



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0035126
(43) 공개일자 2011년04월06일

(51) Int. Cl.

H04W 40/10 (2009.01) H04W 40/12 (2009.01)

H04W 84/18 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2009-0092695

(22) 출원일자 2009년09월29일

심사청구일자 2009년09월29일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

홍충선

경기 용인시 수지구 상현동 성원3차상떼빌아파트 233-101

무하마드 마법 알람

경기도 용인시 기흥구 서천동 1번지 경희대학교 국제캠퍼스 전자정보대학 352호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

서재승

전체 청구항 수 : 총 12 항

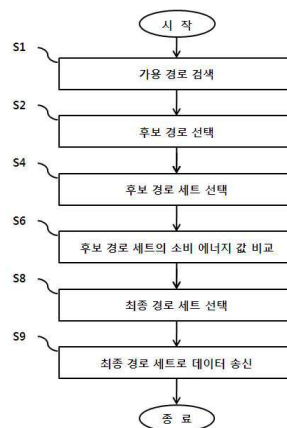
(54) 무선 센서 네트워크에서 소비 에너지와 서비스 품질을 고려한 데이터 송신 방법

(57) 요약

본 발명은 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 요구되는 송신 지연 값과 요구되는 신뢰도를 만족하는 동시에 무선 센서 네트워크의 제한된 자원 조건에서 데이터 송신에 소비되는 에너지를 최소화할 수 있는 데이터 송신 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 서비스 품질과 데이터 송신에 따른 소비 에너지량을 동시에 고려하여 데이터 송신 경로를 결정함으로써, 한정된 에너지원을 구비하는 무선 센서 네트워크에서 요구되는 서비스 품질을 만족하며 데이터를 송신할 수 있다. 또한 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 서비스 품질을 만족하는 동시에 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지를 최소화하는 경로를 근사화 방식으로 결정함으로써, 적은 에너지로 최적의 송신 경로를 결정할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

앤디. 압둘 라자크

경기도 용인시 기흥구 서천동 1번지 경희대학교 국제캠퍼스 전자정보대학 352호

조웅준

경기도 수원시 영통구 영통1동 1029-12번지 103호

허립

서울특별시 강동구 길동 강동GS자이아파트 112-1101

이광현

경기도 부천시 원미구 중2동 꿈마을아파트 1010동 406호

박중권

충청남도 당진군 신평면 금천리 171번지

박재용

부산광역시 해운대구 반여1동 장산롯데2차아파트 206동 1501호

김진호

경기도 고양시 일산동구 중산동 1800번지 하늘마을 510-806

특허청구의 범위

청구항 1

다수의 클러스터를 구비하며 상기 클러스터는 다수의 센서 노드들을 구비하고 있는 무선 센서 네트워크에서 서비스 품질(QoS)을 보장한 데이터 송신 방법에 있어서,

- (a) 상기 클러스터의 헤드 노드로부터 다수의 싱크 노드로 데이터를 송신하는데 사용할 수 있는 다수의 가용 경로를 검색하는 단계;
- (b) 상기 검색한 다수의 가용 경로들 각각의 송신 지연값에 기초하여 상기 가용 경로들 중 지연 요구값을 만족하는 후보 경로들을 선택하는 단계;
- (c) 상기 선택한 후보 경로들 중 신뢰도 요구값을 만족하는, 상기 후보 경로의 조합으로 구성된 후보 경로 세트를 선택하는 단계;
- (d) 상기 헤드 노드로부터 상기 각 싱크 노드로 데이터를 송신하는데 소비되는 상기 선택한 후보 경로 세트의 에너지값에 기초하여, 가장 작은 소비 에너지값을 가지는 후보 경로 세트를 최종 경로 세트로 선택하는 단계; 및
- (e) 상기 선택한 최종 경로 세트를 통해 상기 헤드 노드로부터 다수의 싱크 노드로 데이터를 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가용 경로들의 송신 지연값, 신뢰도, 데이터를 상기 헤드 노드에서 싱크 노드로 송신하는데 소비되는 에너지값에 대한 정보는 상기 헤드 노드에 저장되어 있는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 (c) 단계는

- (c1) 상기 선택한 후보 경로들로 조합된 경로 세트를 선택하는 단계;
- (c2) 상기 선택한 경로 세트의 총 신뢰도 값을 계산하는 단계;
- (c3) 상기 계산한 경로 세트의 총 신뢰도 값이 상기 신뢰도 요구값을 만족하는지 판단하는 단계;
- (c4) 상기 선택한 경로 세트가 상기 신뢰도 요구값을 만족하지 않는 경우, 상기 선택한 후보 경로들의 수를 순차적으로 증가시키며 상기 선택한 후보 경로들로 조합된 경로 세트를 재선택하고, 상기 재선택한 경로 세트가 상기 신뢰도 요구값을 만족하는지 판단하는 단계; 및
- (c5) 상기 선택한 또는 재선택한 경로 세트들 중 상기 신뢰도 요구값을 만족하는 경로 세트를 후보 경로 세트로 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 (c) 단계에서 상기 후보 경로 세트는

상기 신뢰도 요구값을 만족하며 가장 적은 수의 후보 경로를 포함하는 경로 세트로 선택되는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서 상기 헤드 노드는

상기 검색한 다수의 가용 경로들 중 후보 경로로 선택된 가용 경로에 대한 플래그 값은 1로 설정하고, 후보 경로로 선택되지 않은 가용 경로에 대한 플래그 값은 0으로 설정하며,

상기 헤드 노드는 후보 경로 세트의 소비 에너지값을 아래의 수학적식(1)에 의해 계산하며,

$$\sum_{i=0}^L = x_i \times E[T_i]$$

여기서 x_i 는 후보 경로들에 대한 플래그 값이고, L 은 상기 후보 경로 세트를 구성하는 후보 경로의 수이고, $E[T_i]$ 는 상기 후보 경로 세트를 구성하는 후보 경로들 중 i 번째 후보 경로에서 소비되는 에너지값인 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 헤드 노드는

상기 후보 경로 세트의 소비 에너지값을 상기 후보 경로 세트를 구성하는 후보 경로들의 총 홉수로 계산하며, 가장 가장 총 홉수를 가지는 후보 경로 세트를 최종 경로 세트로 선택하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 (e) 단계는

상기 최종 경로 세트에 포함된 싱크 노드의 수만큼 상기 송신하고자 하는 데이터를 복사하는 단계;

상기 복사된 데이터를 서로 다른 우선 순위로 분류하는 단계; 및

상기 서로 다른 우선 순위로 분류된 데이터를 상기 최종 경로 세트에 포함된 경로를 통해 상기 싱크 노드로 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 복사된 데이터 중 하나는 우선 순위로 분류하고, 나머지는 보통으로 분류하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 최종 경로 세트에 포함된 후보 경로에서 데이터를 싱크 노드로 송신하는 노드는 제1 버퍼 내지 제4 버퍼를 구비하며,

상기 데이터 송신 방법은 상기 송신 노드에서

상기 데이터가 수신되는 경우 상기 데이터를 제1 버퍼에 저장하는 단계;

상기 제1 버퍼에 저장된 데이터의 우선 순위를 판단하는 단계;

상기 판단한 데이터의 우선 순위에 기초하여 상기 제1 버퍼에 저장된 데이터 중 우선 순위로 분류된 데이터를 상기 제2 버퍼로 저장하며 보통으로 분류된 데이터를 상기 제3 버퍼로 저장하는 단계;

상기 제2 버퍼 또는 제3 버퍼에 저장된 데이터를 서로 다른 송신 가중치로 송신하는 단계;

상기 송신한 데이터 중 제2 버퍼에 저장된 데이터가 성공적으로 송신되었는지 판단하고, 상기 제2 버퍼에 저장된 데이터가 성공적으로 송신되지 않은 경우 상기 성공적으로 송신되지 않은 데이터를 제4 버퍼에 저장하는 단계; 및

상기 최종 경로 세트에 포함된 후보 경로의 송신 지연값 범위에서 상기 제4 버퍼에 저장된 데이터를 재송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 제4 버퍼에 저장된 데이터를 재송신하는 단계는

상기 송신 노드의 주변 노드와 상기 데이터의 수신 노드에 재송신 요청 메시지를 송신하는 단계;

