



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0060391
(43) 공개일자 2010년06월07일

(51) Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01) H04B 7/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0118969

(22) 출원일자 2008년11월27일

심사청구일자 2008년11월27일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(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 7 항

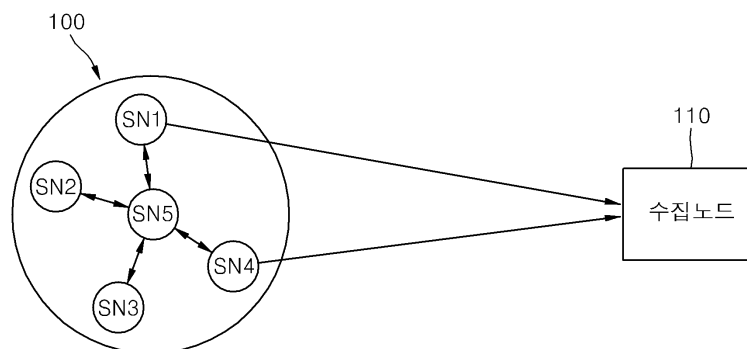
(54) 무선 센서 네트워크에서 협력 기반 MIMO 방식으로 데이터를 송신하는 방법

(57) 요약

본 발명은 무선 센서 네트워크에 관한 것으로, 보다 구체적으로 무선 센서 네트워크를 구성하는 다수의 무선 센서 노드들에서 감지한 데이터를 다수의 무선 센서 노드들 중 채널 상태가 양호한 무선 센서 노드만을 선택하여 수집 노드(Data Gathering Node)로 송신하는 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 무선 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성되는 채널 상태를 평가하고 양호한 채널 상태를 가지는 무선 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 무선 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성되는 채널 상태에 따라 헤더 노드에서 능동적으로 송신 센서 노드를 선택함으로써, 센서 노드들이 설치되어 있는 위치에서 발생하는 통신 환경 변화에 따라 적응적으로 데이터를 송신할 수 있다.

대표도 - 도3



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 다수 무선 센서 노드와 상기 수집 노드 사이의 채널 상태를 평가하는 단계;
- (b) 상기 다수의 무선 센서 노드들 각각의 채널 상태 평가와 상기 감지 데이터를 상기 클러스터에 구비되어 있는 다수 무선 센서 노드들 중 하나의 헤더 노드로 송신하는 단계; 및
- (c) 상기 헤더 노드에서 상기 채널 상태 평가에 기초하여 상기 다수의 무선 센서 노드들 중 송신 센서 노드를 선택하고, 상기 선택한 송신 센서 노드를 통해 상기 수집 데이터를 상기 수집 노드로 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 데이터 송신 방법은

상기 헤더 노드에서 상기 다수의 무선 센서 노드들로부터 수신한 데이터 사이의 상관 관계에 기초하여 수집 데이터를 생성하는 단계를 더 포함하며,

상기 헤더 노드는 상기 송신 센서 노드를 통해 상기 수집 데이터를 상기 수집 노드로 송신하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

상기 헤더 노드에서 상기 채널 상태 평가에 기초하여 상기 다수의 무선 센서 노드들 중 송신 센서 노드를 선택하는 단계;

상기 선택 결과에 기초하여 상기 송신 센서 노드로 선택된 센서 노드의 식별자와 상기 수집 데이터를 수집 노드로 송신하도록 제어하기 위한 명령을 구비하는 선택 신호를 생성하는 단계;

상기 생성한 선택 신호와 상기 수집 데이터를 상기 다수의 무선 센서 노드들로 각각 송신하는 단계; 및

상기 선택 신호에 기초하여 상기 송신 센서 노드들만이 상기 수집 데이터를 상기 수집 노드로 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 데이터 송신 방법은

상기 다수의 무선 센서 노드들 각각에서 상기 수집 노드로부터 채널 평가 데이터를 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 다수의 무선 센서 노드들 각각의 채널 상태 평가는

