제어하거나, 송신 센서 노드를 선택하는 헤더 노드로서의 역활만을 수행하도록 제작될 수 있다.

[0029] 센서 노드(SN5)는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 감지 데이터와 선택 파라미터를 수신한다. 센서 노드(SN5)는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)과 센서 노드(SN5)에서 감지한 데이터 사이의 상관관계에 기초하여 수집 데이터를 생성하며, 센서 노드(SN5)와 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)의 선택 파라미터에 기초하여 수집 데이터를 송신할 송신 센서 노드를 선택하고 송신 센서 노드로 수집 데이터를 송신하도록 제어하기 위한 선택 신호를 생성한다. 센서 노드(SN5)는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로 수집 데이터와 선택 신호를 송신한다. 생성된 선택 신호에는 클러스터(100)에 존재하는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)을 식별하기 위한 식별자가 포함되어 있다.

[0030] 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)은 센서 노드(SN5)로부터 수신한 선택 신호에 기초하여, 자신이 송신 센서 노드로 선택되었는지를 판단한다. 판단 결과에 기초하여 송신 센서 노드로 선택된 센서 노드만(SN1, SN

4)이 수집 데이터를 수집 노드(110)로 송신한다.

[0031] 도 3과 도 4를 참고로 헤더 노드로 동작하는 센서 노드(SN5)를 보다 구체적으로 살펴보면, 클러스터에 존재하는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)은 선택 파라미터를 계산한다(S1). 선택 파라미터란 헤더 노드로 동작하는 센서 노드(SN5)에서 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중 송신 센서 노드를 선택하는데 판단 기준이 되는 파라미터로서, 센서 노드와 수집 노드 사이의 채널 상태(h), 각 센서 노드의 잔존 에너지 크기(r_e), 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리(d) 또는 클러스터(100)에 존재하는 센서 노드들 사이의 거리(d_m)이 사용될 수 있다.

[0032] 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 각각은 수집 노드(110)로부터 채널 평가 데이터를 수신하고, 수신한 채널 평가 데이터에 기초하여 각 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성되는 통신 채널의 상태를 평가한다. 바람직하게, 각 센서 노드는 수집 노드로부터 수신한 채널 평가 데이터의 신호 세기에 기초하여 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성된 통신 채널의 상태를 평가한다.

[0033] 한편, 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 각각은 잔존 에너지의 크기를 계산한다. 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)의 잔존 에너지의 크기(E_{r-n})는 아래의 수학식(1)과 같이 계산된다.

[0034] [수학식 1]

[0035] $$E_{r-n} = E_{r-0} - L_r \times E_{tl} - N_a L_r E_{rl} - N_a L_r E_{tL}$$

[0036] 여기서, E_{r-0}은 이전 단위 데이터 송신 이후 센서 노드에 남아있는 잔존 에너지의 크기를 의미하며, L_r은 단위 데이터 당 송신되는 비트의 수이며, E_{tl}은 인접 센서 노드로부터 비트 단위로 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지의 크기이며, N_a는 클러스터에 존재하는 센서 노드의 크기이며, E_{rl}은 인접 센서 노드로부터 비트 단위로 데이터를 수신하는데 소비되는 에너지의 크기이며, E_{tL}은 비트 단위로 데이터를 수집노드로 송신하는데 소비되는 에너지의 크기이다. 단위 데이터는 센서 노드들이 잔존 에너지를 계산하는 시간 단위를 의미하며, 바람직하게 1개의 프레임을 송신 또는 수신할 때마다 잔존 에너지를 계산한다.

[0037] 한편, 헤더 노드로 동작하는 센서 노드(SN5)의 잔존 에너지는 아래의 수학식(2)와 같이 계산된다.

[0038] [수학식 2]

[0039] $$E_{r-n} = E_{h-o} - N_a L_r (E_{rl} + E_{agg} + E_{tl} + E_{tL})$$

[0040] 여기서 E_{r-0}은 이전 단위 데이터 송신 이후 헤더 노드에 남아있는 잔존 에너지의 크기를 의미하며, L_r은 단위 데이터 당 송신되는 비트의 수이며, E_{tl}은 인접 센서 노드로부터 비트 단위로 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지의 크기이며, N_a는 클러스터에 존재하는 센서 노드의 크기이며, E_{rl}은 인접 센서 노드로부터 비트 단위로 데이터를 수신하는데 소비되는 에너지의 크기이며, E_{tL}은 비트 단위로 데이터를 수집노드로 송신하는데 소비되는 에너지의 크기이며, E_{agg}는 센서 노드(SN5)와 다른 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)에서 감지한 데이터로부터 수집 데이터를 생성하기 위하여 1개 비트당 소비되는 에너지이다.

