



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0079398
(43) 공개일자 2011년07월07일

(51) Int. Cl.

H04W 40/14 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2010-0000595

(22) 출원일자 2010년01월05일

심사청구일자 2010년01월05일

(30) 우선권주장

1020090134997 2009년12월30일 대한민국(KR)

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

홍충선

경기 용인시 수지구 상현동 성원3차상떼빌아파트 233-101

앰디 무스타피주르 라만

경기도 용인시 기흥구 서천동 민경빌라 106호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

서재승

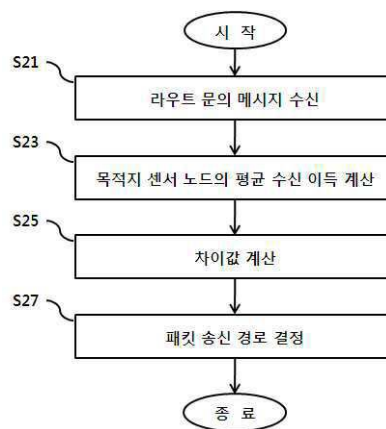
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 다중 송신율로 데이터를 송신하는 애드-혹 라우팅 기반의 무선 센서 네트워크에서 패킷 송신 경로를 결정하는 방법

(57) 요약

본 발명은 무선 센서 네트워크에서 패킷의 송신 경로를 결정하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 다중 송신율로 데이터를 송신하는 애드-혹 라우팅 기반의 무선 센서 네트워크에서 소스 센서 노드와 목적지 센서 노드의 후보 패킷 송신 경로들 중 후보 패킷 송신 경로의 총 홉수와 후보 패킷 송신 경로 상의 센서 노드들 사이의 데이터 송신 효율에 기초하여 패킷 송신 경로를 결정하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

허립

서울특별시 강동구 길2동 강동GS자이아파트
112-1101

이광현

경기도 부천시 원미구 중2동 꿈마을아파트 1010동
406호

조웅준

경기도 수원시 영통구 영통동 1029-12번지 103호

박중권

충청남도 당진군 신평면 금천리 171번지

편희범

서울특별시 성북구 길음3동 478-31 14/4

김진호

경기도 고양시 일산동구 중산동 1800번지 하늘마을
510-806

특허청구의 범위

청구항 1

다중 데이터 송신율로 패킷을 송신하는 애드 혹 라우팅 기반의 무선 센서 네트워크에서 패킷 송신 경로를 결정하는 방법에 있어서,

- (a) 목적지 센서 노드로 브로드캐스팅 방식으로 송신되는 라우트 문의 메시지에 대한 상기 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하는 단계;
- (b) 상기 계산한 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값을 계산하는 단계; 및
- (c) 상기 브로드캐스팅 방식으로 송신되는 라우트 문의 메시지 각각에 대해 계산한 상기 차이값 중 가장 적은 차이값을 가지는 라우팅 문의 메시지의 수신 경로를 상기 패킷 송신 경로로 결정하는 단계를 포함하는 패킷 송신 경로의 결정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

상기 목적지 센서 노드의 주변 센서 노드로부터 브로드캐스팅 방식으로 송신되는 라우트 문의 메시지를 수신하는 단계;

상기 주변 센서 노드로부터 수신한 라우트 문의 메시지의 신호 세기를 측정하고, 상기 측정된 라우트 문의 메시지의 신호 세기로부터 상기 주변 센서 노드와 목적지 센서 노드 사이의 최적 송신율을 계산하는 단계;

계산한 상기 최적 송신율로부터 상기 목적지 센서 노드의 수신 이득을 계산하는 단계; 및

계산한 상기 목적지 센서 노드의 수신 이득과 상기 주변 센서 노드의 평균 수신 이득으로부터 상기 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 패킷 송신 경로의 결정 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 주변 센서 노드의 평균 수신 이득은

상기 주변 센서 노드의 주변에 위치하는 송신 센서 노드로부터 라우트 문의 메시지를 수신하는 단계;

상기 송신 센서 노드로부터 수신한 라우트 문의 메시지의 수신 신호 세기를 측정하고, 상기 송신 센서 노드로부터 수신한 라우트 문의 메시지의 수신 신호 세기로부터 상기 송신 센서 노드와 상기 주변 센서 노드 사이의 최적 송신율을 계산하는 단계;

계산한 상기 송신 센서 노드와 상기 주변 센서 노드 사이의 최적 송신율에 기초하여 상기 주변 센서 노드의 수신 이득을 계산하는 단계; 및

계산한 상기 주변 센서 노드의 수신 이득과 상기 송신 센서 노드의 평균 수신 이득으로부터 상기 주변 센서 노드에서의 평균 수신 이득을 계산하는 단계를 통해 계산되는 것을 특징으로 하는 패킷 송신 경로의 결정 방법.

청구항 4

제 1 항 또는 2 항에 있어서, 상기 수신 이득(S_T)은 아래의 수학적식(1)에 의해 계산되며,

[수학적식 1]

$$S_T(r_i) = \frac{t(r_i)}{t(r_0)}$$

여기서 $t(r_i)$ 는 r_i 의 데이터 송신율로 패킷을 송신하는데 소요되는 시간이며, $t(r_0)$ 는 r_0 의 데이터 송신율로 패킷을 송신하는데 소요되는 시간으로, r_0 는 물리 계층에서 정의한 최저 송신율을 의미하는 것을 특징으로 하는 패

킷 송신 경로의 결정 방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 라우트 문의 메시지는

평균 수신 이득, 총 홉수에 대한 정보를 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 패킷 송신 경로의 결정 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 브로드캐스팅 방식으로 라우트 문의 메시지를 수신하는 송신 센서 노드 또는 주변 센서 노드는

라우트 문의 메시지 중 가장 먼저 수신한 제1 라우트 문의 메시지에서부터 계산한 송신 센서 노드 또는 주변 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값보다 더 큰 차이값을 가지는, 제1 라우트 문의 메시지 이후에 수신되는 라우트 문의 메시지는 폐기하는 것을 특징으로 하는 패킷 수신 경로의 결정 방법.