상기 무선 센서 노드에서 수신한 채널 평가 데이터의 신호 세기에 기초하여 평가되는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서, 상기 헤더 노드는

상기 다수의 무선 센서 노드들의 채널 상태 평가에 기초하여 상기 다수의 무선 센서 노드들 중 2개의 송신 센서 노드를 선택하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 선택된 송신 센서 노드로부터 상기 수집 노드로 송신되는 상기 수집 데이터의 심볼 크기는 고정되어 있는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 센서 네트워크에 관한 것으로, 보다 구체적으로 무선 센서 네트워크를 구성하는 다수의 무선 센서 노드들에서 감지한 데이터를 다수의 무선 센서 노드들 중 채널 상태가 양호한 무선 센서 노드만을 선택하여 수집 노드(Data Gathering Node)로 송신하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[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 MIMO 기반의 무선 센서 네트워크에서 최소의 송신 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 상태를 판단하여 데이터를 송신하는 방법을 제공하는 것이다.

[0020] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 목적은 무선 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성된 채널의 상태를 판단하여 다수의 무선 센서 노드들 중 송신 센서 노드를 선택하고 선택한 송신 센서 노드만을 통해 데이터를 송신하는 방법을 제공하는 것이다.

[0021] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 목적은, 센서 노드에서 수집 노드로 송신되는 심벌의 크기가 고정되어 있는 센서 네트워크에서 최적의 송신 에너지로 데이터를 송신하는 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0022] 본 발명이 이루고자 하는, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 다수 무선 센서 노드와 수집 노드

사이의 통신 채널을 평가하는 단계와, 다수의 무선 센서 노드들 각각의 통신 채널 평가의 결과와 센서 노드에서의 감지 데이터를 클러스터에 구비되어 있는 다수 무선 센서 노드들 중 하나의 헤더 노드로 송신하는 단계와, 헤더 노드에서 다수의 무선 센서 노드들로부터 수신한 데이터의 총 크기를 감소시키는 단계 및 헤더 노드에서 채널 평가 결과에 기초하여 다수의 무선 센서 노드들 중 송신 센서 노드를 선택하고 선택한 송신 센서 노드를 통해 감소된 데이터를 수집 노드로 송신하는 단계를 포함한다.

효 과

- [0023] 본 발명에 따른, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 종래 방법과 비교하여 다음과 같은 다양한 효과들을 가진다.
- [0024] 첫째, 본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 무선 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성되는 채널 상태를 평가하고 양호한 채널 상태를 가지는 무선 센서 노드만을 통해 데이터를 송신함으로써, 데이터 송신에 소비되는 에너지를 줄일 수 있다.
- [0025] 둘째, 본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 클러스터에 존재하는 다수의 무선 센서 노드들 중 무선 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성되는 채널 상태에 따라 헤더 노드에서 능동적으로 송신 센서 노드를 선택함으로써, 센서 노드들이 설치되어 있는 위치에서 발생하는 통신 환경 변화에 따라 적응적으로 데이터를 송신할 수 있다.
- [0026] 셋째, 본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 클러스터에 존재하는 다수의 센서 노드들에서 감지한 데이터의 총 크기를 감소시키고 감소된 데이터를 선택한 송신 센서 노드를 통해 수집 노드로 송신함으로써, 무선 센서 노드에서 감지한 데이터를 수집 노드로 송신하는데 소비되는 에너지를 줄일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법에 대해 보다 구체적으로 설명한다.
- [0028] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0029] 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.
- [0030] 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(S5)로 송신한다. 센서 노드(S5)는 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 수집 데이터를 수집 노드로 송신하기 위한 송신 센서 노드를 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중에서 선택하는 헤더 노드의 역할을 수행한다. 본 발명이 적용되는 분야에 따라 센서 노드(S5)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 역할만을 수행하도록 제작될 수 있다.
- [0031] 센서 노드(S5)는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 감지 데이터와 채널 상태 평가를 수신한다. 센서 노드(S5)는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)과 센서 노드(S5)에서 감지한 데이터 사이의 상관 관계에 기초하여 수집 데이터를 생성하며, 채널 상태 평가에 기초하여 수집 데이터를 송신할 송신 센서 노드를 선택하기 위한 선택 신호를 생성한다. 센서 노드(S5)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.
- [0032] 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, SN4)이 수집 데이터를 수집 노드(110)로 송신한다.
- [0033] 도 4를 참고로 헤더 노드로 동작하는 센서 노드(SN5)를 보다 구체적으로 살펴보면, 클러스터에 존재하는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)은 수집 노드로부터 채널 평가 데이터를 수신하고, 수신한 채널 평가 데이터에 기초하여 각 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성되는 통신 채널의 상태를 평가한다(S1). 바람직하게,

