



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0103260
(43) 공개일자 2010년09월27일

(51) Int. Cl.

H04W 40/20 (2009.01) H04W 40/38 (2009.01)
H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0021800

(22) 출원일자 2009년03월13일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

최효현

서울특별시 서초구 서초2동 1357-31 2층 201호

김선기

서울특별시 송파구 오류동 올림픽선수촌아파트 104동 804호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이건주

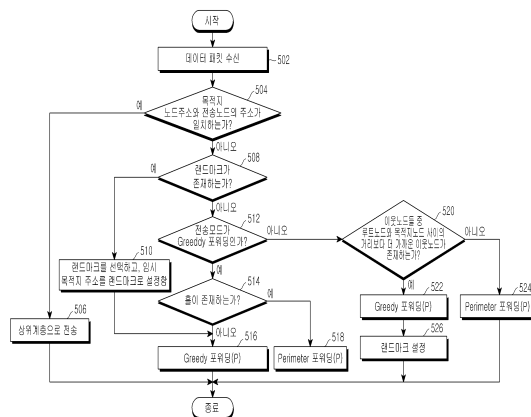
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 위치 기반 라우팅 기법에서의 홑 우회 방법 및 상기 방법이 적용된 센서 노드

(57) 요약

본 발명은 Greedy 포워딩 기반 라우팅 프로토콜에서 홑이 존재하는 경우, 상기 홑 주변에 랜드마크를 설정함으로써 상기 홑을 효율적으로 우회할 수 있는 방법 및 상기 방법을 이용하는 센서 노드를 제공한다. 본 발명은 상기 랜드마크로 설정된 노드를 경유하여 전송 노드에서 목적지 노드까지 데이터를 전송함으로써 기존의 라우팅 기법보다 적은 수의 노드를 경유하여 데이터를 전송할 수 있다. 이로써, 라우팅 오버헤드를 최소화하고 라우팅 프로토콜의 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

김의직

경기도 수원시 권선구 곡반정동 503-6 302호

김정근

경기도 용인시 기흥구 서천동 1번지

판반카

경기도 용인시 기흥구 서천동 1번지

특허청구의 범위

청구항 1

위치 기반 라우팅 프로토콜에서 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법에 있어서,

센서 노드는 이웃 노드로부터 데이터 패킷을 수신하고, 상기 수신된 데이터 패킷의 전송 모드를 확인하는 과정과;

상기 전송 모드가 Perimeter 포워딩 모드인 경우, 자신의 이웃 노드들과 목적지 노드 사이의 거리를 루트 노드와 상기 목적지 노드 사이의 거리와 비교하는 과정과;

상기 비교된 거리를 기초로 상기 데이터 패킷을 다음 노드로 전송할 라우팅 방법을 선택하는 과정 및;

상기 목적지 노드로부터 상기 루트 노드까지의 거리보다 더 가까운 자신의 이웃 노드가 존재하는 경우, 상기 홀의 크기를 계산하고, 상기 계산된 홀의 크기를 미리 설정된 임계치와 비교하여 랜드마크 설정을 위한 홀 프로브 패킷을 생성하는 과정을 포함하는 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

이웃 노드들로부터 수신한 사용 가능한 랜드마크 정보가 검출되는 경우,

상기 센서 노드는 임시 목적지 주소를 상기 랜드마크의 위치로 설정하고, 상기 설정된 랜드마크 위치로 상기 데이터 패킷을 Greedy 포워딩 하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 홀의 크기는 루트 노드와 상기 목적지 노드를 연결한 직선과 상기 센서 노드 사이의 최단 거리임을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 라우팅 방법을 선택하는 과정은,

상기 목적지 노드로부터 상기 루트 노드까지의 거리보다 더 가까운 자신의 이웃 노드가 존재하지 않는 경우 상기 데이터 패킷을 Perimeter 포워딩하고,

상기 목적지 노드로부터 상기 루트 노드까지의 거리보다 더 가까운 자신의 이웃 노드가 존재하는 경우 상기 데이터 패킷을 Greedy 포워딩하는 것을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 데이터 패킷을 다음 노드로 Greedy 포워딩하는 경우, 상기 데이터 패킷의 전송 모드를 Greedy 포워딩 모드로 변환하는 것을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 홀의 크기가 미리 설정된 임계치보다 큰 경우,

상기 홀 프로브 패킷을 생성하여 홀 주변의 노드로 Perimeter 포워딩함으로써 랜드마크를 설정하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 홀 프로브 패킷은 루트 필드, 왼쪽 랜드마크 필드, 오른쪽 랜드마크 필드를 포함하는 것을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 루트 필드에는 상기 루트 노드의 주소 및 위치, 왼쪽 랜드마크 필드에는 자신의 노드 위치, 오른쪽 랜드마크 필드에는 상기 루트 노드의 위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법.