[0041] 한편, 센서 노드들 사이의 거리(d_m)는 인접 센서 노드로부터 수신되는 신호의 도착 시간에 기초하여 계산하며, 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리(d)는 채널 평가 데이터의 도착 시간에 기초하여 계산한다. 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)과 수집 노드(110)는 서로 동기화되어 있으며, 인접 센서 노드 또는 수집 노드로부터 수신한 신호의 도착 시간에 기초하여 인접 센서 노드와의 거리(d_m) 또는 수집 노드와의 거리(d)를 계산한다. 본 발명이 적용되는 분야에 따라 센서 노드들 사이의 거리(d_m) 또는 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리(d)를 계산하기 위하여 다양한 종래 기술들이 사용될 수 있다.

[0042] 센서 노드(SN5)는 클러스터에 존재하는 다른 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 선택 파라미터와 각 센서 노드들이 배치되어 있는 위치에서 감지한 데이터를 수신한다(S3). 센서 노드(SN5)는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 수신한 감지 데이터와 센서 노드(SN5)에서 감지한 데이터 사이의 상관 관계에 기초하여 수집 데이터를 생성한다(S4). 여기서 데이터 사이의 상관 관계란 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)이 서로 인접한 지역에 위치함으로 인하여 발생하는, 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)에서 감

지되는 데이터 사이의 동일성을 의미한다.

[0043] 예를 들어, 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)이 온도 변화를 감지하는 경우, 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)은 각각 자신이 설치되어 있는 위치의 온도를 감지한다. 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)은 서로 인접한 위치에 설치되어 있기 때문에, 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)들 중 센서 노드(SN1, SN2, SN3)에서 감지한 온도가 서로 동일한 온도, 예를 들어 23° 이고 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중 센서 노드(SN4, SN5)에서 감지한 온도가 서로 동일한 온도, 예를 들어 22° 인 경우, 센서 노드(SN5)는 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 수신한 감지 데이터와 센서 노드(SN5)에서 감지한 데이터 사이의 동일 여부를 판단한다.

[0044] 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)에서 감지한 데이터의 상관 관계에 기초하여, 센서 노드(SN5)는 동일한 데이터가 반복하여 수집 노드로 송신되는 것을 방지하기 위하여 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)에서 감지한 데이터를 비교하여 동일한 데이터를 삭제하여 수집 노드로 송신되는 수집 데이터를 생성한다.

[0045] 한편, 센서 노드(SN5)는 클러스터에 존재하는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 수신한 각 센서 노드의 선택 파라미터와 센서 노드(SN5)에서 계산한 센서 노드(SN5)의 선택 파라미터에 기초하여 수집 데이터를 송신하기 위한 송신 센서 노드를 선택한다(S5). 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)의 선택 파라미터에 기초하여 송신 센서 노드를 선택하기 위하여, 헤더 노드로 동작하는 센서 노드(SN5)는 4개의 선택 파라미터, 즉 채널 상태(h), 센서 노드의 잔존 에너지 크기(re), 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리(d) 및 센서 노드들 사이의 거리(dm)를 기설정된 임계값(Th1, TH2, Th3, TH4)과 비교하거나, 4개의 선택 파라미터를 변수로 가지는 선택 함수의 크기와 기설정된 임계값(TH5)과 비교한다.

[0046] 센서 노드(SN5)에서 송신 센서 노드를 선택하는 방법의 일 예(이하 선택 방법1)를 도시하고 있는 도 6을 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 센서 노드(SN5)는 제1 조건, 즉 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 각각에서 계산된 채널 상태 평가값(h)이 제1 임계값(TH1)을 초과하는지 판단한다(S21). 센서 노드(SN5)는 제1 조건을 만족하는 센서 노드들 중 제2 조건, 즉 센서 노드의 잔존 에너지 크기(re)가 제2 임계값(TH2)을 초과하는지 판단한다(S23). 센서 노드(SN5)는 제2 조건을 만족하는 센서 노드들 중 제3 조건, 즉 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리(d)가 제3 임계값(TH3)보다 작은지 판단한다(S25).