각 센서 노드는 수집 노드로부터 수신한 채널 평가 데이터의 신호 세기에 기초하여 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성된 통신 채널의 상태를 평가한다.

[0034] 센서 노드(SN5)는 클러스터에 존재하는 다른 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 채널 상태 평가 데이터와 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 관계를 판단한다(S5). 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 감지되는 데이터 사이의 동일성을 의미한다.

[0035] 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.

[0036] 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 데이터의 총 크기를 줄인다(S7).

[0037] 한편, 센서 노드(SN5)는 클러스터에 존재하는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로부터 수신한 각 센서 노드와 수집 노드 사이의 채널 상태 평가 정보와 센서 노드(SN5)에서 평가한 센서 노드(SN5)와 수집 노드 사이의 채널 상태 평가 정보에 기초하여 수집 데이터를 송신하기 위한 송신 센서 노드를 선택하고, 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5) 중 선택한 송신 센서 노드를 통해 수집 데이터를 수집 노드로 송신하도록 제어하기 위한 선택 신호를 생성한다(S8). 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 명령이 포함되어 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).

[0038] 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 상태만을 평가하기 위한 적은 양의 데이터이며, 바람직하게 4비트 이하의 데이터를 채널 평가 데이터로 사용한다.

[0039] 채널 평가 데이터에 기초하여 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).

[0040] 도 4와 도 5를 참고로 살펴본, 본 발명에 따른 데이터의 송신 방법에서 소비되는 총 에너지를 계산하면 아래의 수식(1)과 같다.

[0041] [수학식 1]

$$E_{co} = \sum_{i=1}^{N_a} \frac{L_i}{F} E_{ch} + L_{ch} \sum_{i=1}^{N_a-1} \frac{L_i}{F} E_i^t + \sum_{i=1}^{N_a-1} L_i E_i^t + E_{da} \sum_{i=1}^{N_a} L_i + (N_a - 1) E_i^{r0} \sum_{i=1}^{N_a} L_i \gamma_i + L_c p_s \frac{L_i}{F} \sum_{i=1}^x E_i^{r0} + E_M^l \sum_{i=1}^{N_a} L_i \gamma_i$$

[0042] 여기서 N_a 는 클러스터에 구비되어 있는 센서 노드의 수이며, E_{ch} 는 수집 노드로부터 수신한 채널 평가 데이터에 기초하여 센서 노드와 수집 노드 사이의 채널 상태를 평가하는데 소비되는 에너지이며, L_i 는 각 센서 노드에서 헤더 노드로 송신되는 데이터 크기이며, F 는 프레임 크기이며, L_{ch} 는 각 센서 노드에서 평가한 채널 상태를 헤더

노드로 송신하는데 필요한 데이터 크기이며, E_i^t 는 각 센서 노드에서 헤더 노드로 데이터를 송신하는데 필요한 1개 비트당 소비되는 에너지이며, E_{da} 는 헤더 노드에서 감지한 데이터와 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3,