상기 재송신 요청 메시지에 응답하여 재송신 허용 메시지를 상기 수신 노드로부터 수신하는 단계;

상기 재송신 허용 메시지에 응답하여 상기 제4 버퍼에 저장된 데이터를 상기 수신 노드로 송신하는 단계를 포함하며,

상기 재송신 허용 메시지를 수신하는 경우, 상기 송신 노드의 주변 노드는 상기 송신 노드가 데이터를 재전송하는 동안 데이터 송신을 중단하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 재송신 요청 메시지는 재송신 요청 식별자를 포함하고, 상기 재송신 허용 메시지는 재송신 허용 식별자를 포함하며,

상기 송신 노드의 주변 노드는 상기 재송신 허용 식별자를 통해 데이터 송신의 중단 여부를 결정하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

청구항 12

다수의 센서 노드들로 구성된 클러스터에서 서비스 품질(QoS)을 보장한 데이터 송신 방법에 있어서,

(a) 상기 클러스터의 헤드 노드로부터 다수의 싱크 노드로 데이터를 송신하는데 사용할 수 있는 다수의 가용 경로를 검색하는 단계;

(b) 상기 검색한 다수의 가용 경로들 각각의 송신 지연값에 기초하여 상기 가용 경로들 중 지연 요구값을 만족하는 후보 경로들을 선택하는 단계;

(c) 상기 선택한 후보 경로들 중 신뢰도 요구값을 만족하는, 상기 후보 경로의 조합으로 구성된 후보 경로 세트를 선택하는 단계;

(d) 상기 선택한 후보 경로 세트 중 가장 작은 총 흡수를 가지는 후보 경로 세트를 최종 경로 세트로 선택하는 단계; 및

(e) 상기 선택한 최종 경로 세트를 통해 상기 헤드 노드로부터 다수의 싱크 노드로 데이터를 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 송신 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 요구되는 송신 지연값과 요구되는 신뢰도를 만족하는 동시에 무선 센서 네트워크의 제한된 자원 조건에서 데이터 송신에 소비되는 에너지를 최소화할 수 있는 데이터 송신 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 센서 네트워크는 지능형 빌딩 또는 공장 내의 환경 제어, 생산 공정 자동 제어, 물류 관리, 병원에서의 물품 및 정보 관리, 환자 상태의 원격 감지, 군사 통제 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. 무선 센서 네트워크에는 자체적으로 주변의 정보를 센싱하고 센싱한 정보를 송신하는 많은 수의 센서 노드들을 구비하고 있다. 무선 센서 네트워크를 구성하는 센서 노드들은 전통적인 유선 환경의 네트워크와 달리 무선 환경에서 데이터를 송수신하기 때문에, 센서 노드에서 센싱한 데이터가 싱크 노드로 송신되는 중간에 드랍(drop)되어 정확하게 싱크 노드로 송신되지 못하는 경우가 종종 발생한다.

[0003] 더욱이 제한된 통신 채널 자원을 사용하는 무선 센서 네트워크에서 실시간 목표 추적, 산업 프로세스 제어 등과 같이 데이터 송수신 시간에 결정적인 애플리케이션에 무선 센서 네트워크를 사용하는 경우, 센서 노드에서 센싱

한 정보는 요구되는 시간안에 싱크 노드로 수신되어야 제대로 이용할 수 있다는 한계를 가진다.

[0004] 이와 같이 센서 노드에서 센싱한 정보를 정확하게 싱크 노드로 송신할 확률, 즉 센싱 노드에서 송신한 패킷들 중 싱크 노드에서 수신한 패킷의 비율을 신뢰도라 언급하며, 센서 노드에서 센싱한 정보를 싱크 노드로 송신하는데 소요되는 시간을 송신 지연값이라 언급하는데, 무선 센서 네트워크에서 신뢰도와 송신 지연값은 서비스 품질(Quality of Service: QoS)를 판단하는데 있어 중요한 요인이다.

[0005] 한편, 무선 센서 네트워크는 사람이 쉽게 접근하기 곤란한 장소에 다수의 센서 노드들이 분포되어 있는 경우가 대부분이며, 센서 노드는 작은 사이즈로 제작되어 센서 노드에서 사용할 수 있는 에너지도 한정되어 있다. 따라서 무선 센서 네트워크에서는 한정된 에너지 자원으로 요구되는 신뢰도와 송신 지연값으로 센싱 노드에서 센싱한 데이터를 싱크 노드로 송신하여야 한다. 그러나 단일 싱크 노드로 데이터를 송신하는 종래 무선 센서 네트워크에서 신뢰도를 높이기 위하여 송신 노드에서 데이터를 재전송하는 횟수를 증가시킬수록 단일 싱크 노드에서 중복되어 수신되는 데이터량이 증가하여 송신 지연값이 커지게 되며, 반대로 송신 지연값을 줄이기 위하여 송신 노드에서 데이터를 재전송하는 횟수를 감소시키면 단일 싱크 노드에서 데이터를 수신할 신뢰도가 낮아진다는 문제점을 가진다. 더욱이 한정된 에너지 자원을 가지는 무선 센서 네트워크에서 신뢰도를 높이기 위하여 데이터의 재전송 횟수를 늘리는 경우 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지량도 증가한다는 문제점을 가진다.

[0006] 종래 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 단일 싱크 노드를 전제로 에너지 소비와는 무관하게 신뢰도 또는 송신 지연값과 같은 서비스 품질만을 고려하거나, 서비스 품질과는 무관하게 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지를 줄이는데만 관점을 두고 있으며 서비스 품질과 소비 에너지를 동시에 모두 고려한 데이터 송신 방법은 개시되어 있지 않다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 따라서 본 발명은 위에서 언급한 무선 센서 네트워크에 데이터를 송신하는 종래 방법이 가지는 문제점들을 해결하기 위한 것으로, 본 발명이 이루고자 하는 목적은 무선 센서 네트워크에서 요구되는 신뢰도와 송신 지연값으로 데이터를 송신하는 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 다른 목적은 무선 센서 네트워크에서 다수의 싱크 노드로 데이터를 분산 송신하여 신뢰도를 높이는 동시에 송신 지연값을 줄일 수 있는 데이터 송신 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 목적은 무선 센서 네트워크에서 요구되는 신뢰도와 송신 지연값을 만족하는 동시에 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지를 최소화할 수 있는 데이터 송신 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 목적은 무선 센서 네트워크에서 센서 노드의 센싱 데이터를 싱크 노드로 송신하는 최적의 경로, 즉 요구되는 신뢰도와 송신 지연값을 만족하는 동시에 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지를 최소화하는 경로를 근사화(approximation) 방식을 이용하여 적은 계산량과 적은 정보만으로 간단하게 선택할 수 있는 데이터 송신 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0011] 본 발명이 이루고자 하는 목적을 달성하기 위하여, 다수의 클러스터를 구비하며 클러스터는 다수의 센서 노드들을 구비하고 있는 무선 센서 네트워크에서 서비스 품질(QoS)을 보장한 데이터 송신 방법은 클러스터의 헤드 노드로부터 다수의 싱크 노드로 데이터를 송신하는데 사용할 수 있는 다수의 가용 경로를 검색하는 단계(이하 (a) 단계)와, 검색한 다수의 가용 경로들 각각의 송신 지연값에 기초하여 가용 경로들 중 지연 요구값을 만족하는 후보 경로들을 선택하는 단계(이하 (b) 단계)와, 선택한 후보 경로들 중 신뢰도 요구값을 만족하는, 후보 경로의 조합으로 구성된 후보 경로 세트를 선택하는 단계(이하 (c) 단계)와, 헤드 노드로부터 각 싱크 노드로 데이터를 송신하는데 소비되는 선택한 후보 경로 세트의 에너지값에 기초하여 가장 작은 소비 에너지값을 가지는 후보 경로 세트를 최종 경로 세트로 선택하는 단계(이하 (d)단계) 및 선택한 최종 경로 세트를 통해 헤드 노드로부터 다수의 싱크 노드로 데이터를 송신하는 단계(이하 (e)단계)를 포함한다.