청구항 7

다중 송신율로 패킷을 송신하는 애드 혹 라우팅 기반의 무선 센서 네트워크에서 패킷 송신 경로를 결정하는 방법에 있어서,

수신 센서 노드에서 상기 수신 센서 노드 주변에 위치하는 송신 센서 노드로부터 브로드캐스팅 방식으로 송신되는, 상기 송신 센서 노드의 평균 수신 이득과 홉 정보를 구비하는 라우트 문의 메시지를 수신하는 단계;

상기 라우트 문의 메시지 중 가장 먼저 수신한 제1 라우트 문의 메시지에 포함된 평균 수신 이득에 기초하여 상기 제1 라우트 문의 메시지에 대한 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하는 단계;

상기 제1 라우트 문의 메시지 이후 수신한 제2 라우트 문의 메시지에 포함된 평균 수신 이득에 기초하여 상기 제2 라우트 문의 메시지에 대한 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하는 단계; 및

상기 제1 라우트 문의 메시지에 대한 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 상기 제2 라우트 문의 메시지에 대한 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득에 기초하여, 상기 제2 라우트 문의 메시지의 송신 여부를 판단하는 단계를 포함하는 패킷 송신 경로의 결정 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제1 라우트 문의 메시지에 대한 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 제1 차이값 및 상기 제2 라우트 문의 메시지에 대한 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 제2 차이값을 비교하여, 상기 제1 차이값이 제2 차이값보다 큰 경우에만 상기 제2 라우트 문의 메시지를 브로드캐스팅 방식으로 송신하는 것을 특징으로 하는 패킷 송신 경로의 결정 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 제1 라우트 문의 메시지 또는 제2 라우트 문의 메시지의 평균 수신 이득은

수신한 상기 제1 라우트 문의 메시지 또는 제2 라우트 문의 메시지의 수신 신호 세기를 측정하고, 상기 제1 라우트 문의 메시지 또는 제2 라우트 문의 메시지의 수신 신호 세기로부터 최적 송신율을 계산하는 단계;

계산한 상기 최적 송신율에 기초하여 상기 수신 센서 노드의 수신 이득을 계산하는 단계; 및

계산한 상기 수신 센서 노드의 수신 이득과 상기 송신 센서 노드의 평균 수신 이득으로부터 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하는 단계를 통해 계산되는 것을 특징으로 하는 패킷 송신 경로의 결정 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 수신 이득(S_r)은 아래의 수학적식(2)에 의해 계산되며,

[수학적식 2]

$$S_T(r_i) = \frac{t(r_i)}{t(r_0)}$$

여기서 $t(r_i)$ 는 r_i 의 송신율로 패킷을 송신하는데 소요되는 시간이며, $t(r_0)$ 는 r_0 의 송신율로 패킷을 소요하는데 소요되는 시간으로, r_0 는 물리 계층에서 정의한 최저 송신율을 의미하는 것을 특징으로 하는 패킷 송신 경로의 결정 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서, 상기 패킷 송신 경로의 결정 방법은

상기 제1 차이값이 제2 차이값보다 큰 경우 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 상기 제2 라우트 문의 메시지에 대한 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득으로 갱신하는 단계; 및

상기 갱신한 상기 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 포함하는 제2 라우트 문의 메시지를 생성하고, 상기 생성한 제2 라우트 문의 메시지를 상기 수신 센서 노드의 주변 센서 노드로 브로드캐스팅 방식으로 송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 패킷 송신 경로의 결정 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 센서 네트워크에서 패킷의 송신 경로를 결정하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 다중 송신율로 데이터를 송신하는 애드-혹 라우팅 기반의 무선 센서 네트워크에서 소스 센서 노드와 목적지 센서 노드 사이의 후보 패킷 송신 경로들 중 후보 패킷 송신 경로의 총 홉수와 후보 패킷 송신 경로 상의 센서 노드들 사이의 데이터 송신 효율에 기초하여 패킷 송신 경로를 결정하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 애드-혹(ad-hoc) 무선 센서 네트워크는 기존의 설치되어 있는 기반망(infrastructure network)과 연결된 기지국 또는 액세스 포인트에 의한 중앙 집중화된 관리 노드없이 센서 노드들이 자율적으로 구성되는 센서 노드들로 구성된 센서 네트워크이다. 애드-혹 무선 센서 네트워크는 별도의 액세스 포인트없이 자율적으로 소스 센서 노드로부터 목적지 센서 노드까지의 라우팅 경로를 설정하기 때문에, 재해, 재난 지역이나 기반망을 설치하기 곤란한 지역뿐만 아니라 다양한 상업적 목적으로 널리 이용될 수 있다.

[0003] 애드-혹 무선 센서 네트워크의 센서 노드들은 제한된 에너지원과 한정된 연산 능력으로 인하여 소스 센서 노드로부터 목적지 센서 노드로 패킷을 송신하고자 하는 경우 다중 홉으로 송신되어야 한다. 또한 센서 노드의 잦은 이동으로 인하여 토폴로지 구조가 유선망과 같이 정적이지 않고 동적으로 변화하기 때문에 소스 센서 노드로부터 목적지 센서 노드까지의 패킷 송신 경로를 탐색하고 유지하기 위한 적절한 프로토콜이 필요하다.

[0004] 지금까지 애드-혹 무선 센서 네트워크를 위해 제안된 라우팅 프로토콜은 경로 정보를 획득하는 방식에 따라 경로 정보를 주기적으로 획득하여 라우팅 테이블에 저장하고 저장된 라우팅 테이블의 정보에 기초하여 패킷 송신 경로를 결정하는 프로액티브 방식(proactive)과 패킷 송신이 필요한 경우에만 라우트 문의 메시지(Route request, RREQ)와 라우트 응답 메시지(route reply, RREP)를 이용하여 패킷 송신 경로를 결정하는 리액티브 방식(reactive/On-demand)으로 구분할 수 있다.

[0005] 리액티브 방식에서 널리 사용하는 라우팅 프로토콜 중 하나인 ADOV(Ad hoc On-demand Distance Vector)은 애드-혹 무선 센서 네트워크에 참여하는 무선 센서 노드가 패킷을 전달하기 위해서 라우팅 경로를 요구하는 경우 라우팅 경로를 탐색하기 위해서 사용된다. 따라서 기존에 소스 센서 노드에서 목적지 센서 노드로 패킷을 송신한 이력이 있는 경우에는 저장되어 있는 라우팅 정보를 이용하며, 그렇지 않은 경우에는 라우팅 경로를 찾기 위해서 소스 센서 노드가 라우트 문의 메시지 무선 센서 네트워크에 브로드캐스팅 방식으로 송신한다. 라우트 문의 메시지를 수신한 센서 노드들은 주변 노드들에게 다시 라우트 문의 메시지를 브로드캐스팅 방식으로 송신하여 목적지 센서 노드에서 라우트 문의 메시지를 수신하는 경우, 라우트 문의 메시지에 포함되어 있는 라우팅 정보

를 이용하여 최적의 패킷 송신 경로를 결정하고 결정한 패킷 송신 경로로 라우트 응답 메시지를 송신한다. 소스 센서 노드는 수신한 라우트 응답 메시지에 기초하여 패킷 송신 경로를 설정하고, 설정한 패킷 송신 경로를 통해 목적지 센서 노드로 패킷을 송신한다.