SN4)에서 감지한 데이터로부터 수집 데이터를 생성하는데 소비되는 에너지이며, E_i^{t0} 는 헤더 노드에서 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4)로 수집 데이터를 송신하는데 필요한 1개 비트당 소비되는 에너지이며, γ 는 다수의 센서 노드들(SN1, SN2, SN3, SN4, SN5)에서 감지한 데이터 사이의 상관 관계를 나타내는 값이며, L_c 는 선택 신호의 데이터 크기이며, P_s 는 다음 프레임에서 선택된 송신 센서 노드가 변경될 확률값을 의미하며(바람직 하게 $P_s=1/\text{클러스터에 구비되어 있는 전체 센서 노드의 수로 계산된다.}$), x 는 헤더 노드가 송신 센서 노드로 선택되는 경우에는 전체 송신 센서 노드의 수(N_b)-1로 계산되며 헤더 노드가 송신 센서 노드로 선택되지 않는 경 우에는 N_b 로 계산된다. 한편, E_M^l 는 선택된 송신 센서 노드에서 수집 노드로 수집 데이터를 송신하는데 필 요한 1개 비트당 소비 에너지를 의미한다.

[0044] 위 수식(1)에서 제1 텀(term), 즉 $\sum_{i=1}^{N_a} \frac{L_i}{F} E_{ch}$ 은 다수의 센서 노드들에서 각각 채널 평가 데이터에 기 초하여 센서 노드와 수집 노드 사이에 형성된 채널의 상태를 평가하는데 소비되는 에너지이며, 제2 텀, 즉 $L_{ch} \sum_{i=1}^{N_a-1} \frac{L_i}{F} E_i^t$ 은 다수의 센서 노드들에서 평가한 채널 상태 데이터를 헤더 노드로 송신하는데 소비되는 에너지이며, 제3 텀, 즉 $\sum_{i=1}^{N_a-1} L_i E_i^t$ 은 다수의 센서 노드들에서 감지한 데이터를 헤더 노드로 송신하는데 소 비되는 에너지이며, 제4 텀, 즉 $E_{da} \sum_{i=1}^{N_a} L_i$ 은 헤더 노드에서 감지한 데이터와 다수의 센서 노드들로부터 수 신한 감지 데이터 사이의 상관 관계에 기초하여 수집 데이터를 생성하는데 소비되는 에너지이며, 제5 텀, 즉 $(N_a-1)E_i^{t0} \sum_{i=1}^{N_a} L_i \gamma_i$ 은 수집 데이터를 다수의 센서 노드들로 송신하는데 소비되는 에너지이며, 제6 텀, 즉 $L_c P_s \frac{L_i}{F} \sum_{i=1}^x E_i^{t0}$ 은 선택 신호를 다수의 센서 노드들로 송신하는데 소비되는 에너지이며, 제7 텀, 즉 $E_M^l \sum_{i=1}^{N_a} L_i \gamma_i$ 은 송신 센서 노드에서 수집 데이터를 수집 노드로 송신하는데 소비되는 에너지이다.

[0045] 도 6 내지 도 9는 본 발명에 따른 데이터 송신 방법, 송신 센서 노드의 선택없이 모든 센서 노드들이 감지 데이 터를 수집 노드로 송신하는 종래 방법1, 하나의 헤더 노드만이 수집 데이터를 수집 노드로 송신하는 종래 방법2 에서 소비되는 에너지의 총 크기 또는 에너지 효율성을 나타내는 그래프이다.

[0046] 도 6을 참고로 살펴보면, 클러스터의 크기(N_a), 즉 클러스터에 존재하는 센서 노드들의 수가 4이고, 송신 센서 노드로 선택되는 센서 노드의 수(N_b)가 2이며, 수집 노드에 구비되어 있는 수신 안테나의 수(N_r)가 4인 센서 네 트워크에서 종래 방식 1(Existing C-MIMO), 종래 방식 2(SISO) 및 본 발명에 따른 데이터 송신 방식(Proposed C-MIMO)의 전체 에너지 소비량을 도시하고 있다. 본 발명에 따른 데이터 송신 방식이 종래 방식1 또는 종래 방 식2보다 더 적은 에너지로 수집 데이터를 수집 노드로 송신한다는 것을 알 수 있다.