[0012] 후보 경로 세트를 선택하는 단계는 선택한 후보 경로들로 조합된 경로 세트를 선택하는 단계와, 선택한 경로 세트의 총 신뢰도 값을 계산하는 단계와, 계산한 경로 세트의 전체 신뢰도 값이 신뢰도 요구값을 만족하는지 판단하는 단계와, 선택한 경로 세트가 신뢰도 요구값을 만족하지 않는 경우, 선택한 후보 경로들의 수를 순차적으로 증가시키며 선택한 후보 경로들로 조합된 경로 세트를 재선택하고 재선택한 경로 세트가 신뢰도 요구값을 만족

하는지 판단하는 단계 및 선택한 또는 재선택한 경로 세트들 중 신뢰도 요구값을 만족하는 경로 세트를 후보 경로 세트로 선택하는 단계를 포함한다.

[0013] 여기서 후보 경로 세트는 신뢰도 요구값을 만족하며 가장 적은 수의 후보 경로를 포함하는 경로 세트로 선택되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 헤드 노드로부터 다수의 싱크 노드로 데이터를 송신하는 단계는 최종 경로 세트에 포함된 싱크 노드의 수만큼 송신하고자 하는 데이터를 복사하는 단계와, 복사된 데이터를 서로 다른 우선 순위로 분류하는 단계 및 서로 다른 우선 순위로 분류된 데이터를 최종 경로 세트에 포함된 경로를 통해 싱크 노드로 송신하는 단계를 포함한다.

[0015] 여기서 최종 경로 세트에 포함된 후보 경로에서 데이터를 싱크 노드로 송신하는 노드는 제1 버퍼 내지 제4 버퍼를 구비한다.

[0016] 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 데이터 송신 방법은 송신 노드에서 데이터가 수신되는 경우 데이터를 제1 버퍼에 저장하는 단계와, 제1 버퍼에 저장된 데이터의 우선 순위를 판단하는 단계와, 판단한 데이터의 우선 순위에 기초하여 제1 버퍼에 저장된 데이터 중 우선으로 분류된 데이터를 제2 버퍼로 저장하며 보통으로 분류된 데이터를 상기 제3 버퍼로 저장하는 단계와, 제2 버퍼 또는 제3 버퍼에 저장된 데이터를 서로 다른 송신 가중치로 송신하는 단계와, 송신한 데이터 중 제2 버퍼에 저장된 데이터가 성공적으로 송신되었는지 판단하고 제2 버퍼에 저장된 데이터가 성공적으로 송신되지 않은 경우 성공적으로 송신되지 않은 데이터를 제4 버퍼에 저장하는 단계 및 최종 경로 세트에 포함된 후보 경로의 송신 지연값 범위에서 제4 버퍼에 저장된 데이터를 재송신하는 단계를 더 포함한다.

효 과

[0017] 무선 센서 네트워크에서 본 발명에 따른 데이터 송신 방법은 종래 데이터 송신 방법과 비교하여 다음과 같은 다양한 효과들을 가진다.

[0018] 첫째, 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 서비스 품질과 데이터 송신에 따른 소비 에너지량을 동시에 고려하여 데이터 송신 경로를 결정함으로써, 한정된 에너지를 구비하는 무선 센서 네트워크에서 요구되는 서비스 품질을 만족하며 데이터를 송신할 수 있다.

[0019] 둘째, 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 서비스 품질을 만족하는 동시에 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지를 최소화하는 경로를 근사화 방식으로 결정함으로써, 적은 에너지로 최적의 송신 경로를 결정할 수 있다.

[0020] 셋째, 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 다수의 싱크 노드로 분산하여 데이터를 송신함으로써, 싱크 노드에서 발생될 수 있는 송신 지연과 신뢰도 감소를 방지할 수 있다.

[0021] 넷째, 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법은 송신 노드에서 데이터를 재전송하지 않는 것을 기본으로 하며 우선 순위로 분류된 데이터만 예외적으로 데이터를 재전송함으로써, 데이터 재전송으로 인한 에너지 낭비를 줄일 수 있으며 송신 지연을 막을 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0022] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 방법에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0023] 도 1은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크를 개략적으로 도시하고 있다.

[0024] 도 1을 참고로 살펴보면, 무선 센서 네트워크는 다수의 클러스터(C1, C2, C3, C4)를 구비하고 있으며, 각 클러스터는 다수의 센서 노드(SN)들을 구비하고 있다. 각 클러스터(C1, C2, C3, C4)에 존재하는 다수의 센서 노드(SN)들은 센서 노드(SN)들이 위치하는 장소에서 데이터를 센싱하고 센싱한 데이터를 센서 노드(SN)들이 속한 클러스터의 헤드 노드(HN)로 송신한다.

[0025] 각 클러스터(C1, C2, C3, C4)에서 센싱한 데이터는 각 클러스터(C1, C2, C3, C4)에 위치하는 헤드 노드(HN)로부터 싱크 노드(SiN)로 송신된다. 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크는 헤드 노드(HN)에서 송신되는 데이터를 수신할 다수의 싱크 노드(SiN)를 구비하고 있다. 헤드 노드(HN)는 헤드 노드(HN)와 다수의 싱크 노드(SiN1, SiN2, SiN3) 사이에 형성될 수 있는 다수의 가용 경로들을 검색하고, 검색한 다수의 가용 경로들 중 요구되는 서비스 품질을 만족하는 동시에 데이터 송신에 따른 에너지 소비량을 최소화할 수 있는 최적의 경로 세트를 결

정하여 최적의 경로 세트를 통해 다수의 싱크 노드(SiN1, SiN2, SiN3)로 데이터를 송신한다. 다수의 싱크 노드(SiN1, SiN2, SiN3)로 수신된 데이터는 중앙 터미널(CT)로 모두 수집된다.

[0026] 도 2는 본 발명에 따른 헤드 노드에서 최적의 경로 세트를 결정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0027] 도 2를 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 헤드 노드(HN)는 클러스터에서 수집한 데이터를 헤드 노드(HN)로 송신할 수 있는, 헤드 노드(HN)와 다수의 싱크 노드(SiN1, SiN2, SiN3) 사이의 가용 경로들을 검색한다(S1). 헤드 노드(HN)는 검색한 다수의 가용 경로들 각각의 송신 지연값(D_i)에 기초하여 다수의 가용 경로들 중 요구되는 송신 지연값(D_{req})을 만족하는 후보 경로를 선택한다(S2). 헤드 노드(HN)는 다수의 가용 경로들의 송신 지연값(D_i)이 요구되는 송신 지연값(D)보다 작거나 동일한 가용 경로들을 후보 경로로 선택하는데, 헤드 노드는 아래의 수학적식(1)에 따라 다수의 가용 경로들에서 후보 경로를 선택한다.

[0028] [수학적식 1]

$$d_i = \sum_{j=1}^h d_j$$

[0029] 여기서 d_i 는 h 개의 홉 수를 가지는 i 번째 가용 경로의 총 송신 지연값을 나타내며, d_j 는 j 번째 홉에서의 송신 지연값을 의미한다. d_j 는 j 번째 홉에서의 송신 지연과 프로세싱 지연을 모두 합한 값으로 아래의 수학적식(2)와 같이 표현된다.

$$d_j = d_{trans} + d_{MAC} + d_{que}$$

[0031] 여기서 d_{trans} 는 송신 지연값을 의미하며, d_{MAC} 는 미디어 접속 지연값을 의미하며, d_{que} 는 각 홉 송신 노드의 버퍼에서 발생하는 데이터의 대기 지연값을 의미한다.

[0032] 다수의 가용 경로들의 송신 지연값에 기초하여 후보 경로를 선택하면, 선택한 후보 경로들 중 요구되는 신뢰도(R_{req})를 만족하면서 최소 후보 경로들의 조합으로 구성된 후보 경로 세트를 선택한다(S3). 후보 경로 세트는 후보 경로들의 수를 순차적으로 증가시키며 후보 경로들의 조합으로 구성된 경로 세트를 선택하고, 선택한 경로 세트의 전체 신뢰도가 요구되는 신뢰도(R_{req})를 만족하는지 판단하여 요구되는 신뢰도를 만족하는 최소의 후보 경로들로 구성된 경로 세트를 후보 경로 세트로 선택한다. 선택된 후보 경로들 중 i 번째 후보 경로의 신뢰도(p_i), 즉 선택된 후보 경로를 통해 헤드 노드(HN)로부터 싱크 노드로 데이터를 성공적으로 보낼 확률은 아래의 수학적식(3)과 같이 계산된다.