[0006] 도 1은 목적지 센서 노드에서 라우트 문의 메시지에 포함된 라우팅 정보에 기초하여 패킷 송신 경로를 결정하는 다양한 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0007] 무선 센서 네트워크의 일 예를 도시하고 있는 도 1(a)를 참고로 살펴보면, 소스 센서 노드(A)에서 목적지 센서 노드(F)로 패킷을 송신하고자 하는 경우, 소스 센서 노드(A)는 라우트 문의 메시지를 주변 센서 노드로 브로드캐스팅 방식으로 송신하며, 라우트 문의 메시지를 수신한 주변 센서 노드들은 다시 주변 센서 노드들로 라우트 문의 메시지를 브로드캐스팅 방식으로 송신한다. 브로드캐스팅된 다수의 라우트 문의 메시지는 다수의 후보 패킷 송신 경로(A->B->C->F, A->D->C->F, A->C->F, A->B->F, A->E->F, ...)를 통해 소스 센서 노드(A)로부터 목적지 센서 노드(F)로 송신된다. 라우트 문의 메시지를 수신한 목적지 센서 노드(F)는 수신한 라우트 문의 메시지들에 포함된 라우팅 정보를 이용하여 다수의 후보 패킷 송신 경로들 중 최적의 패킷 송신 경로를 결정한다.

[0008] 도 1(b)는 다수의 라우트 문의 메시지를 수신한 목적지 센서 노드에서 라우트 문의 메시지에 포함되어 있는, 소스 센서 노드(A)와 목적지 센서 노드(F) 사이의 전체 홉 수 정보에 기초하여 패킷 송신 경로를 결정하는 방법의 일 예를 도시한 것으로, 소스 센서 노드(A)에서 목적지 센서 노드(F)까지 가장 적은 홉수, 즉 총 2개의 홉수로 라우트 문의 메시지를 송신한 경로(A-B->F, A->D->F, A->C->F, A->E->F)를 패킷 송신 경로로 결정한다.

[0009] 도 1(c)는 다수의 라우트 문의 메시지를 수신한 목적지 센서 노드에서 라우트 문의 메시지에 포함되어 있는, 소스 센서 노드(A)와 목적지 센서 노드(F) 사이의 데이터 송신율에 기초하여 패킷 송신 경로 결정하는 방법의 일 예를 도시한 것으로, 소스 센서 노드(A)에서 목적지 센서 노드(F)까지 가장 빠른 데이터 송신율로 라우트 문의 메시지를 송신한 경로(A->B->D->C->E->F)를 패킷 송신 경로로 결정한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그러나 도 1을 참고로 설명한 패킷 송신 경로의 결정 방법 중 전체 홉수에 기초하여 패킷 송신 경로를 결정하는 방법은 소스 센서 노드에서 목적지 센서 노드로 패킷을 송신하는데 필요한 홉 수가 적다. 따라서 한정된 에너지원을 가지는 무선 센서 네트워크에서 센서 노드가 패킷을 송신하는데 사용하는 에너지 소비를 줄일 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 도 2에 도시되어 있는 송신 거리와 신호 세기와의 관계로부터 알수 있는 바와 같이 작은 홉수로 패킷을 송신하기 위해서는 센서 노드 사이의 거리가 커지며, 멀리 떨어져 있는 센서 노드는 낮은 송신율로 패킷을 수신하기 때문에 패킷의 송신 시간이 길어진다는 문제점을 가진다.

[0011] 한편, 소스 센서 노드와 목적지 센서 노드 사이의 데이터 송신율에 기초하여 패킷 송신 경로를 결정하는 방법은 빠른 송신 시간으로 패킷을 송신한다는 장점을 가진다. 그러나 도 2에 도시되어 있는 송신 거리와 신호 세기와의 관계로부터 알수 있는 바와 같이 높은 송신율로 패킷을 수신하기 위해서는 센서 노드들이 서로 가까이 위치하여야 하기 때문에 소스 센서 노드로부터 목적지 센서 노드까지 홉 수가 증가하며, 이로 인하여 한정된 에너지원을 가지는 센서 네트워크에서 센서 노드의 작은 패킷 송신으로 에너지 소비가 증가한다는 문제점을 가진다.

[0012] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 목적은 다중 송신율로 데이터를 송신하는 애드-홉 라우팅 기반의 무선 센서 네트워크에서 소스 센서 노드와 목적지 센서 노드의 후보 패킷 송신 경로들 중 후보 패킷 송신 경로의 총 홉수와 후보 패킷 송신 경로 상의 센서 노드들 사이의 데이터 송신 시간을 모두 고려한 패킷 송신 경로의 결정 방법을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명이 이루고자 하는 다른 목적은 라우트 문의 메시지의 브로드캐스팅으로 인하여 발생하는 센서 노드의 오버헤드를 줄일 수 있는 패킷 송신 경로의 결정 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷 송신 경로의 결정 방법은 소스 센서 노드로부터 목적지 센서 노드까지 브로드캐스팅 방식으로 송신되는 다수의 라우트 문의 메시지 각각에 대한 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하는 단계와, 계산한 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값을 계산하는 단계와, 다수의 라우트 문의 메시지 각각에 대해 계산한 차이값 중 가장 적은 차이값을 가지는 라우팅 문의 메시지의 수

신 경로를 패킷 송신 경로로 결정하는 단계를 포함한다.