[0047] 도 7을 참고로 살펴보면, 종래 방식1과 본 발명에 따른 데이터 송신 방법 사이의 에너지 효율성의 차이를 도시 하고 있다. 본 발명에 따른 데이터 송신 방식이 종래 방식1보다 에너지 효율이 좋다는 사실을 알 수 있다.

[0048] 도 8을 참고로 살펴보면, 본 발명에 따른 데이터 송신 방법에서 클러스터의 크기(N_a) 또는 송신 센서 노드의 수 (N_b)를 다르게 하더라도 본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 종래 방법1과 비교하여 더 적은 에너지로 수집 데이 터를 수집 노드로 송신한다는 것을 알 수 있다.

[0049] 도 9를 참고로 살펴보면, 본 발명에 따른 데이터 송신 방법에서 클러스터의 크기와 송신 센서 노드의 수를 다

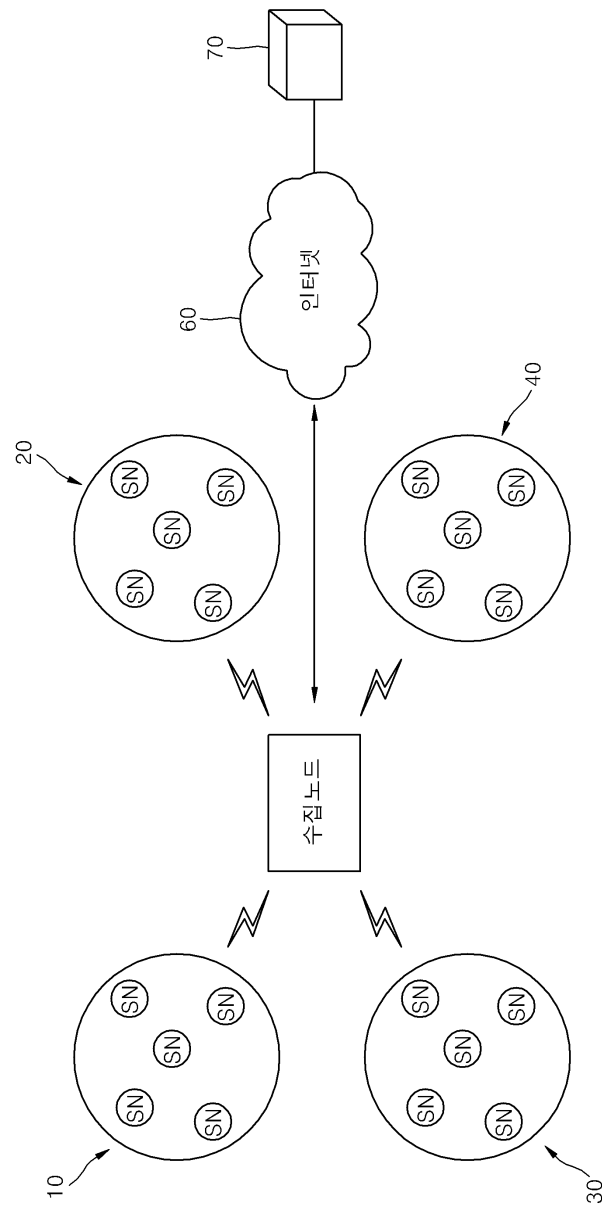
르게 하여 에너지 효율성을 살펴보면, 송신 센서 노드의 수가 2개일 때 가장 좋은 에너지 효율을 가진다는 것을 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