[0047] 도 7(a)에 도시되어 있는 것과 같이, 클러스터에 존재하는 다수의 센서 노드들이 헤더 노드를 기준으로 0의 평균값으로 가우시안 함수로 분포되어 있는 경우, 클러스터에 존재하는 다수의 센서 노드들 중 아래의 수학식(3)을 만족하는 경우 제3 조건을 만족하는 것으로 판단한다.

[0048] [수학식 3]

[0049] $$d_{avg} - \frac{2}{D} < d < d_{avg}$$

[0050] 여기서 d_{avg}는 수집 노드와 클러스터에 존재하는 다수의 센서 노드들 사이의 평균 거리, 즉 수집 노드와 헤더 노드 사이의 거리이며, D는 클러스터의 크기를 의미한다.

[0051] 센서 노드(SN5)는 제3 조건을 만족하는 센서 노드들 중 제4 조건, 즉 도 7(b)에 도시되어 있는 것과 같이 센서 노드들 사이의 거리(dm)가 제4 임계값(TH4)보다 작은지 판단한다(S27). 센서 노드(SN5)는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중 제4 조건을 만족하는 센서 노드, 즉 센서 노드의 채널 상태 평가값(h)이 제1 임계값(TH1)보다 크며, 센서 노드의 잔존 에너지 크기(re)가 제2 임계값(TH2)보다 크며, 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리(d)가 제3 임계값(TH3)보다 작으며, 센서 노드 사이의 거리(dm)가 제4 임계값(TH4)보다 작은 센서 노드를 송신 센서 노드로 선택한다(S29).

[0052] 센서 노드(SN5)에서 송신 센서 노드를 선택하는 방법의 다른 예(이하 선택 방법2)를 살펴보면, 센서 노드(SN5)는 아래의 수학식(4)의 선택 함수에 따라 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중 송신 센서 노드를 선택한다.

[0053] [수학식 4]

[0054] $$Ns=\frac{(dm\times\alpha1)\times(d\times\alpha2)}{(h\times\alpha3)\times(re\times\alpha4)}<TH5$$

[0055] 여기서 d_m은 상기 무선 센서 노드들 사이의 거리이고 α1은 d_m의 가중치이며, d는 상기 무선 센서 노드와 수집 노드 사이의 거리이고 α2는 d의 가중치이며, h는 상기 무선 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성된 채널 상태이고 α3은 h의 가중치이며, r_e는 상기 무선 센서 노드의 잔존 에너지이고 α4는 r_e의 가중치이다. 센서 노드(SN5)는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)과 센서 노드(SN5)에서 계산한 선택 파라미터를 선택 함수에 입력하여, 선택 함수의 값이 제5 임계값(TH5)보다 작은 센서 노드를 송신 센서 노드로 선택한다. 가중치 α1, α2, α3, α4는 송신 센서 노드를 선택함에 있어 선택 파라미터 사이의 중요도 차이를 고려하여 결정되는데, 바람직하게 α3> α4> α2> α1의 크기를 가지는 것을 특징으로 한다.

[0056] 바람직하게, 센서 노드(SN5)는 위에서 설명한 송신 센서 노드의 선택 방법 1 또는 선택 방법 2를 이용하여 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중 2개의 센서 노드를 송신 센서 노드로 선택한다. 선택 방법 1에서 센서 노드(SN5)는 제1 조건 내지 제4 조건을 만족하는 센서 노드들 중 2개 센서 노드를 송신 센서 노드로 임의적으로 선택하거나, 제1 조건 내지 제4 조건을 만족하는 센서 노드들 중 제1 조건 내지 제4 조건에 대한 임계값의 초과 또는 미만 정도가 가장 큰 센서 노드 2개를 송신 센서 노드로 선택한다. 한편, 선택 방법 2에서 센서 노드(SN5)는 선택 함수의 값이 가장 작은 순서로 2개의 센서 노드를 송신 센서 노드로 선택한다.