- [0015] 여기서 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득은 목적지 센서 노드의 주변 센서 노드로부터 브로드캐스팅 방식으로 송신되는 라우트 문의 메시지를 수신하는 단계와, 주변 센서 노드로부터 수신한 라우트 문의 메시지의 신호 세기를 측정하고 측정한 라우트 문의 메시지의 신호 세기로부터 주변 센서 노드와 목적지 센서 노드 사이의 최적 송신율을 계산하는 단계와, 계산한 최적 송신율로부터 목적지 센서 노드의 수신 이득을 계산하는 단계와, 계산한 목적지 센서 노드의 수신 이득과 주변 센서 노드의 평균 수신 이득으로부터 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하는 단계를 통해 계산되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 한편, 주변 센서 노드의 평균 수신 이득은 주변 센서 노드의 주변에 위치하는 송신 센서 노드로부터 라우트 문의 메시지를 수신하는 단계와, 송신 센서 노드로부터 수신한 라우트 문의 메시지의 수신 신호 세기를 측정하고 송신 센서 노드로부터 수신한 라우트 문의 메시지의 수신 신호 세기로부터 송신 센서 노드와 주변 센서 노드 사이의 최적 송신율을 계산하는 단계와, 계산한 송신 센서 노드와 주변 센서 노드 사이의 최적 송신율에 기초하여 주변 센서 노드의 수신 이득을 계산하는 단계 및 계산한 주변 센서 노드의 수신 이득과 송신 센서 노드의 평균 수신 이득으로부터 주변 센서 노드에서의 평균 수신 이득을 계산하는 단계를 통해 계산된다.
- [0017] 바람직하게, 브로드캐스팅 방식으로 라우트 문의 메시지를 수신하는 송신 센서 노드 또는 주변 센서 노드는 라우트 문의 메시지 중 가장 먼저 수신한 제1 라우트 문의 메시지로부터 계산한 송신 센서 노드 또는 주변 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값보다 더 큰 차이값을 가지는, 제1 라우트 문의 메시지 이후에 수신되는 라우트 문의 메시지를 폐기하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명의 다른 실시예에 따른 패킷 송신 경로의 결정 방법은 수신 센서 노드에서 상기 수신 센서 노드 주변에 위치하는 송신 센서 노드로부터 브로드캐스팅 방식으로 송신되는, 상기 송신 센서 노드의 평균 수신 이득과 홉 정보를 구비하는 라우트 문의 메시지를 수신하는 단계와, 라우트 문의 메시지 중 가장 먼저 수신한 제1 라우트 문의 메시지에 포함된 평균 수신 이득에 기초하여 제1 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하는 단계와, 제1 라우트 문의 메시지 이후 수신한 제2 라우트 문의 메시지에 포함된 평균 수신 이득에 기초하여 제2 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하는 단계와, 제1 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 제2 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득에 기초하여, 제2 라우트 문의 메시지의 송신 여부를 판단하는 단계를 포함한다.
- [0019] 바람직하게, 제1 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 제1 차이값 및 제2 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 제2 차이값을 비교하여, 제1 차이값이 제2 차이값보다 큰 경우에만 제2 라우트 문의 메시지를 브로드캐스팅 방식으로 송신하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따른, 다중 송신율로 패킷을 송신하는 애드 혹 라우팅 기반의 무선 센서 네트워크에서 패킷 송신 경로를 결정하는 방법은 종래 패킷 송신 경로의 결정 방법과 비교하여 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0021] 첫째, 본 발명에 따른 패킷 송신 경로의 결정 방법은 다중 송신율로 데이터를 송신하는 애드-혹 라우팅 기반의 무선 센서 네트워크에서 소스 센서 노드와 목적지 센서 노드의 후보 패킷 송신 경로들 중 후보 패킷 송신 경로의 총 홉수와 후보 패킷 송신 경로 상의 센서 노드들 사이의 데이터 송신 시간을 모두 고려하여 패킷 송신 경로를 결정함으로써, 홉수와 데이터 송신율을 모두 고려한 최적의 패킷 송신 경로를 결정할 수 있다.
- [0022] 둘째, 본 발명에 따른 패킷 송신 경로의 결정 방법은 가장 먼저 도착한 제1 라우팅 문의 메시지 이후 도착하는 제2 라우트 문의 메시지의 라우팅 정보에 기초하여 제1 라우팅 문의 메시지의 라우팅 정보보다 비효율적인 라우팅 문의 메시지를 폐기함으로써, 라우트 문의 메시지의 브로드캐스팅으로 인하여 발생하는 센서 노드의 오버헤드를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 목적지 센서 노드에서 라우트 문의 메시지에 포함된 라우팅 정보에 기초하여 패킷 송신 경로를 결정하는 다양한 예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 송신 거리와 신호 세기와의 관계를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 소스 센서 노드와 목적지 센서 노드 사이의 후보 패킷 송신 경로 상에 존재하는 각 센서 노드에서 라우

트 문의 메시지를 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 IEEE 802.11g 표준에 따른 수신 신호 세기에 따라 최적의 송신율을 도출하고 있다.

도 5는 수신 센서 노드에서 라우트 문의 메시지를 생성하는 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.

도 6은 다양한 데이터 송신율에 따른 송신 이득의 일 예를 도출하고 있다.

도 7은 목적지 센서 노드에서 패킷 송신 경로를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명에 따른 패킷 송신 경로의 결정 방법에 따라 패킷의 송신 경로를 결정하는 방법의 일 예르 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른, 다중 송신율로 패킷을 송신하는 애드 혹 라우팅 기반의 무선 센서 네트워크에서 패킷 송신 경로를 결정하는 방법에 대해 보다 구체적으로 살펴본다.

[0025] 도 3은 소스 센서 노드와 목적지 센서 노드 사이의 후보 패킷 송신 경로 상에 존재하는 각 센서 노드에서 라우트 문의 메시지를 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0026] 도 3을 참고로 살펴보면, i-1번째 센서 노드로부터 브로드캐스팅 방식으로 송신되는 라우트 문의 메시지를 수신한다(S1). 여기서 라우트 문의 메시지를 송신하는 i-1번째 센서 노드를 송신 센서 노드라 언급하며, 라우트 문의 메시지를 수신하는 i번째 센서 노드를 수신 센서 노드라 언급한다.

[0027] 수신 센서 노드는 수신한 라우트 문의 메시지의 수신 세기를 측정하고(S2), 측정한 라우트 문의 메시지의 수신 세기에 기초하여 송신 센서 노드와 수신 센서 노드 사이의 최적 송신율을 계산한다. 라우트 문의 메시지의 수신 세기가 클수록 빠른 데이터 송신율로 패킷을 송신할 수 있는데, 여기서 최적 송신율이란 라우트 문의 메시지의 수신 세기에 따라 패킷을 송신할 수 있는 가장 빠른 송신율을 의미한다. IEEE 802.11g 표준에서는 수신 신호 세기에 따라 최적의 송신율을 도 4와 같이 규정하고 있다. 예를 들어, 수신 센서 노드에서 측정한 라우트 문의 메시지의 수신 세기가 -72dBm인 경우, -72dBm은 24Mbps의 송신율과 36Mbps의 송신율 사이의 수신 세기이므로 수신 센서 노드와 송신 센서 노드 사이의 최적 송신율은 24Mbps로 계산된다. 본 발명에 따라 라우트 문의 메시지의 수신 신호 세기에 따라 다른 최적 송신율을 규정할 수 있으며 이는 본 발명의 범위에 속한다.