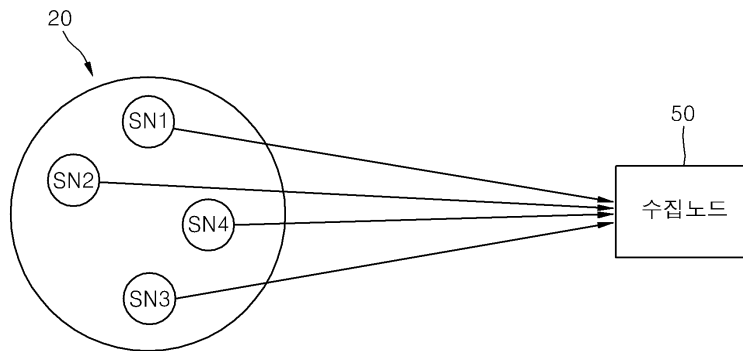
- [0050] 도 1은 통상의 센서 네트워크를 구비하는 센서 네트워크 시스템을 도시하고 있다.
- [0051] 도 2는 클러스터 단위로 클러스터에 구비되어 있는 다수의 센서 노드들에서 감지한 데이터를 수집 노드로 송신하는 종래 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0052] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라, 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0053] 도 4는 헤더 노드인 센서 노드의 동작을 보다 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0054] 도 5는 송신 센서 노드와 수집 노드 사이에서 송수신되는 신호를 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0055] 도 6은 종래 방법과 본 발명을 이용하여 데이터를 송신하는 경우 소비되는 에너지를 도시하고 있는 그래프이다.
- [0056] 도 7은 종래 방법과 본 발명을 이용하여 데이터를 송신하는 경우 에너지 효율성을 도시하고 있는 그래프이다.
- [0057] 도 8은 송신 센서 노드의 수에 따라 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지를 도시하고 있는 그래프이다.
- [0058] 도 9는 송신 센서 노드의 수에 따라 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지의 효율성을 도시하고 있는 그래프이다.
- [0059] <도면의 주요 부분에 대한 설명>
- [0060] 10, 20, 30, 40, 100: 클러스터
- [0061] 50, 110: 수집노드 60: 인터넷
- [0062] 70: 관리 서버

도면

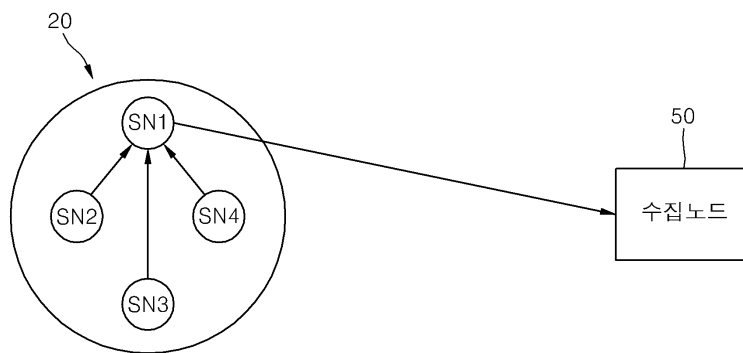
도면1



도면2

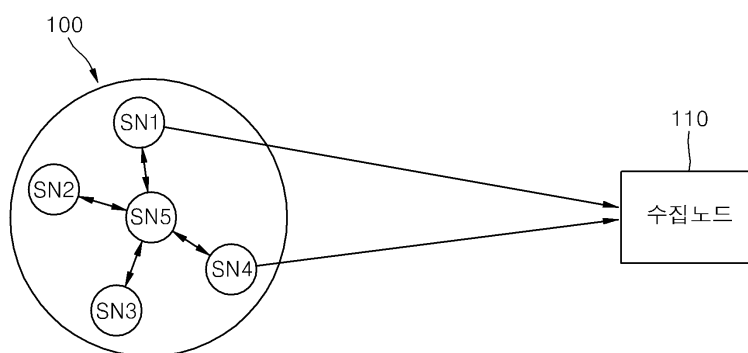


(a)