[0057] 다시 도 4를 참고로 살펴보면, 센서 노드(SN5)는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중 선택한 송신 센서 노드를 통해 수집 데이터를 수집 노드로 송신하도록 제어하기 위한 선택 신호를 생성한다(S7). 바람직하게, 선택 신호에는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중 송신 센서 노드로 선택된 센서 노드를 식별하기 위한 식별자와 수집 데이터를 수집 노드로 송신하도록 제어하기 위한 제어 명령을 포함하고 있다. 선택된 송신 센서 노드를 통해 수집 데이터를 수집 노드로 송신하도록 센서 노드(S5)는 생성된 선택 신호와 수집 데이터를 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로 브로딩캐스팅 방식으로 송신한다(S9).

[0058] 도 5를 참고로 수집 노드와 클러스터(100)에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들 사이에서 송수신되는 신호를 보다 구체적으로 살펴보면, 수집 노드는 클러스터(100)에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)에게 각각 채널 평가 데이터를 송신한다(S11). 채널 평가 데이터는 수집 노드와 각 센서 노드들 사이에 형성되는 채널의 상태을 평가하기 위한 적은 양의 데이터이며, 바람직하게 4비트 이하의 데이터를 채널 평가 데이터로 사용한다.

[0059] 센서 노드(SN5)에 의해 송신 센서 노드로 선택된 센서 노드들(SN2, SN3)만이 클러스터(100)에 구비되어 있는 모든 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)에서 감지한 데이터를 수집 노드로 송신한다(S13).

[0060] 도 8는 클러스터에 존재하는 센서 노드들의 수(N_a)가 8개의 경우 본 발명에 따른 데이터 송신 방법(Selective approch, 8개의 센서 노드들 중 수집 데이터를 송신하는 송신 센서 노드의 수(N_b)는 2개임)과 송신 센서 노드의 선택없이 모든 센서 노드들이 감지 데이터를 수집 노드로 송신하는 종래 방법1(Existing approch), 하나의 헤더 노드만이 수집 데이터를 수집 노드로 송신하는 종래 방법2(SISO)에서 소비되는 에너지의 총 크기를 나타내는 그래프이다. 도 8에 도시되어 있는 것과 같이, 본 발명에 따른 송신 방법이 종래 방법1 또는 종래 방법2보다 적은 에너지로 데이터를 수집 노드로 송신함을 알 수 있다.

[0061] 도 9는 클러스터에 존재하는 센서 노드들의 수(N_a)가 8개의 경우 본 발명에 따른 데이터 송신 방법에서 송신 센서 노드로 선택되는 센서 노드의 수(N_b)에 따른 에너지 효율성을 나타내는 그래프이다. 도 9에 도시되어 있는 것과 같이, 8개의 센서 노드들 중 2개의 센서 노드들이 송신 센서 노드로 선택되는 경우, 에너지 효율성이 가장 좋음을 알 수 있다.

[0062] 한편, 상술한 본 발명의 일 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0063] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 마그네틱 저장 매체(예를 들어, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들어, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장 매체를 포함한다.

[0064] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하다. 예를 들어, 헤더 노드

는 위에서 설명한 방법 이외의 방법으로 선택 파라미터를 이용하여 송신 센서 노드를 선택할 수 있다. 또한, 선택 파라미터 사이의 중요도 차이에 따라 α1, α2, α3 α4의 크기를 다르게 설정하거나, α3> α4> α2> α1와 다른 순서로 각 선택 파라미터의 가중치를 결정할 수 있다.

[0065] 따라서 본 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0066] 도 1은 통상의 센서 네트워크를 구비하는 센서 네트워크 시스템을 도시하고 있다.

[0067] 도 2는 클러스터 단위로 클러스터에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들에서 감지한 데이터를 수집 노드로 송신하는 종래 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0068] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

[0069] 도 4는 헤더 노드인 센서 노드의 동작을 보다 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.

[0070] 도 5는 송신 센서 노드와 수집 노드 사이에서 송수신되는 신호를 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.

[0071] 도 6은 헤더 노드에서 송신 센서 노드를 선택하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0072] 도 7은 수집 노드와 센서 노드 사이의 거리 또는 센서 노드들 사이의 거리를 도시하고 있다.

[0073] 도 8은 본 발명에 따른 데이터 송신 방법과 종래 방법에 따른 데이터 송신 방법에 따라 소비되는 총 에너지를 나타내는 그래프이다.

[0074] 도 9는 송신 센서 노드의 수에 따라 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지의 효율성을 도시하고 있는 그래프이다.