[0028] 계산한 송신 센서 노드와 수신 센서 노드 사이의 최적 송신율에 기초하여, 수신 센서 노드에서의 수신 이득을 계산한다(S4). 여기서 수신 이득($S_T(r_i)$)이란 가장 낮은 데이터 송신율로 패킷을 송신하는데 요구되는 시간과 최적 송신율로 패킷을 송신하는데 요구되는 시간의 비(ratio)로 아래의 수학적식(1)과 같이 계산된다.

[0029] [수학적식 1]

$$S_T(r_i) = \frac{t(r_i)}{t(r_0)}$$

[0030]

[0031] 여기서 $t(r_i)$ 는 r_i 의 데이터 송신율로 패킷을 송신하는데 소요되는 시간이며, $t(r_0)$ 는 r_0 의 데이터 송신율로 패킷을 송신하는데 소요되는 시간으로, r_0 는 물리 계층의 최저 송신율을 의미한다. 예를 들어, IEEE 802.11g 표준에서 물리 계층의 최저 송신율로 6Mbps를 규정하고 있다.

[0032] 수신 센서 노드에서 계산한 라우트 문의 메시지의 수신 이득에 기초하여 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산한다(S5). 여기서 수신 센서 노드의 평균 이득이란 후보 패킷 송신 경로를 따라 수신 센서 노드까지 라우트 문의 메시지를 송신한 센서 노드들의 수신 이득의 평균값이다. 송신 센서 노드로부터 수신한 라우트 문의 메시지는 목적지 센서 노드의 주소, 송신 센서 노드의 평균 수신 이득과 홉수에 대한 정보가 저장되어 있으며, 수신 센서 노드는 계산한 수신 센서 노드의 수신 이득과 라우트 문의 메시지에 포함되어 있는 송신 센서 노드의 평균 수신 이득으로부터 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산한다.

[0033] 수신 센서 노드는 라우트 문의 메시지에 포함되어 있는 목적지 센서 노드의 주소에 기초하여 수신 센서 노드가 목적지 센서 노드인지 판단한다(S6). 수신 센서 노드가 목적지 센서 노드가 아닌 경우, 수신 센서 노드는 수신 센서 노드에서 계산한 평균 수신 이득을 라우트 문의 메시지의 새로운 평균 수신 이득으로 갱신하고, 홉 수를 1

증가시켜 라우트 문의 메시지를 생성한다(S7). 수신 센서 노드는 생성한 라우트 문의 메시지를 주변 센서 노드로 브로드캐스팅 방식으로 송신한다(S8).

도 5는 수신 센서 노드에서 라우트 문의 메시지를 생성하는 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.

도 5를 참고로 살펴보면, 수신 센서 노드의 주변에 위치하는 송신 센서 노드로부터 브로드캐스팅 방식으로 송신되는 다수의 라우트 문의 메시지 중 가장 먼저 수신 센서 노드로 수신된 제1 라우트 문의 메시지의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득의 차이값(M_1)을 아래의 수학식(2)와 같이 계산하고 계산한 차이값(M_1)을 수신 센서 노드에 저장한다(S11).

[수학식 2]

$$M = l \times |S_{T-AVE} - S_{T-BEST}|$$

여기서 S_{T-BEST} 는 최적 수신 이득을 의미하며, S_{T-AVE} 는 라우트 문의 메시지를 수신 센서 노드까지 송신하는 경로 상에 위치하는 센서 노드의 수신 이득의 평균값으로 아래의 수학식(3)과 같이 계산할 수 있다.

[수학식 3]

$$S_{T-AVE} = \frac{1}{l} \sum_{k=1}^l S_T$$

여기서 l 은 수신 센서 노드까지 라우트 문의 메시지를 송신할 때까지 후보 패킷 송신 경로 상의 센서 노드의 수를 의미한다.

한편, 최적 수신 이득이란 다양한 데이터 송신율(r_i)에 따른 홉 이득과 수신 이득의 곱으로부터 생성되는 송신 이득($G(r_i)$) 중 가장 낮은 값의 송신 이득을 생성하는 수신 이득으로, 각 데이터 송신율에 따른 송신 이득은 아래의 수학식(4)와 같이 계산된다.

[수학식 4]

$$G(r_i) = \frac{\frac{R(r_0)}{R(r_i)} \times t(r_i)}{t(r_0)} = \frac{R(r_0)}{R(r_i)} \times \frac{t(r_i)}{t(r_0)}$$

여기서 $R(r_0)$ 는 데이터 송신율(r_0)에서 송신할 수 있는 데이터의 최대 송신 거리를 의미하며, $R(r_i)$ 는 데이터 송

신율(r_i)로 송신할 수 있는 데이터의 최대 송신 거리를 의미한다. 따라서 $\frac{R(r_0)}{R(r_i)}$ 는 데이터 송신율(r_i)의 데이터 최대 송신 거리로 데이터 송신율(r_0)의 데이터 최대 송신 거리에 위치하는 센서 노드로 데이터를 송신하기 위하여 필요한 최대 홉수로 홉 이득을 의미한다. 따라서 수학식(4)에서 계산한 송신 이득은 홉수와 데이터 송신 시간을 모두 고려한 값으로, 송신 이득이 작을수록 데이터 송신 효율이 좋다는 것을 의미한다. 다양한 데이터 송신율에 따른 송신 이득의 일 예를 도시하고 있는 도 6을 참고로 살펴보면, 24Mbps에서 최적 수신 이득을 구할 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에서 라우트 문의 메시지의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득의 차이값(M)은 아래의 수학식(5)와 같이 계산될 수 있다.

[수학식 5]

$$M = \sum_{k=0}^L (|S_{Tk} - S_{T-BEST}|)$$

[0048]

[0049]

제1 라우트 문의 메시지 이후, 수신 센서 노드의 주변 센서 노드로부터 수신되는 제2 라우트 문의 메시지를 수신하는 경우(S12), 제2 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산하고(S13), 계산한 제2 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값(M₂)을 계산한다(S14).

[0050]

제1 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값(M₁)이 제2 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값(M₂)보다 큰지 판단하여(S15), 제1 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값(M₁)이 제2 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값(M₂)이 큰 경우에만 수신 센서 노드는 제1 라우트 문의 메시지의 평균 수신 이득을 제2 라우트 문의 메시지의 평균 수신 이득으로 갱신하여 라우트 문의 메시지를 생성한다(S16). 생성한 라우트 문의 메시지를 브로드캐스팅 방식으로 송신한다(S17).