[0033] [수학적식 3]

$$p_i = \prod_{j=1}^h p_{i,j}$$

[0034] 여기서 h 는 i 번째 후보 경로를 구성하는 총 홉수를 나타내며, $p_{i,j}$ 는 i 번째 후보 경로의 j 번째 홉에서의 성공적으로 데이터를 송신할 확률을 나타낸다.

[0035] 한편, 선택한 후보 경로 세트의 신뢰도(p), 즉 선택한 후보 경로 세트를 구성하는 후보 경로에서 헤드노드(HN)로부터 싱크 노드로 데이터를 성공적으로 보낼 전체 확률은 아래의 수학적식(4)와 같이 계산된다.

[0036] [수학적식 4]

$$p = 1 - \prod_{i=1}^L (1 - p_i)$$

[0037] 여기서 L 은 선택한 후보 경로 세트를 구성하는 후보 경로의 총 수를 나타내며, p_i 는 L 개의 후보 경로들 중 i 번째 후보 경로의 신뢰도를 나타낸다.

- [0041] 요구되는 신뢰도(R_{req})를 만족하면서 최소 후보 경로들의 조합으로 구성된 후보 경로 세트가 선택되면, 선택된 각 후보 경로 세트에서 헤드 노드(HN)로부터 싱크 노드로 데이터를 송신하는데 소비되는 에너지량을 계산하고 계산한 소비 에너지량에 기초하여 후보 경로 세트의 에너지 소비량을 비교한다(S6). 비교 결과에 기초하여 선택한 후보 경로 세트들 중 가장 적은 에너지를 소비하는 후보 경로 세트를 최종 경로 세트로 선택하고(S8), 헤드 노드는 선택한 최종 경로 세트를 통해 단일 싱크 노드 또는 다수의 싱크 노드로 데이터를 송신한다(S9).
- [0042] 도 3은 클러스터(C2)의 헤드 노드(HN2)에서 싱크 노드(SiN2)로 데이터를 송신할 수 있는 가용 경로의 일 예를 도시하고 있으며, 도 4는 클러스터(C2)의 헤드 노드(HN2)와 각 싱크 노드(SiN1, SiN2, SiN3) 사이의 가용 경로들 중 각 가용 경로의 송신 지연값에 기초하여 선택된 후보 경로의 일 예를 도시하고 있다.
- [0043] 도 3과 도 4를 참고로 살펴보면, 클러스터(C2)의 센서 노드들에서 수신한 데이터는 모두 헤드 노드(HN2)로 송신되며, 헤드 노드(HN2)는 센서 노드들로부터 수신한 데이터를 다수의 싱크 노드(SiN1, SiN2, SiN3)로 송신할 가용 경로를 헤드 노드(HN2)에 저장된 라우팅 정보와 인접 센서 노드에 대한 정보에 기초하여 검색한다. 검색 결과 헤드 노드(HN2)와 싱크 노드(SiN1) 사이에서 총 3개의 가용 경로(PATH1, PATH2, PATH3)가 검색되었으며, 헤드 노드(HN2)와 나머지 싱크 노드(SiN2, SiN3) 사이의 가용 경로도 동일하게 저장된 라우팅 정보와 인접 센서 노드에 대한 정보를 이용하여 검색한다.
- [0044] 다수의 싱크 노드(SiN1, SiN2, SiN3) 각각에서 검색한 가용 경로들 중 각 가용 경로의 송신 지연값에 기초하여 요구되는 송신 지연값(D_{req})보다 작거나 동일한 송신 지연값을 가지는 가용 경로들을 후보 경로로 선택한다. 도 4에 도시되어 있는 것과 같이, 헤드 노드(HN2)와 싱크 노드(SiN1) 사이의 가용 경로들 중 요구되는 송신 지연값보다 작거나 동일한 후보 경로는 2개(C_PATH1, C_PATH2) 선택되며, 헤드 노드(HN2)와 싱크 노드(SiN2) 사이의 가용 경로들 중 요구되는 송신 지연값보다 작거나 동일한 후보 경로는 1개(C_PATH3) 선택되며, 헤드 노드(HN2)와 싱크 노드(SiN3) 사이의 가용 경로들 중 요구되는 송신 지연값보다 작거나 동일한 후보 경로는 2개(C_PATH4, C_PATH5) 선택된다. 따라서 헤드 노드(HN2)에서 다수의 싱크 노드(SiN1, SiN2, SiN3) 사이의 후보 경로는 총 5개 선택된다.
- [0045] 도 5는 도 4에서 선택된 총 5개의 후보 경로들로부터 후보 경로 세트를 결정하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0046] 도 4와 도 5를 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 다수의 가용 경로들의 송신 지연값에 기초하여 후보 경로를 선택하면, 선택한 후보 경로들 중 요구되는 신뢰도(R_{req})를 만족하면서 최소 후보 경로들의 조합으로 구성된 후보 경로 세트를 선택한다. 먼저, 경로 세트를 구성하는 총 후보 경로의 수(N_{Lm})가 1이 되도록, 경로 세트를 선택한다(S11). 도 4에서 총 5개의 후보 경로(C_PATH1, C_PATH2, C_PATH3, C_PATH4, C_PATH5)가 선택되는 경우, 5개의 후보 경로 각각으로 구성된 5개의 경로 세트((C_PATH1), (C_PATH2), (C_PATH3), (C_PATH4), (C_PATH5))를 선택한다. 선택한 5개의 경로 세트((C_PATH1), (C_PATH2), (C_PATH3), (C_PATH4), (C_PATH5))에 대한 전체 신뢰도를 위에서 설명한 수학적식(4)에 따라 계산하고(S13), 계산한 각 경로 세트의 전체 신뢰도가 요구되는 신뢰도(R_{req})보다 큰 경로 세트가 선택한 5개의 경로 세트((C_PATH1), (C_PATH2), (C_PATH3), (C_PATH4), (C_PATH5))들 중에 존재하는지 판단한다(S15). 판단 결과, 1개의 후보 경로들로 구성된 5개의 경로 세트((C_PATH1), (C_PATH2), (C_PATH3), (C_PATH4), (C_PATH5))들 중 요구되는 신뢰도(R_{req})보다 큰 신뢰도를 가지는 경로 세트가 존재하는 경우, 요구되는 신뢰도(R_{req})보다 큰 신뢰도를 가지는 경로 세트를 후보 경로 세트로 선택한다.
- [0047] 한편 판단 결과, 1개의 후보 경로들로 구성된 5개의 경로 세트((C_PATH1), (C_PATH2), (C_PATH3), (C_PATH4), (C_PATH5))들 중 요구되는 신뢰도(R_{req})보다 큰 전체 신뢰도를 가지는 경로 세트가 존재하지 않는 경우, 경로 세트를 구성하는 총 후보 경로의 수(N_{Lm})를 1증가시켜(S17), 즉 2개의 후보 경로들의 조합으로 구성된 경로 세트((C_PATH1, C_PATH2), (C_PATH1, C_PATH3), (C_PATH1, C_PATH4), (C_PATH1, C_PATH5), (C_PATH2, C_PATH3), (C_PATH2, C_PATH4), (C_PATH2, C_PATH5), (C_PATH3, C_PATH4), (C_PATH3, C_PATH5), (C_PATH4, C_PATH5))를 선택하여 다시 S11 단계 내지 S15 단계를 반복한다.
- [0048] 2개의 후보 경로들의 조합으로 구성된 경로 세트의 전체 신뢰도가 요구하는 신뢰도(R_{req})보다 큰 경로 세트가 존재하는 경우, 전체 신뢰도가 요구하는 신뢰도(R_{req})보다 큰 경로 세트를 후보 경로 세트로 선택한다. 그러나 2개의 후보 경로들의 조합으로 구성된 경로 세트 각각의 전체 신뢰도가 요구하는 신뢰도(R_{req})보다 큰 경로 세트가 존재하지 않는 경우, 경로 세트를 구성하는 총 후보 경로의 수(N_{Lm})를 선택한 후보 경로의 수(5)까지 순차적으로 증가시키며, 단계 S11 내지 S15 단계를 반복하여 후보 경로 세트를 선택한다.