청구항 9

위치 기반 라우팅 프로토콜에서 홀을 우회하기 위한 랜드마크 설정 방법에 있어서,

센서 노드는 이웃 노드로부터 홀 프로브 패킷을 수신하는 과정과;

상기 수신된 홀 프로브 패킷에 포함된 루트 노드의 주소와 자신의 노드 주소가 일치하는지 여부를 확인하는 과정과;

상기 루트 노드의 주소와 상기 자신의 노드 주소가 일치하지 않은 경우, 상기 홀 프로브 패킷의 왼쪽 랜드마크 위치와 상기 자신의 노드 위치가 상기 루트 노드와 목적지 노드를 연결한 직선을 기준으로 같은 방향에 있는지 여부를 결정하는 과정과;

상기 결정을 기초로 상기 홀 프로브 패킷의 왼쪽 랜드마크와 오른쪽 랜드마크의 위치를 갱신하는 과정; 및

상기 갱신된 랜드마크의 위치 정보를 포함하는 홀 프로브 패킷을 다음 노드로 Perimeter 포워딩 하는 과정을 포함하는 홀을 우회하기 위한 랜드마크 설정 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 루트 노드의 주소와 자신의 노드 주소가 일치하는 경우,

상기 홀 프로브 패킷 내의 랜드마크에 대한 정보를 자신의 주변 노드들에게 통지하기 위하여 브로드캐스트로 전송하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 랜드마크 설정 방법.

청구항 11

제 9항에 있어서, 상기 갱신 과정은,

상기 홀 프로브 패킷의 랜드마크 위치와 상기 직선 사이의 최단 거리 대 상기 자신의 노드 위치와 상기 직선 사이의 최단 거리를 비교하는 과정과;

상기 최단 거리들을 비교함으로써 상기 랜드마크의 위치를 갱신하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 랜드마크 설정 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 자신의 노드 위치와 상기 직선 사이의 최단 거리가 상기 홀 프로브 패킷의 랜드마크 위치와 상기 직선 사이의 최단 거리 보다 큰 경우,

상기 랜드마크의 위치를 자신의 노드 위치로 갱신하는 것을 특징으로 하는 홀을 우회하기 위한 랜드마크 설정 방법.

청구항 13

무선 센서 네트워크에서의 위치 기반 라우팅 프로토콜을 이용한 센서 노드에 있어서, 이웃 노드로부터 수신된 데이터 패킷의 전송 모드를 확인하고,

상기 확인된 전송 모드가 Perimeter 포워딩 모드인 경우,

자신의 이웃 노드들과 목적지 노드 사이의 거리를 루트 노드와 상기 목적지 노드 사이의 거리와 비교하고, 상기 비교된 거리를 기초로 상기 데이터 패킷을 다음 노드로 전송할 라우팅 방법을 선택하고,

상기 목적지 노드로부터 상기 루트 노드까지의 거리보다 더 가까운 자신의 이웃 노드가 존재하는 경우, 상기 홀의 크기를 계산하고, 상기 계산된 홀의 크기를 미리 설정된 임계치와 비교하여 랜드마크 설정을 위한 홀 프로브 패킷을 생성하는 제어 블록을 포함하는 센서 노드.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 홀의 크기가 미리 설정된 임계치보다 큰 경우, 상기 홀을 최단 거리로 우회하기 위한 랜드마크를 설정하는 랜드마크 설정 블록을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 센서 노드.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 랜드마크 설정 블록은 이웃 노드로부터 수신한 홀 프로브 패킷에 포함된 루트 노드의 주소와 자신의 노드 주소가 일치하는지 여부를 확인하고,

상기 루트 노드의 주소와 상기 자신의 노드 주소가 일치하지 않은 경우, 상기 홀 프로브 패킷의 왼쪽 랜드마크 위치와 상기 자신의 노드 위치가 상기 루트 노드와 목적지 노드를 연결한 직선을 기준으로 같은 방향에 있는지 여부를 결정하고,

상기 결정을 기초로 상기 홀 프로브 패킷의 왼쪽 랜드마크 및 오른쪽 랜드마크의 위치를 갱신하는 것을 특징으로 하는 센서 노드.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 센서 네트워크에서의 라우팅 기법에 관한 것으로, 특히 Greedy 포워딩 라우팅 기법에서 홀을 우회하여 최적의 라우팅 경로를 설정하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 센서 네트워크에서 제안된 라우팅 프로토콜은 크게 3가지인 Data-Centric 기반, Hierarchical 기반, 위치 기반 프로토콜로 나누어 질 수 있다. 센서 네트워크에서 발생하는 정보는 단순히 센서가 수집한 데이터도 중요하지만 실제 데이터가 발생한 위치까지 알 수 있어야 의미 있는 자료로서 사용될 수 있기 때문에 위치 기반의 센서 네트워크가 많은 관심을 받고 있다.

[0003] 위치 기반의 라우팅 프로토콜의 대표적인 예로 GPRS(Greedy Perimeter Stateless Table) 기법이 있다. 상기 GPRS는 Ad-hoc 네트워크에서 위치 기반의 라우팅을 위하여 개발된 기법이다. 상기 위치 기반 라우팅 프로토콜인 GPRS 기법에는 Greedy 포워딩 기법과 Perimeter 포워딩 기법이 있다. 상기 Greedy 포워딩 기법은 자신이 전송할 수 있는 노드들 중에서 목적지 노드에 가장 가까운 노드로 패킷을 전달하는 방법을 말한다. 이를 위하여 각 노드는 주기적으로 주변의 일 홉 노드들과 위치 정보를 주고 받음으로써 모든 노드는 자신의 일 홉 노드들의 위치 정보를 테이블로 만들어서 관리하게 된다.

[0004] 상기 Greedy 포워딩 기법에서는 이웃 노드들의 목적지 노드까지의 거리가 자신의 목적지 노드까지의 거리보다 가까운 노드가 없을 때 홀(hole)이 있다고 판단하고, 상기 홀을 우회하는 방법을 시도한다.