[0075] <도면의 주요 부분에 대한 설명>

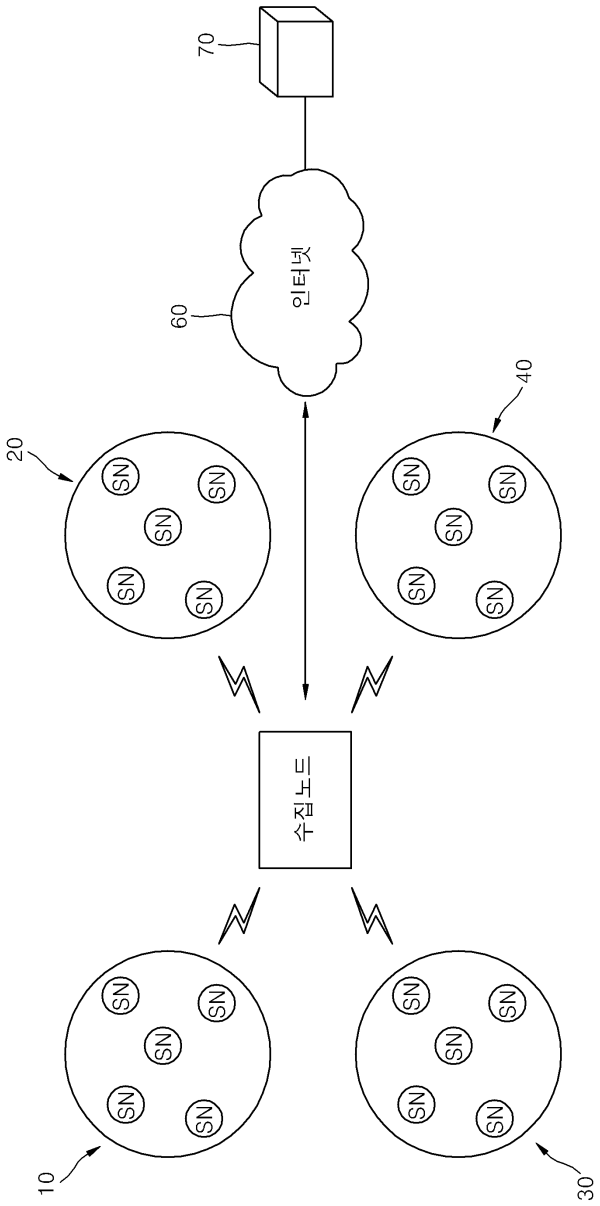
[0076] 10, 20, 30, 40, 100: 클러스터

[0077] 50, 110: 수집노드 60: 인터넷

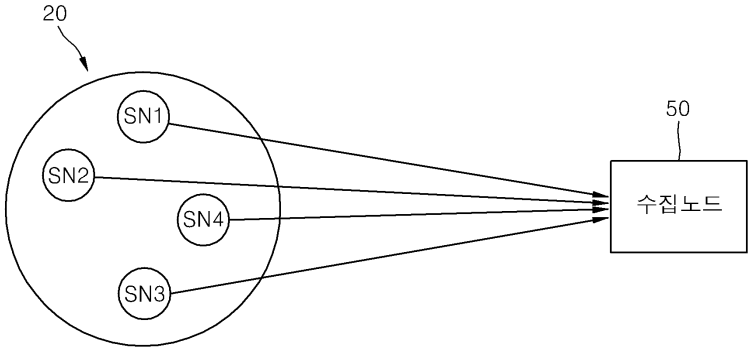
[0078] 70: 관리 서버

도면