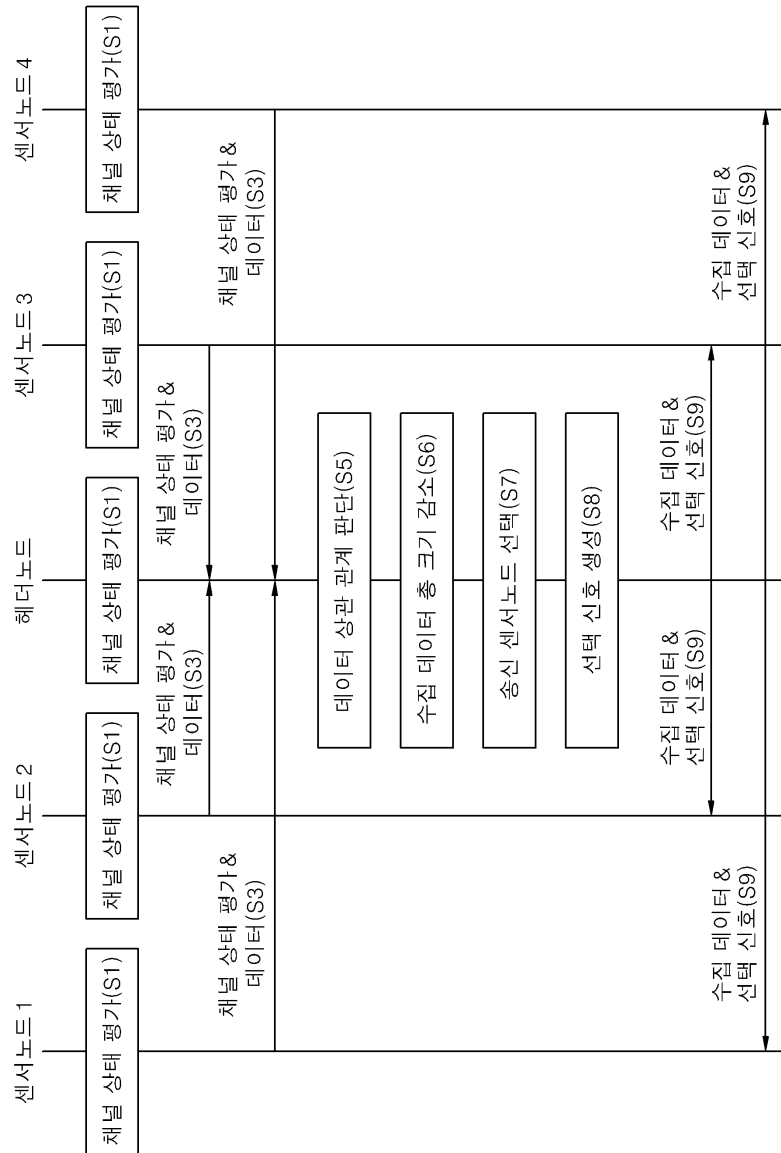


(b)