[0005] 상기 홀을 우회하는 대표적인 방법은 도 1에서 개시하고 있는 Perimeter 포워딩 기법이다. 상기 Perimeter 포워딩 기법은 패킷을 전송 받은 노드가 오른손 법칙을 사용하여 시계 방향으로 다음 노드를 찾는 방법이다. 즉, 상기 Perimeter 포워딩 기법을 사용하여 라우팅을 수행할 경우, 홀 주위의 노드들은 이웃 노드들과 목적지 노드까

지의 거리와 자신과 목적지 노드까지의 거리를 계산하여 다음으로 전송할 노드를 찾게 된다.

[0006] 그러나, 상기 Perimeter 포워딩 기법을 사용할 경우, 데이터를 전송하기 위해 홀 주위의 여러 노드들을 경유함으로써 불필요한 전송을 유발한다. 상기 불필요한 전송으로 인해 라우팅 오버헤드가 발생하게 되고, 더 많은 에너지 소모를 가져옴으로써 라우팅 프로토콜의 에너지 효율성을 감소시킨다.

[0007] 따라서 전술한 문제점을 해결하고, 상기 라우팅 프로토콜의 에너지 효율성을 증가하기 위한 라우팅 기법이 절실히 요구된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은 위치 기반 라우팅 프로토콜에서 홀이 존재하는 경우, 상기 홀 주변에 랜드마크를 설정함으로써 상기 홀을 효율적으로 우회할 수 있는 방법 및 상기 방법을 이용하는 센서 노드를 제공한다.

과제 해결수단

[0009] 본 발명은 위치 기반 라우팅 프로토콜에서 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법에 있어서, 센서 노드는 이웃 노드로부터 데이터 패킷을 수신하고, 상기 수신된 데이터 패킷의 전송 모드를 확인하는 과정과; 상기 전송 모드가 Perimeter 포워딩 모드인 경우, 자신의 이웃 노드들과 목적지 노드 사이의 거리를 루트 노드와 상기 목적지 노드 사이의 거리와 비교하는 과정과; 상기 비교된 거리를 기초로 상기 데이터 패킷을 다음 노드로 전송할 라우팅 방법을 선택하는 과정 및 상기 목적지 노드로부터 상기 루트 노드까지의 거리보다 더 가까운 자신의 이웃 노드가 존재하는 경우, 상기 홀의 크기를 계산하고, 상기 계산된 홀의 크기를 미리 설정된 임계치와 비교하여 랜드마크 설정을 위한 홀 프로브 패킷을 생성하는 과정을 포함하는 홀을 우회하기 위한 라우팅 방법을 제공한다.

[0010] 또한, 본 발명은 위치 기반 라우팅 프로토콜에서 홀을 우회하기 위한 랜드마크 설정 방법에 있어서, 센서 노드는 이웃 노드로부터 홀 프로브 패킷을 수신하는 과정과; 상기 수신된 홀 프로브 패킷에 포함된 루트 노드의 주소와 자신의 노드 주소가 일치하는지 여부를 확인하는 과정과; 상기 루트 노드의 주소와 상기 자신의 노드 주소가 일치하지 않은 경우, 상기 홀 프로브 패킷의 왼쪽 랜드마크 위치와 상기 자신의 노드 위치가 상기 루트 노드와 목적지 노드를 연결한 직선을 기준으로 같은 방향에 있는지 여부를 결정하는 과정과; 상기 결정을 기초로 상기 홀 프로브 패킷의 왼쪽 랜드마크와 오른쪽 랜드마크의 위치를 갱신하는 과정 및 상기 갱신된 랜드마크의 위치 정보를 포함하는 홀 프로브 패킷을 다음 노드로 Perimeter 포워딩 하는 과정을 포함하는 홀을 우회하기 위한 랜드마크 설정 방법을 제공한다.

효과

[0011] 본 발명은 위치 기반 라우팅 프로토콜에서 홀이 존재하는 경우, 상기 홀 주변에 있는 노드들 중 최 외각에 위치하고 있는 노드를 랜드마크로 설정하고, 상기 랜드마크로 설정된 노드를 경유하여 전송 노드에서 목적지 노드까지 데이터를 전송함으로써 기존의 라우팅 기법보다 적은 수의 노드를 경유하여 데이터를 전송할 수 있다. 이로써, 라우팅 오버헤드를 최소화하고 라우팅 프로토콜의 에너지 효율성을 향상시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0012] 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술 되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0013] 본 발명은 Greedy 포워딩 기반 라우팅 프로토콜에서 홀이 존재하는 경우, 상기 홀 주변에 랜드마크를 설정함으로써 상기 홀을 효율적으로 우회할 수 있는 방안을 제안한다. 따라서, 후술될 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.

[0014] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 센서 노드의 구성을 도시하고 있다.

[0015] 도 2를 참조하면, 상기 센서 노드(200)은 제어 블록(202), Greedy 포워딩 블록(204), Perimeter 포워딩 블록(206), 랜드마크(landmark) 설정 블록(208)을 포함한다. 상기 블록들은 상기 센서 노드(200)를 구성하는 일 부

분으로써, 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현될 수 있음은 당업자에게 자명할 것이다.