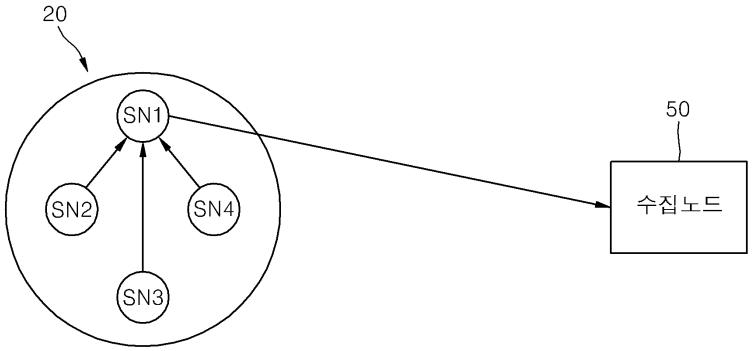
도면1



도면2

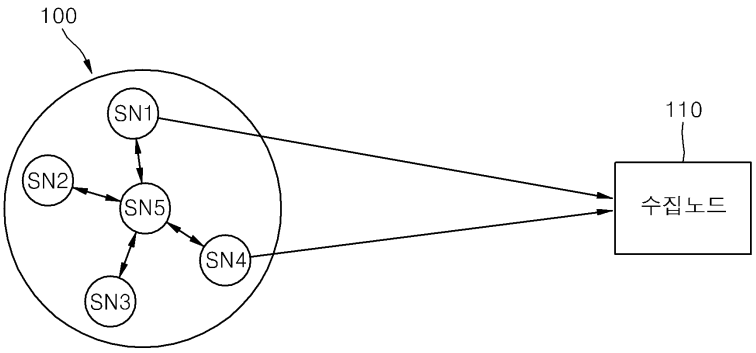

20
SN1
SN2
SN4
SN3
50
수집노드

(a)

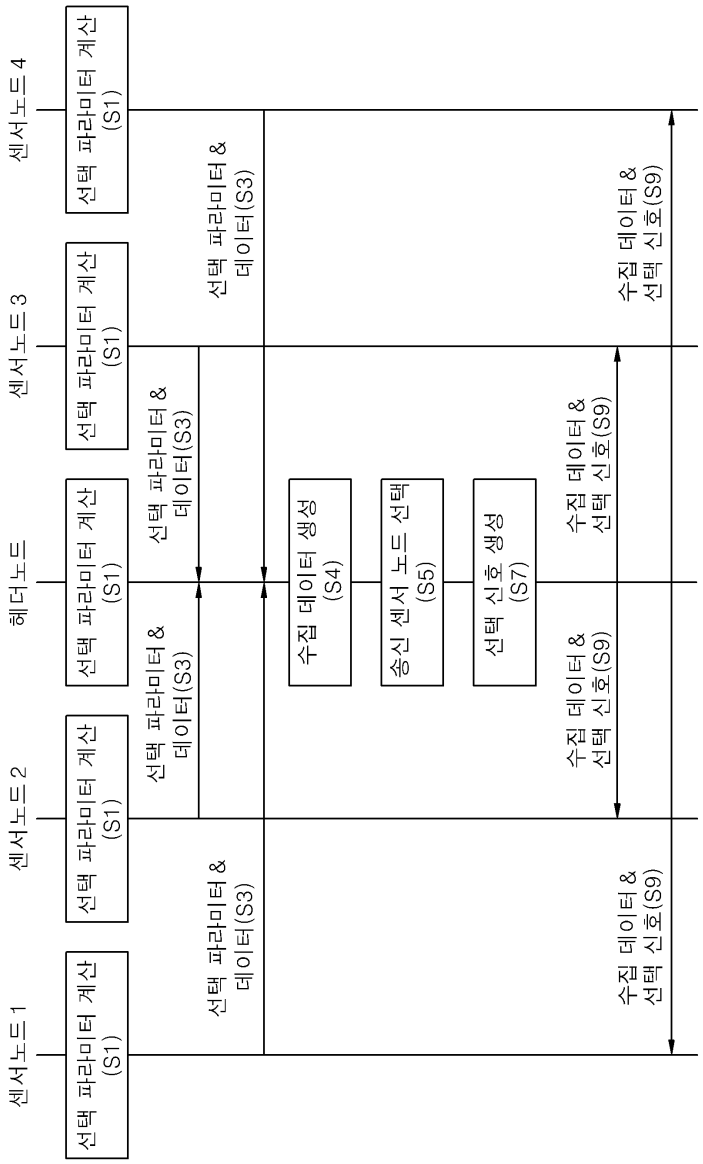

20
SN1
SN2
SN4
SN3
50
수집노드

(b)