[0049] 선택한 후보 경로 세트들 중에서 데이터를 송신하는데 가장 적은 에너지를 소비하는 후보 경로 세트를 최종 경로 세트로 선택하는데, 선택한 후보 경로 세트에서 데이터를 헤드 노드로부터 싱크 노드로 송신하는데 소비하는 에너지량을 계산하는 방법의 다양한 예를 본다. 데이터를 헤드 노드로부터 싱크 노드로 송신하는 과정에서 가장 많이 에너지를 소비하는 경우는 후보 경로를 구성하는 각 송신 노드에서 데이터를 송신하는데 소비하는 에너지이다. 따라서 선택한 후보 경로 세트의 소비 에너지량을 계산하는 일 예는 후보 경로 세트에서 데이터의 송신 시도 횟수를 계산하여 후보 경로 세트의 소비 에너지량을 계산하고 계산한 후보 경로 세트의 소비 에너지량이 가장 적은 후보 경로 세트를 최종 후보 경로 세트로 결정한다. 후보 경로 세트에서 예상되는 데이터의 총 송신 시도 횟수(T)는 후보 경로 세트를 구성하는 모든 후보 경로에서 예상되는 데이터 송신 시도 횟수(T_i)의 총합이다. 한편 후보 경로 세트를 구성하는 후보 경로에서 데이터 전송에 성공한 경우와 데이터 전송에 실패한 경우로 나누어 볼 수 있기 때문에, 후보 경로에서 예상되는 데이터 송신 시도 횟수(T_i)는 데이터 송신에 성공할 경우 예상되는 데이터 송신 시도 횟수와 데이터 송신에 실패할 경우 예상되는 데이터 송신 시도 횟수의 합으로 계산된다. 후보 경로 세트에서 예상되는 데이터의 총 송신 시도 횟수는 아래의 수학적식(5)와 수학적식(6)과 같이 계산된다.

[0050] [수학적식 5]

$$T = \sum_{i=0}^L T_i$$

[0051]

[0052] [수학적식 6]

$$T_i = \sum_{k=1}^{h_i} k(1-p_{i,j}) \prod_{j=1}^{k-1} p_{i,j} + h_i \prod_{j=1}^{h_i} p_{i,j}$$

[0053]

[0054] 여기서 L은 후보 경로 세트를 구성하는 총 후보 경로의 수를 의미하며, h_i는 i번째 후보 경로를 구성하는 총 홉 수를 나타낸다.

[0055] 선택한 후보 경로 세트의 소비 에너지량을 계산하는 다른 예는 후보 경로 세트를 구성하는 후보 경로의 총 홉수로 후보 경로 세트의 소비 에너지량을 계산하는 것이다. 즉, 요구되는 신뢰도(Rreq)를 만족하는, 최소의 후보 경로들의 조합으로 구성된 다수의 후보 경로 세트가 존재하는 경우, 후보 경로 세트를 구성하는 후보 경로의 총 홉 수가 가장 작은 후보 경로 세트를 최종 경로 세트로 결정한다.

[0056] 위에서 설명한 무선 센서 네트워크에서 데이터를 송신하는 본원 발명은 데이터를 송신하는 최종 경로 세트를 결정하기 위하여 2가지 근사화(approximation) 방식을 사용하는데, 그 중 하나는 요구되는 신뢰도를 만족하는, 최소의 후보 경로들의 조합으로 구성된 경로 세트를 후보 경로 세트로 선택한다. 비록 요구되는 신뢰도를 만족하며 최소의 후보 경로들의 조합보다 더 많은 수의 후보 경로들의 조합으로 이루어진 경로 세트(이하 베스트 경로 세트라 언급)가 선택된 후보 경로 세트보다 더 적은 수의 총 홉 수를 포함하며 따라서 이러한 베스트 경로 세트는 선택한 후보 경로 세트보다 더 적은 소비 에너지로 데이터를 송신할 수 있다. 그러나 베스트 경로 세트가 존재할 확률이 매우 낮기 때문에, 본 발명에는 베스트 경로 세트를 고려하지 않고 근사적으로 후보 경로 세트를 선택한다. 따라서 근사적으로 후보 경로 세트를 선택함으로써, 헤드 노드에서 후보 경로 세트를 선택하는데 소비되는 계산량과 에너지량을 줄일 수 있다.

[0057] 무선 센서 네트워크에서 에너지 소비량이 가장 큰 부분은 송신 노드에서 데이터를 다음 라우팅 센서 노드로 송신하는데 소비되는 에너지이다. 따라서 무선 센서 네트워크에서 선택한 후보 경로 세트를 통해 데이터를 송신하는데 소비되는 실제 에너지량은 후보 경로 세트를 구성하는 각 후보 경로에서의 총 데이터 송신 시도 횟수를 고려하여야 한다. 그러나 본 발명에서는 기본적으로 데이터의 재전송이 이루어지지 않으며 예외적인 경우에만 데이터의 재전송이 이루어진다는 가정하에 후보 경로 세트를 구성하는 후보 경로들의 총 홉 수로 후보 경로 세트에서 데이터를 송신하는데 소비하는 총 에너지량을 근사적으로 계산한다.

[0058] 도 6은 헤드 노드에 저장된, 최종 경로 세트를 선택하는데 사용되는 정보 저장 테이블의 일 예를 도시하고 있다. 도 6에 도시되어 있는 것과 같이, 헤드 노드에는 각 가용 경로의 송신 지연값, 각 가용 경로의 신뢰도, 각 가용 경로의 총 홉수, 각 가용 경로의 데이터 송신 시도 횟수에 대한 정보가 저장되어 있다.

[0059] 도 7과 도 8은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 서비스 품질을 향상시키기 위한 방법을 설명하기 위한

흐름도로서, 도 7은 헤드 노드에서 송신하고자 하는 데이터를 서로 다른 우선 순위로 분류하는 방법을 설명하는 흐름도이며, 도 8은 후보 경로의 각 송신 노드에서 데이터의 우선 순위에 따라 데이터를 송신하는 방법을 설명하는 흐름도이다.

[0060] 먼저 도 7을 참고로 살펴보면, 헤드 노드에서 최종 경로 세트가 선택되면, 헤드 노드는 최종 경로 세트를 구성하는 후보 경로의 수만큼 송신하고자 하는 데이터를 복사한다(S21). 후보 경로의 수 만큼 복사한 데이터 중 하나의 데이터는 우선으로 우선 순위를 분류하고 나머지 데이터는 보통 순위로 분류한다(S23). 복사한 데이터에 각각 분류한 우선 순위에 따라 서로 다른 식별자를 표시하고(S25), 우선으로 우선 순위 식별자를 표시한 데이터는 다수의 후보 경로들에 동일한 비율로 분배하여 송신된다(S27).

[0061] 예를 들어, 최종 경로 세트에 4개의 후보 경로들이 존재하는 경우, 송신하고자 하는 데이터1은 4개 복사되며 그 중 하나의 데이터는 우선으로 우선 순위 식별자가 표시되고 나머지 3개의 복사 데이터는 보통으로 우선 순위 식별자가 표시된다. 이와 동일하게 데이터1 다음으로 송신되는 데이터2, 데이터 3, 데이터4도 각각 4개 복사되며, 4개의 데이터 중 하나는 우선으로 우선 순위 식별자가 표시되고 나머지 3개의 복사 데이터는 보통 우선 순위 식별자가 표시된다. 우선으로 우선 순위 식별자가 표시된 데이터1은 제1 후보 경로로 송신되고 나머지 3개의 복사 데이터1은 제2 내지 제4 후보 경로로 각각 송신된다. 한편 우선으로 우선 순위 식별자가 표시된 데이터2는 제2 후보 경로로 송신되고 나머지 3개의 복사 데이터2는 제1 후보 경로, 제3 후보 경로 및 제4 후보 경로로 각각 송신된다. 이와 동일하게 우선으로 우선 순위 식별자가 표시된 데이터3 및 데이터4도 차례로 제3 후보 경로와 제4 후보 경로로 송신되며, 나머지 3개의 복사 데이터3과 복사 데이터4는 각각 제3 후보 경로와 제4 후보 경로를 제외한 나머지 후보 경로를 통해 송신된다.