[0016] 상기 제어 블록(202)은 이웃 노드로부터 데이터 패킷을 수신하면, 상기 수신된 패킷의 p.dID 필드에 기록된 목적지 노드 주소와 자신의 노드 주소가 일치하는지 여부를 판단한다. 만약 상기 목적지 노드 주소와 자신의 노드 주소가 일치한다면, 상기 패킷을 상위 계층으로 전송한다. 그러나 상기 목적지 노드 주소와 자신의 노드 주소가 일치하지 않다면, 상기 패킷을 다음 노드로 전달하기 위한 라우팅을 수행한다.

[0017] 상기 제어 블록(202)은 상기 라우팅을 수행하는 경우 랜드마크의 존재 여부를 확인한다. 만약 랜드마크가 존재하는 경우, 상기 랜드마크를 임시 목적지 주소로 설정하고 Greedy 포워딩이 수행된다.

[0018] 그러나 상기 센서 노드(또는 전송 노드, 200)가 상기 랜드마크에 관한 정보를 수신하여 상기 랜드마크의 존재 및 위치를 알고 있다 하더라도 상기 랜드마크를 반드시 사용하는 것은 아니다. 왜냐하면, 상기 전송 노드의 위치가 어디 있느냐에 따라 상기 랜드마크의 사용 여부가 결정되기 때문이다. 임의의 랜드마크가 노드 자신과 싱크 노드 사이의 홀을 우회할 수 있는 랜드마크라면 사용 가능한 랜드마크가 될 것이고, 그렇지 않다면 의미 없는 랜드마크가 될 것이다.

[0019] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라 사용 가능한 랜드마크 영역을 도시하고 있고, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 노드 및 랜드마크의 위치를 도시하고 있다.

[0020] 도 3 및 도 4를 참조하면, 전송 노드는 상기 랜드마크가 자신이 싱크 노드로 패킷을 보낼 때 경유하여야 할 랜드마크인지 여부를 판단하기 위해서 함수 $S(p1, p2, line)$ 를 사용한다. 여기서 함수 $S(p1, p2, line)$ 는 두 점 $p1$ 과 $p2$ 가 $line$ 을 기준으로 같은 방향에 존재하는지를 확인하는 함수이다. 상기 함수 $S(p1, p2, line)$ 는 두 점 $p1, p2$ 가 $line$ 이 구분하는 2개의 영역에서 같은 영역에 속하면 1, 그렇지 않으면 -1인 값을 출력한다.

[0021] 도 4에서 F는 전송 노드의 위치, S는 싱크 노드의 위치, d는 오른쪽 랜드마크와 왼쪽 랜드마크를 연결한 직선을 나타낸다. 즉, 함수 $S(F, S, d)$ 는 두 랜드마크를 연결한 직선(d)을 기준으로 전송 노드(F)와 싱크 노드(S)가 같은 방향에 있는지 여부를 확인하는 함수이다. 마찬가지로 $S(R, L, l)$ 는 전송 노드와 싱크 노드를 연결한 직선(l)을 기준으로 두 랜드마크(R, L)가 같은 방향에 있는지를 확인하는 함수이다. 상기 함수 S는 다음과 같은 공식으로 도출할 수 있다.

수학식 1

$$S(F, S, d) = \text{sign}\{[(x_r - x_l)(y_l - y) - (x_l - x)(y_r - y_l)] \\ \times [(x_r - x_l)(y_l - y_d) - (x_l - x_d)(y_r - y_l)]\}$$

$$\text{sign}(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$$

[0022]

[0023] 함수 $S(R, L, l)$ 또한 상기 수학식을 이용하여 계산될 수 있다.

[0024] 전송 노드에서 랜드마크의 사용 여부를 결정하기 위해서 상기 두 수학식을 이용한다. 즉, 두 랜드마크를 연결한 직선을 기준으로 전송 노드와 싱크 노드는 서로 다른 방향에 존재하고, 동시에 전송 노드와 싱크 노드를 연결한 직선을 기준으로 두 랜드마크는 서로 다른 방향에 존재하여야 한다. 상기 조건을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

수학식 2

[0025] $S(F, S, d) = -1$

[0026] $S(R, L, l) = -1$

[0027] 전송 노드는 상기 랜드마크가 사용 가능한 랜드마크라는 것을 확인한 후에는 패킷의 임시 목적지 주소를 상기 랜드마크로 설정된 노드의 위치로 설정한다. 이로써, 상기 전송 노드는 상기 랜드마크를 경유하여 싱크 노드로 패킷을 전송함으로써 홀을 최단 거리로 우회할 수 있다. 만약 자신에게 필요한 랜드마크가 존재하지 않는다면

상기 랜드마크 설정 블록(210)을 통해 랜드마크를 설정한다.