[0051]

한편, 제1 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값(M₁)이 제2 라우트 문의 메시지에 대한 수신 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값(M₂)보다 작은 경우, 수신한 제2 라우트 문의 메시지를 폐기하여 제2 라우트 문의 메시지의 브로드캐스팅으로 인한 센서 노드의 오버헤드를 줄여준다(S18).

[0052]

도 7은 목적지 센서 노드에서 패킷 송신 경로를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0053]

목적지 센서 노드는 목적지 센서 노드의 주변에 위치하는 최종 센서 노드로부터 브로드캐스팅 방식으로 송신되는 다수의 라우트 문의 메시지를 수신한다(S21). 목적지 센서 노드는 수신한 라우트 문의 메시지의 수신 이득과 수신한 라우트 문의 메시지에 포함된 최종 센서 노드까지의 평균 수신 이득에 기초하여, 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산한다(S23). 목적지 센서 노드는 수신한 라우트 문의 메시지의 신호 세기에 기초하여 목적지 센서 노드와 최종 센서 노드 사이의 최적 송신율을 계산하고, 계산한 최적 송신율에 기초하여 목적지 센서 노드의 수신 이득을 계산한다. 목적지 센서 노드는 계산한 수신 이득과 최종 센서 노드로부터 수신한 라우트 문의 메시지에 포함된 평균 수신 이득으로 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득을 계산한다.

[0054]

목적지 센서 노드는 계산한 목적지 센서 노드의 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값을 계산하고(S5), 수신한 다수의 라우트 문의 메시지에 대한 차이값들 중 가장 작은 값을 가지는 라우트 문의 메시지의 라우팅 정보에 기초하여 소스 센서 노드로부터 목적지 센서 노드까지의 패킷 송신 경로를 결정한다(S27).

[0055]

도 8은 본 발명에 따른 패킷 송신 경로의 결정 방법에 따라 패킷의 송신 경로를 결정하는 방법의 일 예르 설명하기 위한 도면이다.

[0056]

도 8을 참고로 살펴보면, 소스 센서 노드(A)는 패킷을 목적지 센서 노드(F)로 송신하기 위하여 먼저 패킷의 송신 경로를 결정하여야 한다. 패킷의 송신 경로를 결정하기 위하여, 소스 센서 노드(A)는 제1 라우트 문의 메시지를 소스 센서 노드(A)의 주변에 위치하는 센서 노드(B, C)로 송신한다. 제1 라우트 문의 메시지에는 평균 수신 이득, 홉 수에 대한 정보가 포함되어 있는데, 소스 센서 노드(A)로부터 송신되는 제1 라우트 문의 메시지의 평균 수신 이득과 홉수는 각각 0으로 설정된다. 소스 센서 노드로부터 제1 라우트 문의 메시지를 수신한 센서 노드(B, C)는 각각 제1 라우트 문의 메시지의 수신 세기를 측정하여 소스 센서 노드(A)와 센서 노드(B) 사이의 최적 송신율, 소스 센서 노드(A)와 센서 노드(C) 사이의 최적 송신율을 계산한다.

[0057]

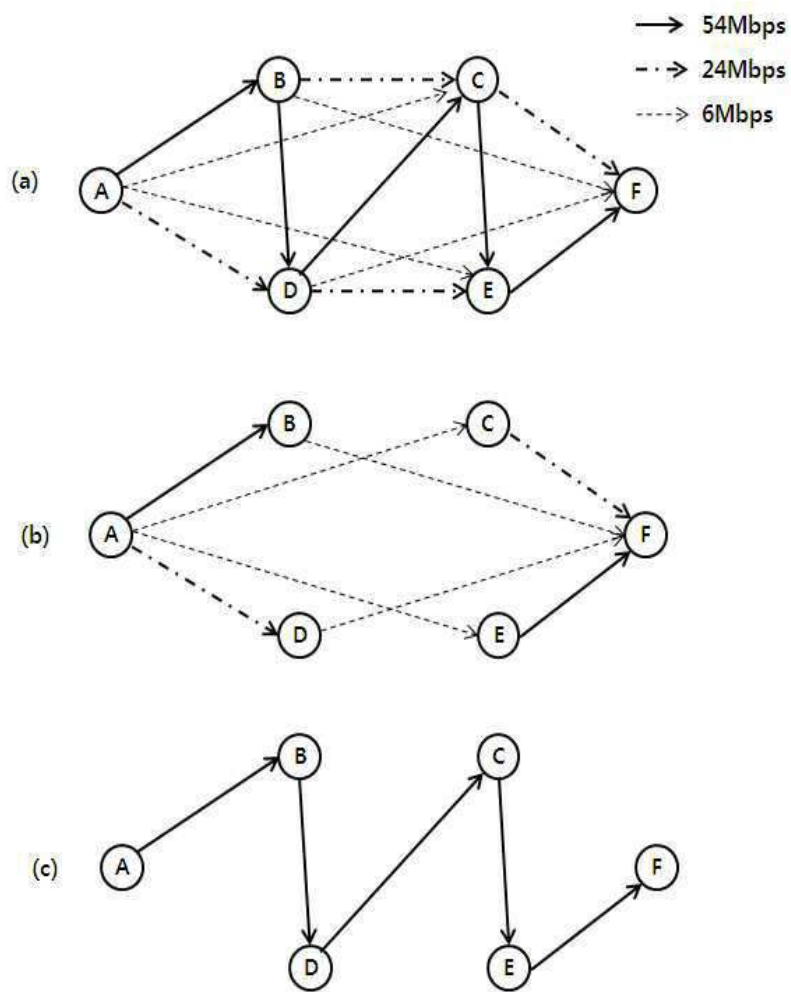
센서 노드(B)는 계산한 최적 송신율에 따라 센서 노드(B)의 수신 이득을 0.25로 계산하고, 센서 노드(C)는 계산한 최적 송신율에 따라 센서 노드(B)의 수신 이득을 0.38로 계산한다. 센서 노드(B)는 센서 노드(B)의 수신 이득과 수신한 제1 라우트 문의 메시지에 저장되어 있는 평균 수신 이득으로부터 센서 노드(B)의 평균 수신 이득(0.25)을 계산한다. 또한 센서 노드(C)는 센서 노드(C)의 수신 이득과 수신한 제1 라우트 문의 메시지에 저장되어 있는 평균 수신 이득으로부터 센서 노드(C)의 평균 수신 이득(0.38)을 계산한다. 센서 노드(B, C)는 센서 노드(B, C)의 평균 수신 이득으로 제1 라우트 문의 메시지의 평균 수신 이득을 갱신하고, 홉수를 1 증가시켜 제

2 라우트 문의 메시지를 생성하고 생성한 제2 라우트 문의 메시지를 주변 센서 노드로 송신한다.