[0062] 다음으로 도 8을 참고로 각 송신 노드에서 데이터 우선 순위에 따라 데이터를 송신하는 방법을 살펴보면, 각 송신 노드에서 수신한 데이터는 제1 버퍼에 저장된다(S31). 송신 노드는 제1 버퍼에 저장된 데이터의 우선 순위 식별자에 기초하여 수신한 데이터의 우선 순위를 판단하여(S32), 수신한 데이터의 우선 순위가 우선인 경우 제2 버퍼에 저장하고(S34) 수신한 데이터의 우선 순위가 보통인 경우 제3 버퍼에 저장한다(S35). 송신 노드는 제2 버퍼와 제3 버퍼에 저장된 데이터를 서로 다른 가중치로 다음 라우팅 센서 노드로 송신한다(S36). 예를 들어, 제2 버퍼에 저장된 데이터의 송신 가중치는 2/3로 설정하고, 제3 버퍼에 저장된 데이터의 송신 가중치는 1/3으로 설정한다. 설정된 송신 가중치란 데이터를 송신하는 비율을 의미하는 것으로, 송신 가중치가 클수록 더 많은 횟수로 데이터를 송신한다. 송신 노드는 설정된 송신 가중치에 따라 제2 버퍼 또는 제3 버퍼에 저장된 데이터를 다음 라우팅 센서 노드로 송신한다. 송신 노드는 다음 라우팅에서 송신한 데이터를 성공적으로 수신하였는지 판단하고(S6), 송신한 데이터가 성공적으로 수신되지 않은 경우 성공적으로 수신되지 않은 데이터가 제2 버퍼에 저장된 데이터인지 판단한다(S37). 성공적으로 수신되지 않은 데이터가 제2 버퍼에 저장된 데이터인 경우, 송신 노드는 성공적으로 수신되지 않은 데이터를 다시 제4 버퍼에 저장하고(S38), 제4 버퍼에 저장된 데이터를 송신하는 경우 요구되는 송신 지연값(D_{req})을 초과하는지 판단하여 요구되는 송신 지연값(D_{req}) 범위 내에서 예약(reservation) 기반으로 제4 버퍼에 저장한 데이터를 다음 라우팅 센서 노드, 즉 수신 노드로 재송신한다(S39).

[0063] 도 9는 송신 노드에 구비되어 있는 제1 버퍼 내지 제4 버퍼에 저장된 데이터의 일 예를 도시하고 있다.

[0064] 도 9를 참고로 살펴보면, 도 9(a) 내지 도 9(d)는 각각 제1 버퍼 내지 제4 버퍼에 저장된 데이터의 일 예를 도시하고 있는데, 송신 노드가 데이터를 수신하는 경우 수신한 데이터는 1차적으로 제1 버퍼에 저장된다. 도 9(a)를 참고로 송신 노드가 F, B, E, D, A의 데이터를 수신하는 경우 수신한 데이터는 차례로 제1 버퍼에 저장된다. 도 9(b)를 참고로 수신한 데이터 중 우선으로 우선 순위 식별자가 표시된 A, B 데이터는 제2 버퍼로 다시 저장되며 도 9(c)를 참고로 수신한 데이터 중 보통으로 우선 순위 식별자가 표시된 D, E, F 데이터는 제3 버퍼로 저장된다. 한편, 제2 버퍼에 저장된 A, B 데이터 중 B 데이터가 성공적으로 수신 노드로 송신되지 않은 경우 성공적으로 송신되지 못한 B 데이터를 다시 제4 버퍼에 저장한다.

[0065] 도 10은 예약 기반으로 제4 버퍼에 저장한 데이터를 재송신하기 위한 송신 노드, 수신 노드, 송신 노드 또는 수신 노드의 주변 노드 사이의 송수신 신호의 흐름도를 나타내고 있다.

[0066] 도 10을 참고로 살펴보면, 예약 기반으로 제4 버퍼에 저장한 데이터를 재송신하기 위하여 송신 메시지에 1비트의 제어 플래그(ReTx)를 사용한다. 제4 버퍼의 데이터를 재송신하고자 하는 송신 노드는 제어 플래그를 1로 설정하여 수신 노드로 송신 메시지를 송신한다. 즉, 제어 플래그가 1로 설정되어 송신 노드로부터 수신노드로 송신되는 송신 메시지는 재송신 요청 메시지로 사용된다. 수신 노드는 제어 플래그가 1로 설정된 송신 메시지를 수신하는 경우, 송신 메시지에 응답하여 재송신을 허용하는 경우 제어 플래그를 1로 설정하고 그렇지 않은 경우

제어 플래그를 0으로 설정한 송신 메시지를 송신 노드와 주변 노드로 송신한다. 즉, 제어 플래그가 1로 설정되어 수신 노드로부터 송신 노드 또는 주변 노드로 송신되는 송신 메시지는 재송신 허용 메시지로 사용된다. 제어 플래그가 1로 설정된 재송신 허용 메시지를 수신하는 경우, 송신 노드는 제4 버퍼에 저장된 데이터를 송신 메시지에 포함하여 수신 노드로 재송신한다. 제4 버퍼에 저장된 데이터를 포함한 송신 메시지의 제어 플래그 값은 0으로 설정된다. 재송신 요청 메시지 또는 재송신 허용 메시지를 수신한 송신 노드 또는 수신 노드의 주변 메시지는 NAV 필드에 설정된 시간 동안 채널 접속을 시도하지 않으며, 예약 기반으로 송신 노드와 수신 노드 사이에서만 메시지가 송수신 될 수 있도록 한다.

[0067] 한편, 상술한 본 발명의 실시 예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0068] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 마그네틱 저장 매체(예를 들어, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장 매체를 포함한다.

[0069] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0070] 도 1은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크를 개략적으로 도시하고 있다.

[0071] 도 2는 본 발명에 따른 헤드 노드에서 최적의 경로 세트를 결정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0072] 도 3은 클러스터(C2)의 헤드 노드(HN2)에서 싱크 노드(SiN2)로 데이터를 송신할 수 있는 가용 경로의 일 예를 도시하고 있다.

[0073] 도 4는 클러스터(C2)의 헤드 노드(HN2)와 각 싱크 노드(SiN1, SiN2, SiN3) 사이의 가용 경로들 중 각 가용 경로의 송신 지연값에 기초하여 선택된 후보 경로의 일 예를 도시하고 있다.

[0074] 도 5는 도 4에서 선택된 총 5개의 후보 경로들로부터 후보 경로 세트를 결정하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0075] 도 6은 헤드 노드에 저장된, 최종 경로 세트를 선택하는데 사용되는 정보 저장 테이블의 일 예를 도시하고 있다.

[0076] 도 7은 헤드 노드에서 송신하고자 하는 데이터를 서로 다른 우선 순위로 분류하는 방법을 설명하는 흐름도이다.