- [0028] 한편, 상기 제어 블록(202)은 라우팅을 수행하는 경우 이웃 노드들 중 자신보다 목적지 노드로부터의 거리가 가까운 이웃 노드가 존재하는지 유무, 즉 홀이 존재하는지 유무를 판단한다.
- [0029] 만약 홀이 존재하지 않는다면, 상기 제어 블록(202)은 Greedy 포워딩 블록(206)을 실행시킨다. 즉, 전송 노드는 이웃 노드들 중 자신보다 목적지 노드로부터의 거리가 가까운 이웃 노드에게 패킷을 전송한다.
- [0030] 그러나 홀이 존재한다면, 상기 제어 블록(202)은 Perimeter 포워딩 블록(206) 및 랜드마크 설정 블록(208)을 동작시킨다. 즉, 상기 제어 블록(202)은 상기 홀의 존재를 확인하고, 상기 홀의 크기에 따라 라우팅 방법을 선택한다. 여기서, 상기 홀의 크기에 따른 라우팅 방법의 선택은 상기 랜드마크 설정 블록(208)에 의해 수행될 수 있다. 상기 홀의 크기가 작은 경우에는 홀 주변에 존재하는 노드의 수가 적기 때문에 복잡도가 낮은 Perimeter 포워딩을 사용하고, 임계값 이상의 큰 홀의 경우에는 홀 주변에 랜드마크를 설정하여 홀을 우회하는 라우팅 방법을 사용한다.
- [0031] 상기 Greedy 포워딩 블록(204)은 이웃 노드들 중에서 목적지 노드로 가는 최단 경로를 가지고 있는 노드를 선택하여 패킷을 전송하는 기능을 수행한다.
- [0032] 상기 Perimeter 포워딩 블록(206)은 이웃 노드들 중에서 자신의 노드와 목적지 노드 사이의 거리 보다 가까운 거리를 가지고 있는 이웃 노드가 존재하지 않을 때 오른손 법칙을 사용하여 홀 주위를 우회하며 패킷을 전송하는 기능을 수행한다.
- [0033] 상기 랜드마크 설정 블록(210)은 상기 홀의 크기가 임계값 이상일 경우, 상기 홀 주변을 일주하면서 랜드마크를 설정하고 상기 랜드마크의 위치를 주변의 일정 홉 이내의 노드들에게 통지하는 역할을 수행한다. 또한, 상기 랜드마크 설정 블록(210)은 목적지 노드의 위치가 상기 홀을 가로질러서 가야 하는 경우에 상기 랜드마크로 설정된 노드의 위치를 임시 목적지 주소로 설정하여 상기 홀을 우회할 수 있는 기능을 제공한다.
- [0034] 이와 같이, 본 발명에 따른 센서 노드는 위치 기반 라우팅 방식인 Greedy 포워딩 기법을 이용하여 최단 경로를 갖는 이웃 노드에게 패킷을 전달한다. 그러나 최단 경로를 갖는 이웃 노드가 존재하지 않는 경우, 즉 홀이 존재하는 경우에는 상기 홀의 크기에 따라 Perimeter 포워딩 기법을 사용하거나, 랜드마크 설정을 이용한 홀 우회 방법을 사용한다.
- [0035] 도 5는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 라우팅 기법의 흐름도를 도시하고 있다.
- [0036] 도 5를 참조하면, 502 단계에서 전송(forwarding) 노드는 이웃 노드로부터 데이터 패킷을 수신한다.
- [0037] 504 단계에서 상기 전송 노드는 상기 수신된 패킷의 p.dID 필드에 기록된 목적지 노드 주소와 자신의 노드 주소가 일치하는지 여부를 판단한다. 만약 상기 목적지 노드 주소와 자신의 노드 주소가 일치한다면, 506 단계로 이동하여 상기 수신된 패킷을 상위 계층으로 전송한다. 그러나 상기 목적지 노드 주소와 자신의 노드 주소가 일치하지 않는다면, 508 단계로 이동한다. 즉, 상기 전송 노드는 수신한 패킷이 자신에게 온 패킷이 아닌 경우에 포워딩 기능을 수행하여 다음 노드에게 전달하여야 한다.
- [0038] 상기 508 단계에서 상기 전송 노드는 랜드마크(landmark)의 존재 유무를 확인한다. 만약 상기 랜드마크가 검출된다면, 510단계로 이동한다. 상기 510단계에서 상기 전송 노드는 상기 랜드마크가 사용 가능한 랜드마크인지를 확인한 후, 사용 가능한 랜드마크로 확인되면 임시 목적지 노드의 주소를 랜드마크로 설정된 노드의 주소로 설정한다.
- [0039] 상기 510 단계가 완료되면, 516 단계로 이동한 후 전송 노드는 Greedy 포워딩을 수행한다.
- [0040] 만약 상기 랜드마크가 검출되지 않는다면, 512 단계로 이동한다. 상기 512 단계에서 상기 전송 노드는 수신된 패킷의 전송 모드(forwarding mode)가 Greedy 포워딩 모드인지를 확인한다. 만약 상기 전송 모드가 Greedy 포워딩 이라면 514 단계로 이동한다.
- [0041] 상기 514 단계에서 제어 블록은 이웃 노드들 중 자신보다 목적지 노드로부터의 거리가 가까운 이웃 노드가 존재하는 지 여부를 확인함으로써 홀의 존재 유무를 판단한다. 만약, 홀이 존재하지 않는다면, 516단계로 이동한다. 상기 516 단계에서 전송 노드는 Greedy 포워딩 라우팅 기법을 통해 패킷을 다음 노드로 전달한다. 그러나, 홀이 존재한다면, 518 단계로 이동하여 Perimeter 포워딩을 수행한다.
- [0042] 상기 512 단계에서 전송 모드가 Perimeter 포워딩 모드로 설정된 데이터 패킷을 수신하면, 520 단계로

이동한다.