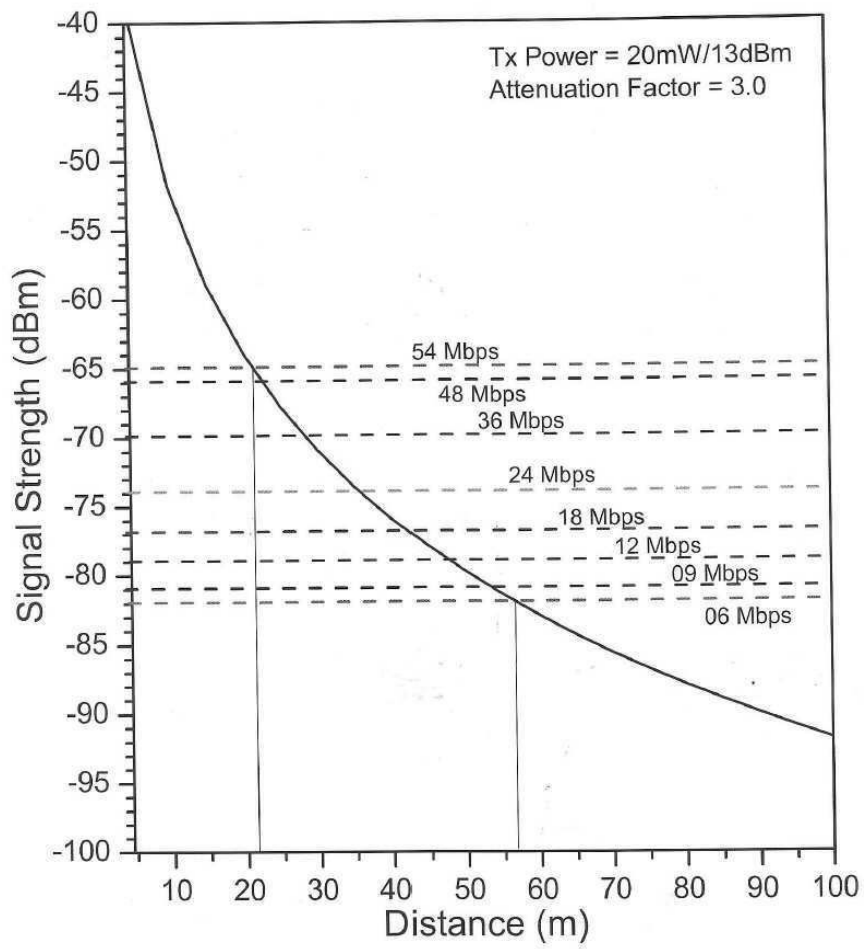
- [0058] 센서 노드(B)로부터 제2 라우트 문의 메시지를 수신한 센서 노드(C)는 제2 라우트 문의 메시지의 수신 세기를 측정하여 센서 노드(C)와 센서 노드(B) 사이의 최적 송신율을 계산한다. 센서 노드(C)는 계산한 최적 송신율에 따라 센서 노드(C)의 수신 이득을 0.25로 계산한다. 센서 노드(C)는 센서 노드(C)의 수신 이득과 수신한 제2 라우트 문의 메시지에 저장되어 있는 평균 수신 이득으로부터 센서 노드(B)의 평균 수신 이득(0.25)을 계산한다. 센서 노드(C)는 가장 먼저 도착한 제1 라우트 문의 메시지 이후에 제2 라우트 문의 메시지를 수신하는 경우, 제1 라우트 문의 메시지에 대한 센서 노드(C)의 평균 수신 이득(0.38)과 최적 수신 이득의 제1 차이값과 제2 라우트 문의 메시지에 대한 센서 노드(C)의 평균 수신 이득(0.25)과 최적 수신 이득의 제2 차이값을 비교하여 제2 차이값이 제1 차이값보다 큰 경우 제2 라우트 문의 메시지를 폐기한다. 그러나 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은 경우 제2 라우트 문의 메시지에 저장되어 있던 평균 수신 이득을 제2 라우트 문의 메시지에 대한 센서 노드(C)의 평균 수신 이득으로 갱신하고 흡수를 1 증가시켜 주변 센서 노드(B, D, E)로 브로드캐스팅 방식으로 송신한다.
- [0059] 즉, 라우트 문의 메시지를 수신한 센서 노드는 가장 먼저 도착한 라우트 문의 메시지에 기반하여 평균 수신 이득을 갱신하고 흡수를 1 증가시켜 새로운 라우트 문의 메시지를 생성하여 다시 주변 센서 노드로 브로드캐스팅 방식으로 송신한다. 그러나 최초 라우트 문의 메시지를 수신한 이후, 주변 센서 노드로부터 수신한 라우트 문의 메시지의 경우에는 최초 수신한 라우트 문의 메시지의 데이터 송신 효율과 이후에 수신한 라우트 문의 메시지의 데이터 송신 효율을 비교하여 이후에 수신한 라우트 문의 메시지의 데이터 송신 효율이 더 좋은 경우에만 이후 수신한 라우트 문의 메시지를 갱신하여 주변 센서 노드로 브로드캐스팅한다.
- [0060] 이와 같은 방식으로 최종 센서 노드(D, E)로부터 라우팅 문의 메시지를 수신한 목적지 센서 노드(F)는 여러 후보 패킷 송신 경로를 통해 목적지 센서 노드(F)로 송신되는 다수의 라우트 문의 메시지 중, 각 라우트 문의 메시지의 평균 수신 이득을 계산하고, 계산한 평균 수신 이득과 최적 수신 이득 사이의 차이값을 계산한다. 각 라우트 문의 메시지의 차이값들 중 가장 작은 차이값을 가지는 라우트 문의 메시지가 송신된 라우팅 경로를 패킷 송신 경로(A→B→D→F, A→C→E→F)로 결정한다.
- [0061] 목적지 센서 노드는 패킷 송신 경로로 결정된 라우트 문의 메시지의 데이터 송신율로 라우트 응답 메시지를 결정한 패킷 송신 경로의 센서 노드로 송신하며, 패킷 송신 경로 상의 각 센서 노드는 라우트 응답 메시지를 결정한 최적 송신율로 각각 송신하여 소스 센서 노드(A)로 송신한다.
- [0062] 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.
- [0063] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 전기 또는 자기식 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.
- [0064] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