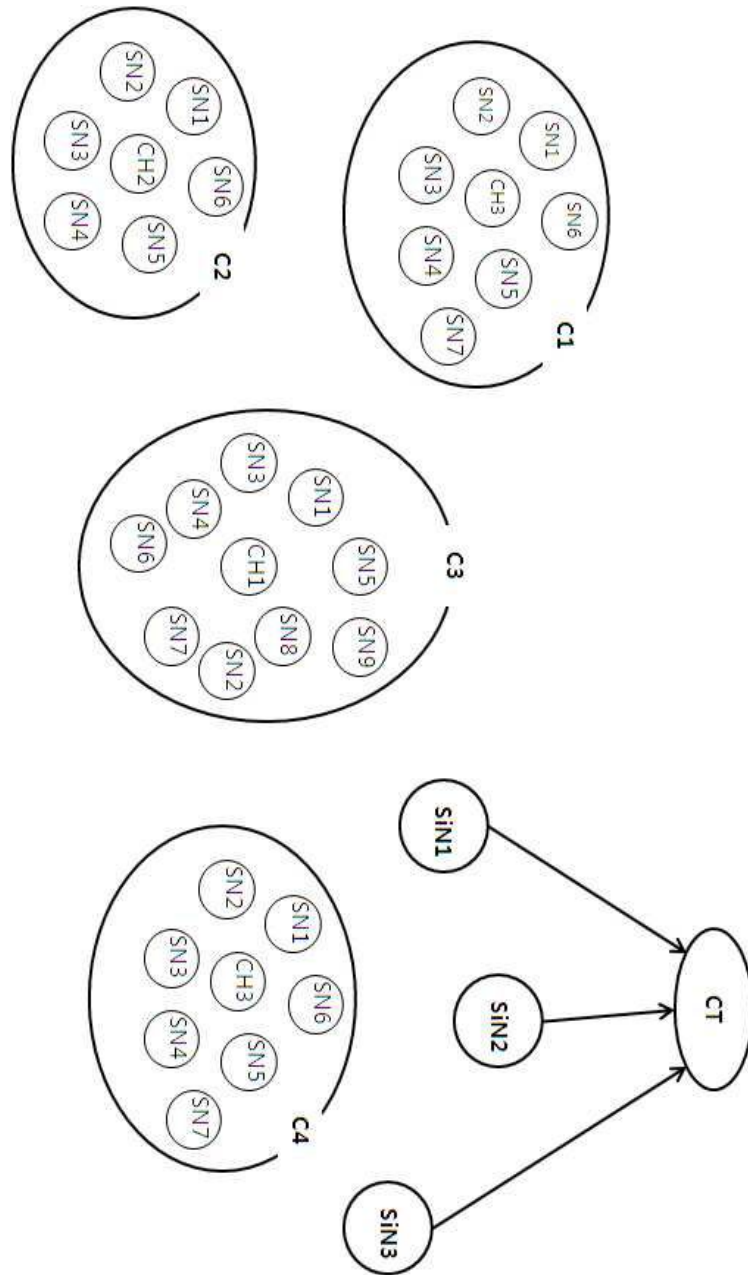
[0077] 도 8은 후보 경로의 각 송신 노드에서 데이터의 우선 순위에 따라 데이터를 송신하는 방법을 설명하는 흐름도이다.

[0078] 도 9는 송신 노드에 구비되어 있는 제1 버퍼 내지 제4 버퍼에 저장된 데이터의 일 예를 도시하고 있다.

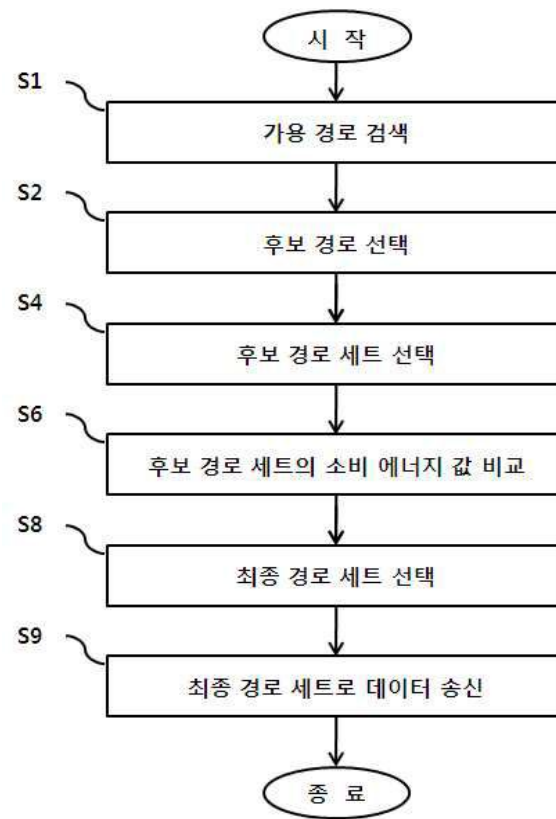
[0079] 도 10은 예약 기반으로 제4 버퍼에 저장한 데이터를 재송신하기 위한 송신 노드, 수신 노드, 송신 노드 또는 수신 노드의 주변 노드 사이의 송수신 신호의 흐름도를 나타내고 있다.