- [0043] 상기 520 단계에서 상기 제어 블록은 현재 자신의 위치에서 Greedy 포워딩을 적용할 수 있는지를 확인한다. 즉, 이웃 노드들과 목적지 노드 사이의 거리를 루트 노드와 목적지 노드 사이의 거리와 비교하여 상기 이웃 노드들 중 루트 노드와 목적지 노드 사이의 거리보다 더 가까운 이웃 노드가 존재하는지 여부를 판단한다. 여기서, 루트 노드란 홀이 존재하는 경우 홀 주위의 노드들 중 최초로 Perimeter 포워딩을 수행하는 노드를 일컫는다.
- [0044] 만약 이웃 노드들 중 루트 노드와 목적지 노드 사이의 거리보다 더 가까운 이웃 노드가 존재한다면, 522 단계로 이동한다. 상기 522 단계에서 전송 노드는 패킷의 전송 모드를 Perimeter 포워딩 모드에서 Greedy 포워딩 모드로 변환한 후, Greedy 포워딩을 수행한다. 이후 전송 노드는 526 단계에서 랜드마크를 설정한다. 상기 랜드마크 설정 방법에 대한 구체적인 설명은 후술될 것이다.
- [0045] 만약 상기 520단계에서 이웃 노드들 중 루트 노드와 목적지 노드 사이의 거리보다 더 가까운 이웃 노드가 존재하지 않는다면, 패킷의 전송 모드를 기존의 Perimeter 포워딩 모드로 유지하고, 524 단계로 이동하여 Perimeter 포워딩을 수행한다.
- [0046] 전술한 과정을 통해 전송 노드는 최적의 라우팅 경로를 선택하여 다음 노드에 패킷을 전송할 수 있다.
- [0047] 이하에서는 홀 감지 방법 및 랜드마크 설정 방법에 대하여 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0048] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 홀 감지 방법의 흐름도를 도시하고 있고, 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 루트 노드 및 전송 노드를 도시하고 있다.
- [0049] 도 6을 참조하면, 602 단계에서 전송(forwarding) 노드는 이웃 노드로부터 데이터 패킷을 수신한다. 604 단계에서 상기 전송 노드는 수신된 패킷의 포워딩 모드(forwarding mode)가 Greedy 포워딩 모드인지를 확인한다. 만약 상기 포워딩 모드가 Greedy 포워딩 모드라면 606 단계로 이동한다.
- [0050] 상기 606 단계에서 제어 블록은 이웃 노드들 중 자신보다 목적지 노드로부터의 거리가 가까운 이웃 노드가 존재하는 지 여부를 확인함으로써 홀의 존재 여부를 판단한다. 만약, 홀이 존재하지 않는다면, 612단계로 이동한다. 상기 612 단계에서 전송 노드는 Greedy 포워딩을 통해 패킷을 다음 노드로 전달한다. 만약 홀이 존재한다면, 608 단계로 이동하여 자신의 노드를 루트 노드로 설정하고 패킷의 전송 모드를 Perimeter 포워딩 모드로 설정한다.
- [0051] 상기 608 단계가 완료되면, 610 단계에서 상기 루트 노드는 상기 패킷에 자신의 위치 및 주소를 포함하고, Perimeter 포워딩 라우팅을 수행하여 다음 노드로 전송한다. 상기 루트 노드가 상기 패킷에 자신의 위치 및 주소를 포함하여 전송하는 이유는 후술될 랜드마크를 설정하기 위함이다.
- [0052] 상기 604 단계에서 상기 패킷이 자신의 노드로 포워딩된 방식이 Perimeter 포워딩 모드라면 614 단계로 이동한다.
- [0053] 상기 614 단계에서 상기 제어 블록은 현재 자신의 위치에서 Greedy 포워딩 기법을 적용할 수 있는지 여부를 확인한다. 즉, 이웃 노드들 중 루트 노드와 목적지 노드 사이의 거리보다 더 가까운 이웃 노드가 존재하는지 여부를 판단한다.
- [0054] 만약 루트 노드와 목적지 노드 사이의 거리보다 더 가까운 이웃 노드 존재한다면, 616 단계로 이동한다. 상기 616 단계에서 전송 노드는 패킷의 전송 모드를 Greedy 포워딩 모드로 변환한 후, Greedy 포워딩을 수행한다.
- [0055] 상기 616 단계가 완료되면, 618 단계에서 상기 전송 노드는 거리 $D(F, I)$ 를 계산한다.
- [0056] 도 7을 참조하면, 전송 노드(706)는 홀 외각에 위치한 노드로서, 상기 루트 노드(704)와 싱크 노드(708) 사이의 거리보다 더 가까운 이웃 노드를 가진 노드이다. 즉, 상기 전송 노드(706)는 Greedy 포워딩을 수행할 수 있는 노드이다.
- [0057] 상기 전송 노드(706)는 처음으로 홀을 감지한 루트 노드(704)와 싱크 노드(708)를 연결한 직선과의 거리를 계산한다. 상기 거리 계산 함수를 $D(p1, line)$ 라고 한다면, 함수 $D(p1, line)$ 는 점 $p1$ 과 직선($line$) 과의 수직 거리를 나타낸다. 상기 점 F 로부터 루트 노드(704)와 싱크 노드(708)를 연결한 직선까지의 거리를 함수 $D(F, I)$ 로 나타낸다. 상기 루트 노드(704)와 싱크 노드(708)의 위치를 각각 $R(x_r, y_r)$, $S(x_d, y_d)$ 로 정의할 때, 거리 $D(F, I)$ 는 하기 수학식으로 계산할 수 있다.