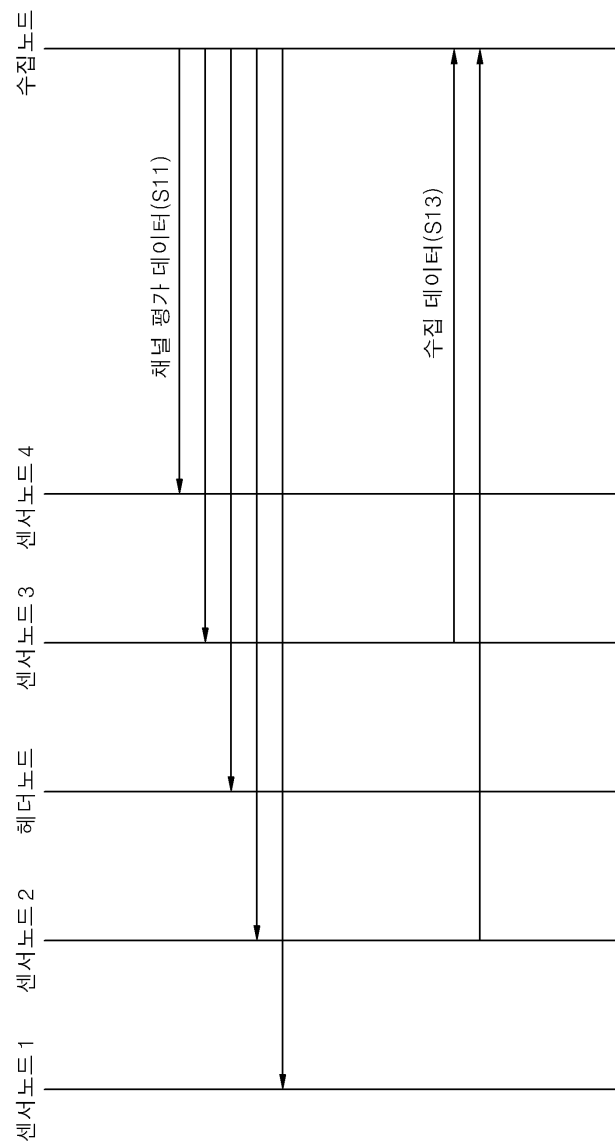
도면3



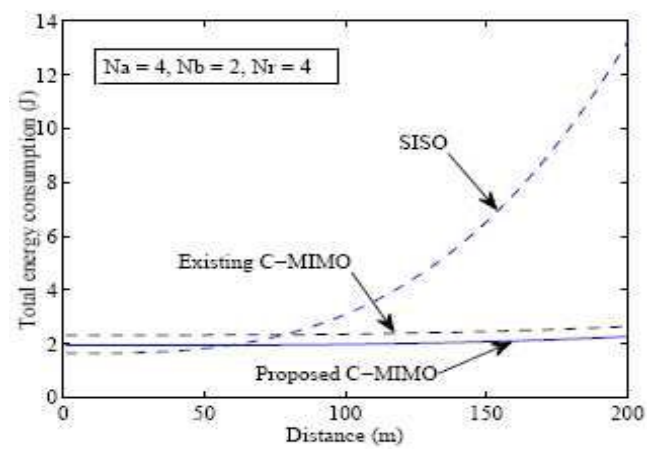
도면4



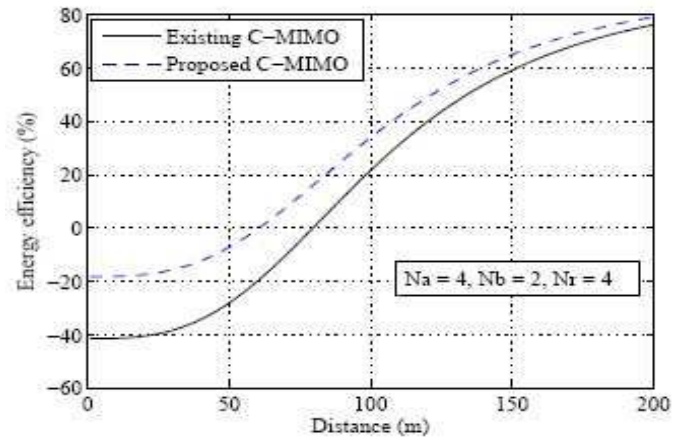
도면5



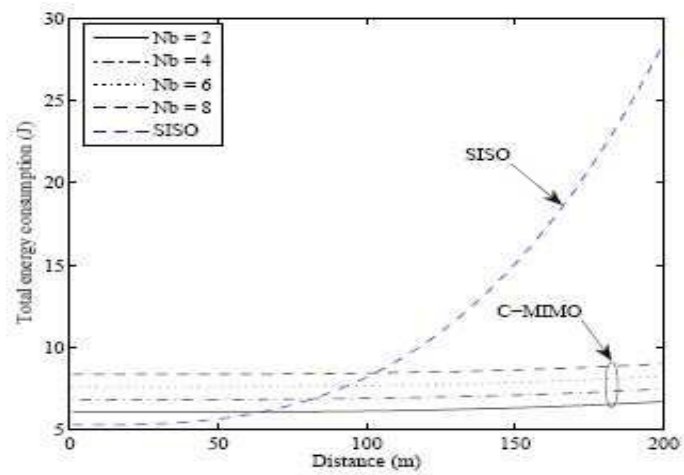
도면6



도면7



도면8



도면9