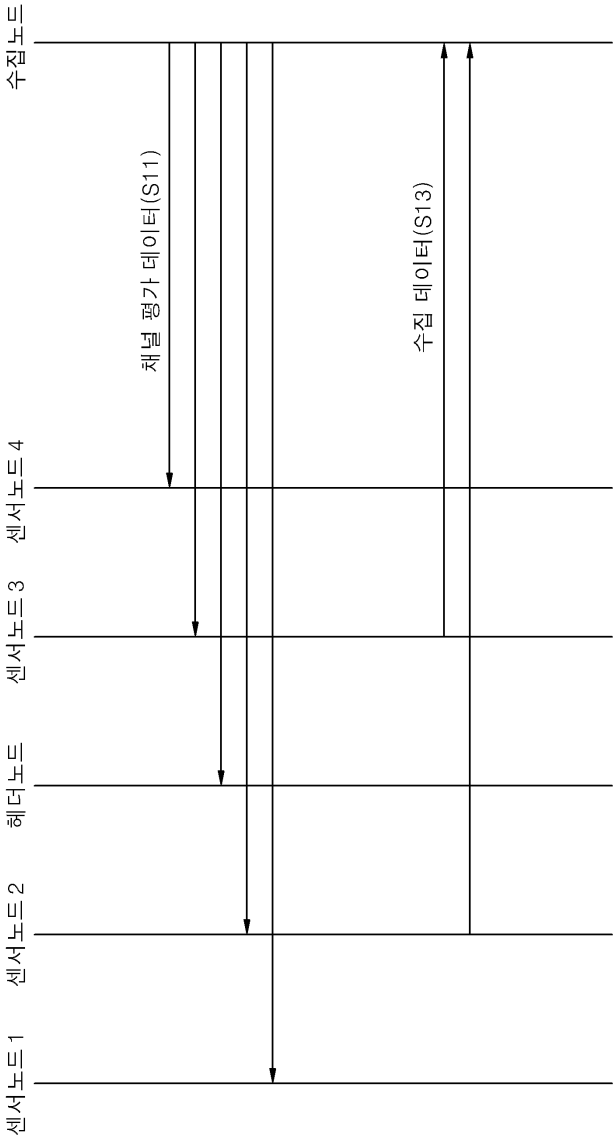
도면3


100
SN1
SN2
SN5
SN4
SN3
110
수집노드

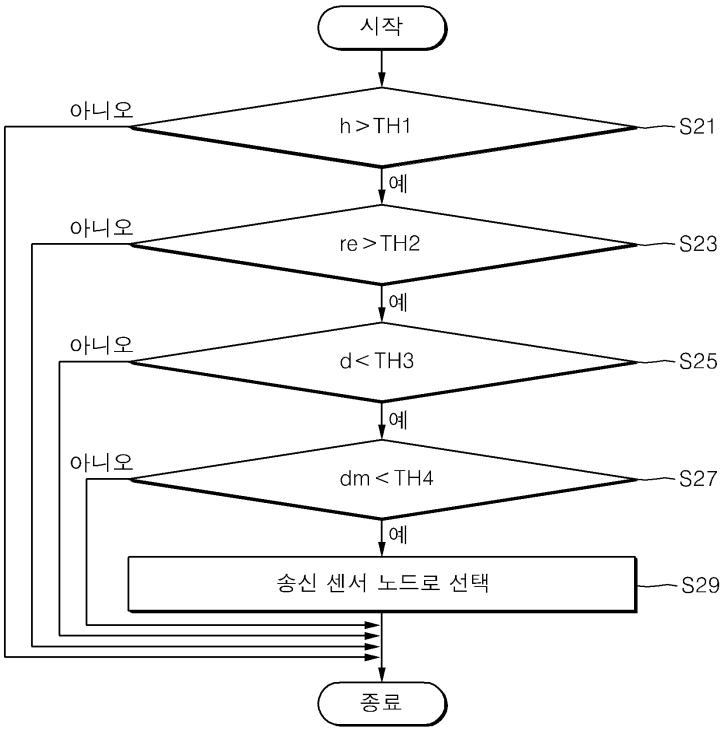
도면4


센서노드 1
센서노드 2
헤더노드
센서노드 3
센서노드 4
선택 파라미터 계산 (S1)
선택 파라미터 & 데이터(S3)
수집 데이터 생성 (S4)
송신 센서 노드 선택 (S5)
선택 신호 생성 (S7)
수집 데이터 & 선택 신호(S9)