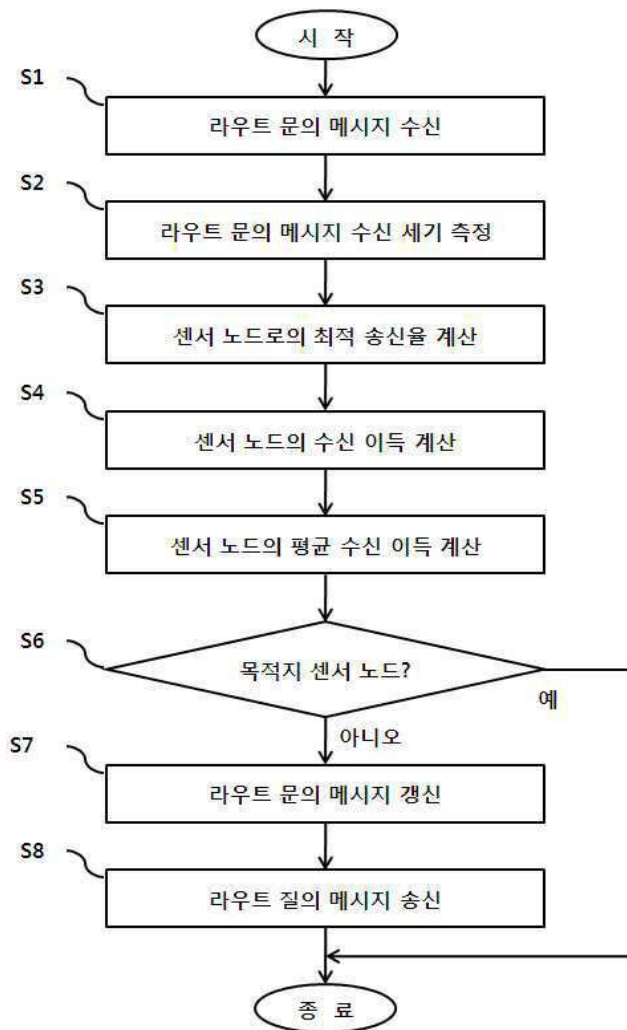
도면1



도면2



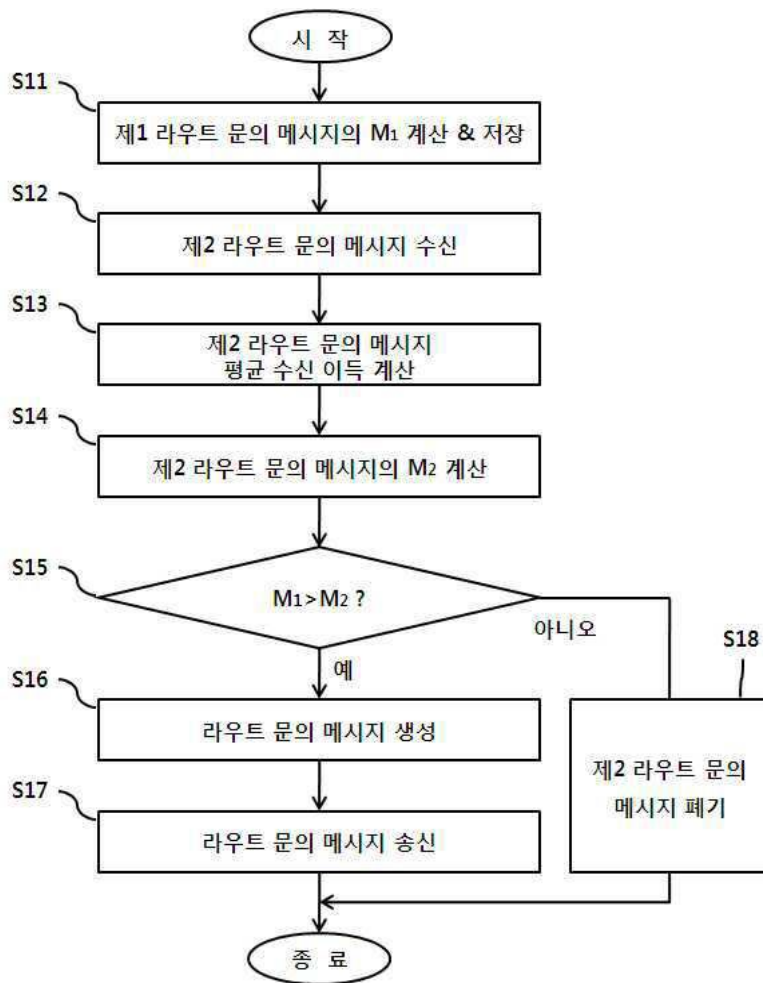
도면3



도면4

데이터 송신율(r)	수신 세기 (dBm)
6	-82
9	-81
12	-79
18	-77
24	-74
36	-70
48	-66
54	-65

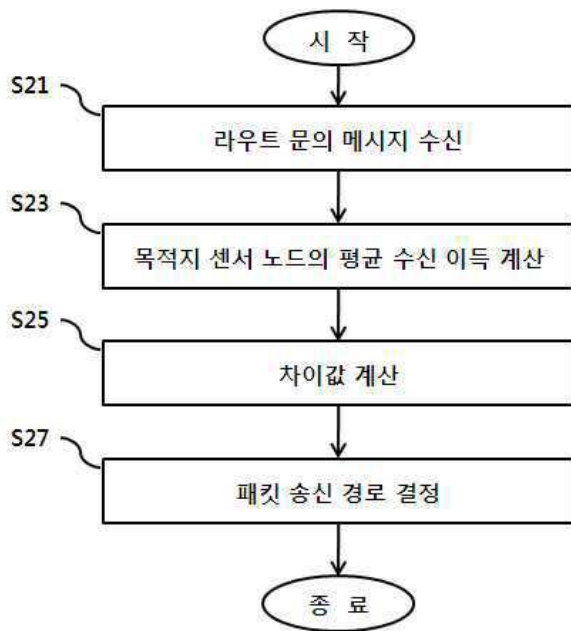
도면5



도면6

송신율	이득		
	홉 이득	수신 이득	송신 이득
6Mbps	1	1.00	1.00
9Mbps	2	0.73	1.45
12Mbps	2	0.59	1.17
18Mbps	2	0.45	0.90
24Mbps	2	0.38	0.76
36Mbps	3	0.31	0.93
48Mbps	4	0.28	1.11
54Mbps	4	0.25	0.02

도면7



도면8