도면

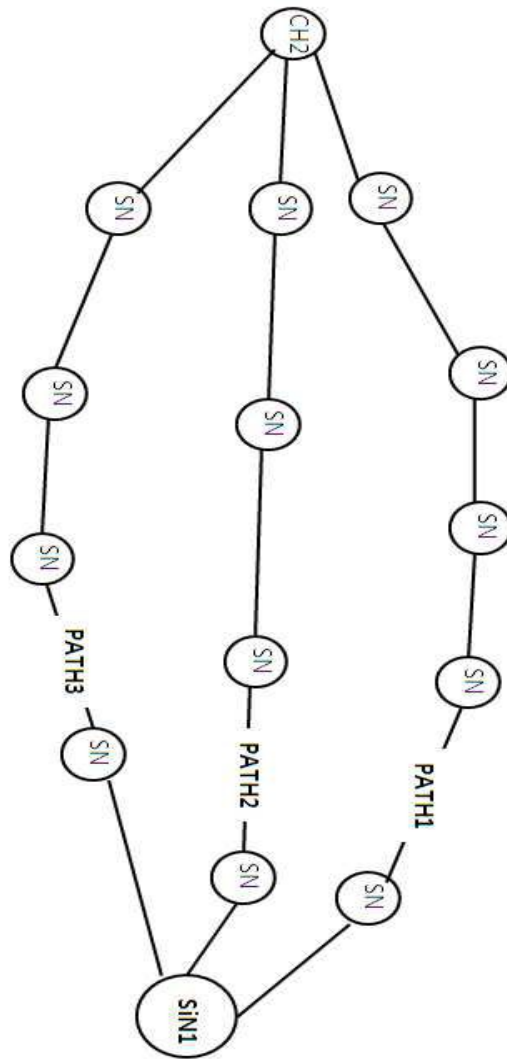
도면1



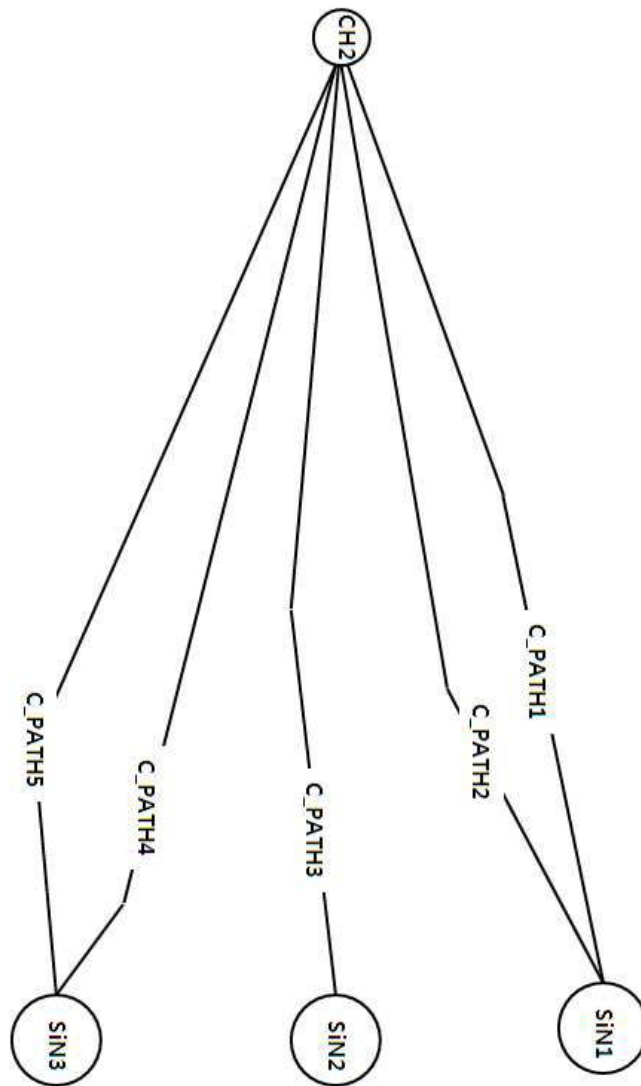
도면2



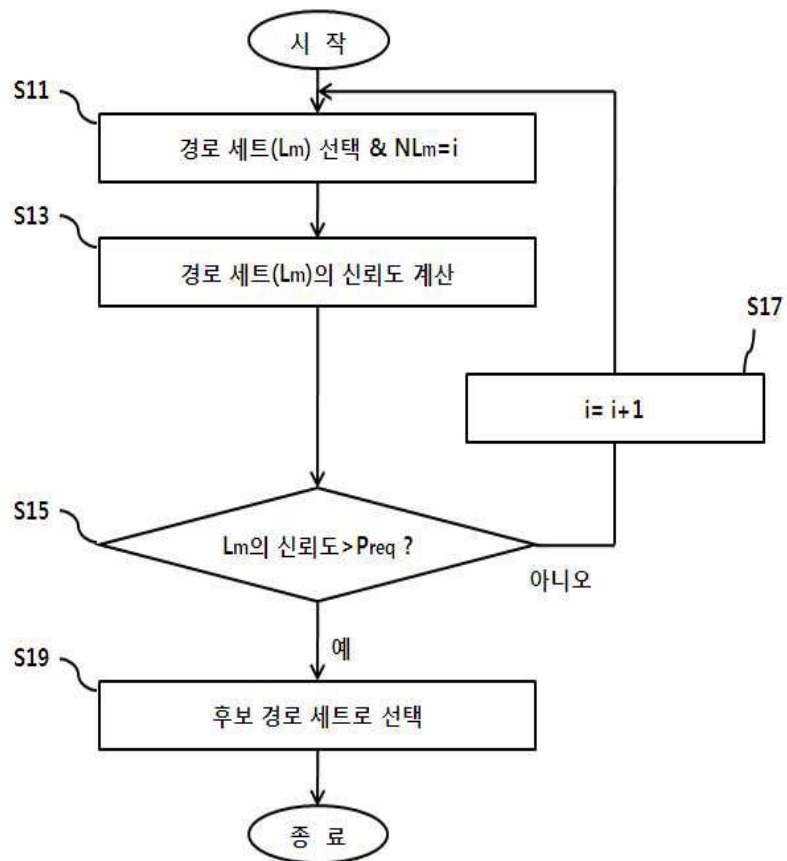
도면3



도면4



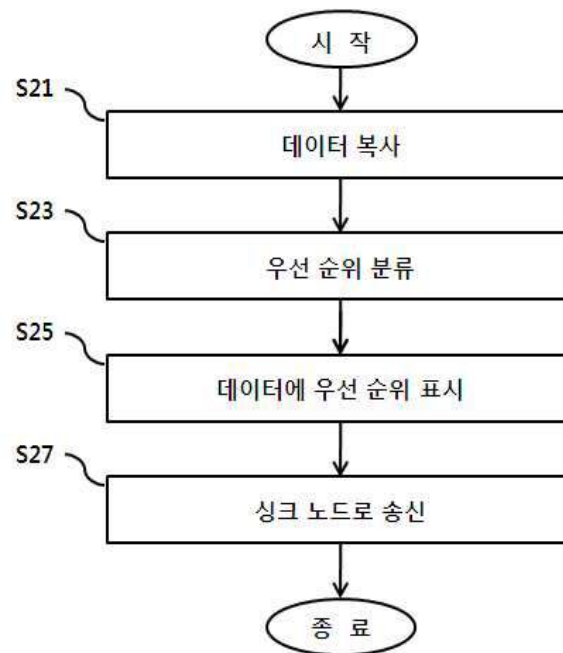
도면5



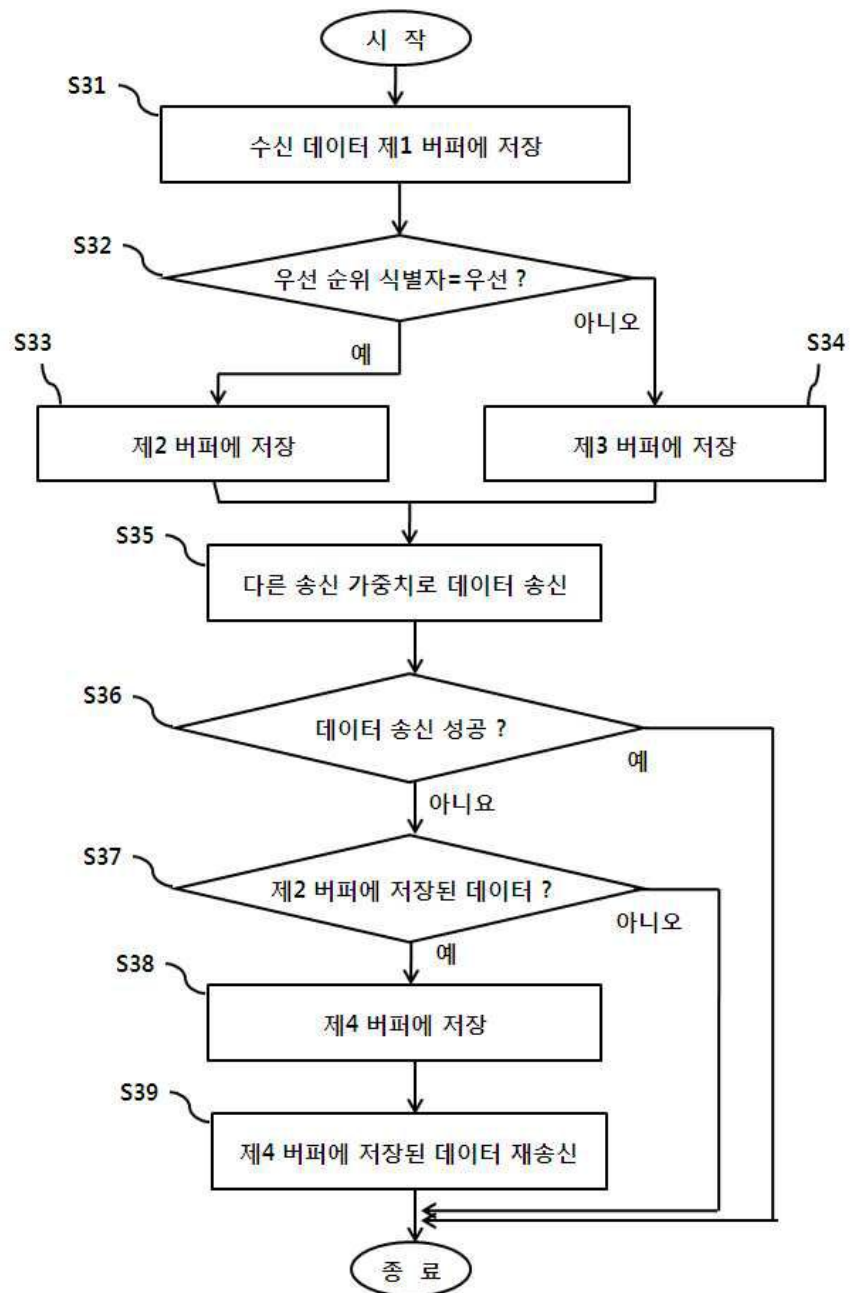
도면6

구 분	송신 지연값	신뢰도	송신 시도 횟수	총 홑수
가용 경로1	0.23	98%	6	5
가용 경로2	0.27	95%	7	6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
가용 경로n	0.34	82%	10	8

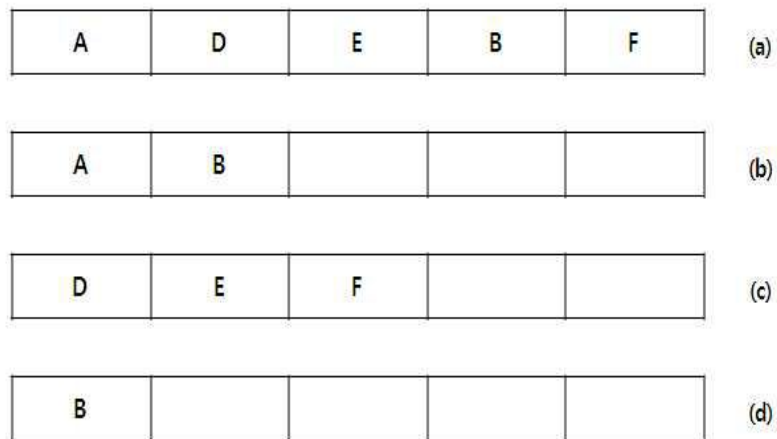
도면7



도면8



도면9



도면10