수학식 3

$$D(F, l) = \frac{|(x_d - x_r)(y_r - y) - (x_r - x)(y_d - y_r)|}{\sqrt{(x_d - x_r)^2 + (y_d - y_r)^2}}$$

[0058]

[0059]

상기 618 단계가 완료되면, 상기 제어 모듈은 상기 D의 크기가 미리 정해진 임계값 이상인지 여부를 판단한다. 상기 D의 크기가 상기 임계값 이하라면 626 단계로 이동하여 Perimeter 포워딩을 수행한다. 작은 홀의 경우에는 Perimeter 포워딩 기법이 복잡한 랜드마크 설정 방법에 의한 Greedy 포워딩 기법보다 더 효율적이기 때문이다.

[0060]

그러나, 상기 D의 크기가 임계값 이상이라면 622 단계로 이동하여 해당 노드는 홀 프로브(Hole Probe, 이하 Hp 라 칭함) 패킷을 생성한다. 상기 홀 프로브 패킷은 루트 필드(Hp. ROOT), 왼쪽 랜드마크 필드(Hp. L), 오른쪽 랜드마크 필드(Hp. R)를 포함한다. 상기 루트 필드는 루트 노드의 위치와 주소(ID)를 포함하고, 왼쪽 랜드마크 필드는 자신의 노드 정보를 포함하고, 오른쪽 랜드마크 필드는 루트 노드의 정보를 포함한다. 여기서 루트 노드로 설정된 노드가 Perimeter 포워딩 모드로 패킷을 포워딩 할 때 자신의 위치 및 주소를 패킷 안에 포함하기 때문에 해당 노드는 상기 루트 노드의 위치 및 주소를 알 수 있다.

[0061]

상기 622 단계가 완료되면, 624 단계에서 전송 노드는 상기 홀 프로브 패킷을 홀 주변의 노드들로 Perimeter 포워딩을 수행한다. 상기 전송 노드가 홀 프로브 패킷을 Perimeter 포워딩으로 전송하는 이유는 홀 주변에 최적의 랜드마크를 설정하기 위함이다.

[0062]

상기 614단계에서 이웃 노드들 중 루트 노드(704)와 싱크 노드(708) 사이의 거리보다 더 가까운 이웃 노드가 존재하지 않는다면, 패킷의 전송 모드를 기존의 Perimeter 포워딩으로 유지하고, 626 단계로 이동하여 Perimeter 포워딩을 수행한다.

[0063]

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 랜드마크 설정 방법의 흐름도를 도시하고 있다.

[0064]

도 8을 참조하면, 802 단계에서 홀 주위의 노드는 이웃 노드로부터 Perimeter 포워딩 모드로 홀 프로브 패킷을 수신한다.

[0065]

804 단계에서, 랜드마크 설정 블록은 수신된 홀 프로브 패킷의 루트 노드의 주소와 자신의 주소를 비교한다. 만약 자신의 노드 주소와 루트 노드의 주소가 일치한다면 806 단계로 이동한다. 이는 상기 홈 프로브 패킷이 루트 노드에 도착하게 되면 홀 프로브 패킷이 홀 주변 노드들을 경유하여 상기 루트 노드로 다시 돌아왔음을 의미한다. 상기 806단계에서 홈 프로브 패킷을 수신한 루트 노드는 Hp 패킷 안의 Hp. L와 Hp. R의 랜드마크 위치 정보를 주변 노드들에 브로드캐스트한다.

[0066]

만약 자신의 노드 주소와 루트 노드의 주소가 일치하지 않는다면 808 단계로 이동한다. 상기 808 단계에서 랜드마크 설정 블록은 상기 홀 프로브 패킷의 Hp. L 필드의 왼쪽 랜드마크의 위치와 현재 자신의 위치가 루트 노드와 싱크 노드를 연결한 직선을 기준으로 같은 방향에 있는지를 확인한다. 이를 확인하기 위하여 전술한 함수 S(F, L, 1)를 계산한다. 함수 S(F, L, 1)에서의 F, L, 1는 각각 현재 자신의 노드, 왼쪽 랜드마크, 루트 노드와 싱크 노드를 연결한 직선을 나타낸다.

[0067]

상기 808 단계가 완료되면, 810 단계에서 함수 S(F, L, 1)가 0 보다 큰지 여부를 확인한다. 상기 함수의 결과값이 0 보다 크다면 같은 방향에 있음을 알 수 있고, 그 방향은 왼쪽 랜드마크 방향임을 알 수 있다. 왜냐하면, 홀 프로브 패킷이 perimeter 포워딩의 오른손 법칙에 의해 전송되어지기 때문이다.

[0068]

상기 810 단계가 완료되면, 812 단계에서 노드 자신과 직선 1(루트 노드와 싱크 노드를 연결한 직선) 사이의 거리 D(F, 1) 대 왼쪽 랜드마크와 직선 1 사이의 거리 D(L, 1)를 비교한다.

[0069]

만약 D(F, 1)이 D(L, 1)보다 크다면, 814 단계로 이동하여 현재 자신의 위치를 왼쪽 랜드마크의 위치로 설정한다. 이는 홀의 가장 외각에 있는 랜드마크를 선택하여 우회하는 경로를 최소한으로 만들기 위함이다. 이후 816 단계에서 홈 프로브 패킷을 perimeter 포워딩으로 전송한다.

[0070]

상기 812 단계에서 D(F, 1)이 D(L, 1)보다 작다면, Hp. L 필드의 왼쪽 랜드마크의 위치는 유지되므로 816 단계로 이동하여 상기 홈 프로브 패킷을 perimeter 포워딩으로 전송한다.