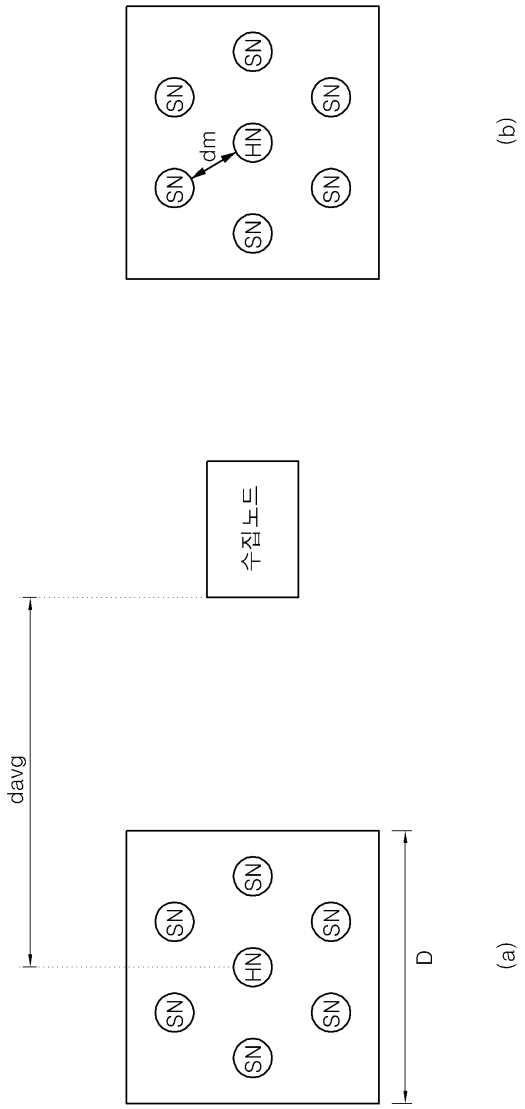
도면5



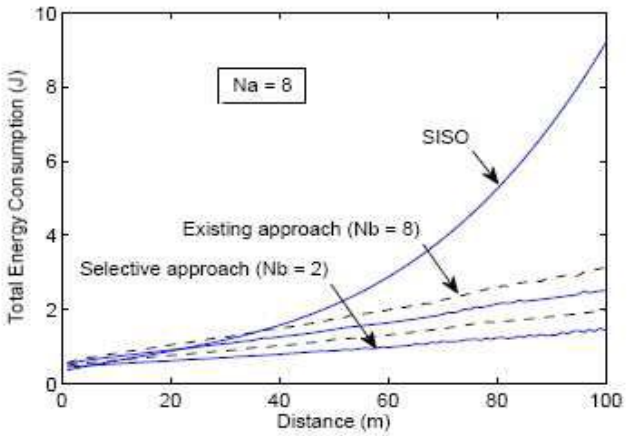
도면6


시작
h > TH1
S21
아니오
예
re > TH2
S23
아니오
예
d < TH3
S25
아니오
예
dm < TH4
S27
아니오
예
송신 센서 노드로 선택
S29
종료

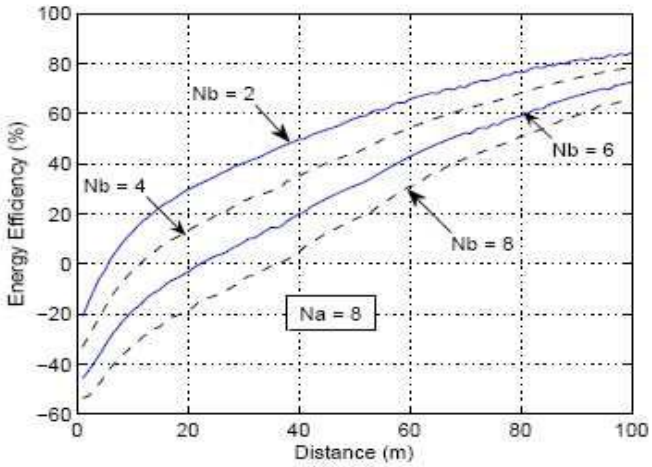
도면7


SN
HN
dm
(b)
수집노드
davg
D
(a)

도면8


Na = 8
SISO
Existing approach (Nb = 8)
Selective approach (Nb = 2)
Total Energy Consumption (J)
Distance (m)
0
2
4
6
8
10
0
20
40
60
80
100

도면9


Energy Efficiency (%)
Distance (m)
Nb = 2
Nb = 4
Nb = 6
Nb = 8
Na = 8
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
0
20
40
60
80
100