[0071]

상기 810 단계에서 함수 S(F, L, 1)가 0 보다 작다면, 818 단계로 이동한다. 상기 함수 S(F, L, 1) 값이 0 보

다 작다면, 왼쪽 랜드마크와 현재 자신의 위치가 서로 다른 방향에 있음을 확인할 수 있고, 이는 현재 오른쪽 랜드마크를 설정하고 있는 과정임을 알 수 있다.

[0072] 상기 818 단계에서 노드 자신과 직선 1(루트 노드와 싱크 노드를 연결한 직선) 사이의 거리 $D(F, 1)$ 대 오른쪽 랜드마크와 직선 1 사이의 거리 $D(R, 1)$ 를 비교한다.

[0073] 만약 $D(F, 1)$ 가 $D(R, 1)$ 보다 크다면, 820 단계로 이동하여 현재 자신의 위치를 오른쪽 랜드마크 위치로 설정한다. 이후 822 단계에서 홈 프로브 패킷을 perimeter 포워딩으로 전송한다.

[0074] 상기 818 단계에서 $D(F, 1)$ 가 $D(R, 1)$ 보다 작다면, Hp. R 필드의 오른쪽 랜드마크의 위치는 유지되므로 822 단계로 이동하여 상기 홈 프로브 패킷을 perimeter 포워딩으로 전송한다.

[0075] 전술한 과정들을 통하여 최적의 왼쪽 랜드마크 및 오른쪽 랜드마크를 설정할 수 있고, 상기 설정된 랜드마크를 이용하여 홀을 우회할 수 있다.

[0076] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따라 랜드마크를 이용한 라우팅 경로를 도시하고 있다.

[0077] 도 9를 참조하면, 전송 노드(902)는 루트 노드(904)로부터 랜드마크에 대한 정보를 수신한다. 상기 전송 노드(902)는 패킷의 임시 목적지 주소를 상기 랜드마크의 주소로 설정하여 Greedy 포워딩한다. 상기 랜드마크로 설정된 노드(906)는 상기 전송 노드로부터 수신한 패킷을 목적지 노드(908)로 Greedy 포워딩함으로써 홀을 효과적으로 우회할 수 있다.

[0078] 본 발명에 따른 라우팅 방법은 홀 주변에 있는 노드들 중 최 외각에 위치하는 노드를 랜드마크로 설정하고, 상기 랜드마크를 경유하여 전송 노드에서 목적지 노드로 패킷을 전송할 수 있다. 이러한 랜드마크 설정 방법을 이용한 라우팅은 기존의 perimeter 포워딩에 비해 최소 10%의 라우팅 오버헤드를 줄임으로써 전송 효율성을 향상시킬 수 있다.

[0079] 한편 이상에서는 본 발명의 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되지 않으며, 후술 되는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[0080] 즉, 전술한 발명의 상세한 설명에서는 무선 센서 네트워크의 Greedy 포워딩 라우팅 기법에서 홀을 우회하기 위한 구현 예를 보이고 있다. 하지만, 본 발명은 유사한 기술적 배경 및 무선 네트워크 시스템 등에도 본 발명의 범위를 크게 벗어나지 아니하는 범위에서 적용 가능하며, 이는 본 발명의 기술 분야에서 숙련된 기술적 지식을 가진 자의 판단으로 가능할 것이다.

[0081]

[0082]

[0083]

[0084]

도면의 간단한 설명

[0085] 도 1은 종래의 오른손 법칙을 이용한 perimeter 포워딩 기법을 도시한 도면;

[0086] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 센서 노드의 구성도;

[0087] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 사용 가능한 랜드마크 영역을 도시한 도면;

[0088] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 전송 노드 및 랜드마크의 위치를 도시한 도면;

[0089] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 라우팅 기법의 흐름도;

[0090] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 홀 감지 방법의 흐름도;

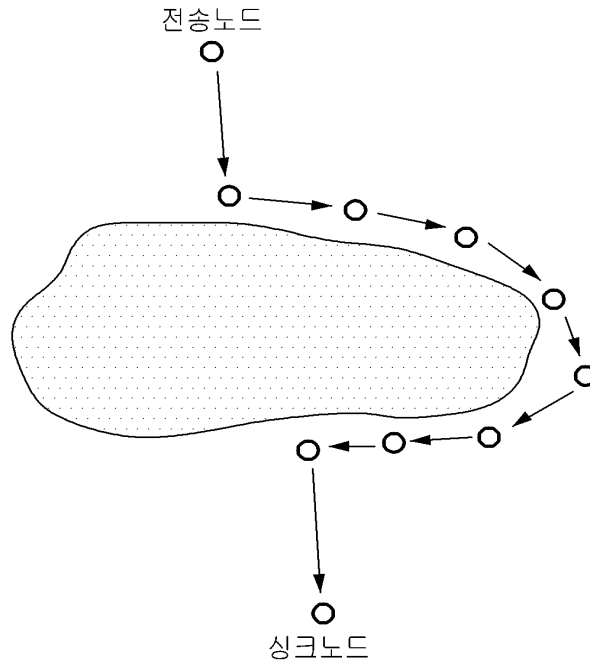
[0091] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 루트 노드 및 전송 노드를 도시한 도면;

[0092] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 랜드마크 설정 방법의 흐름도;

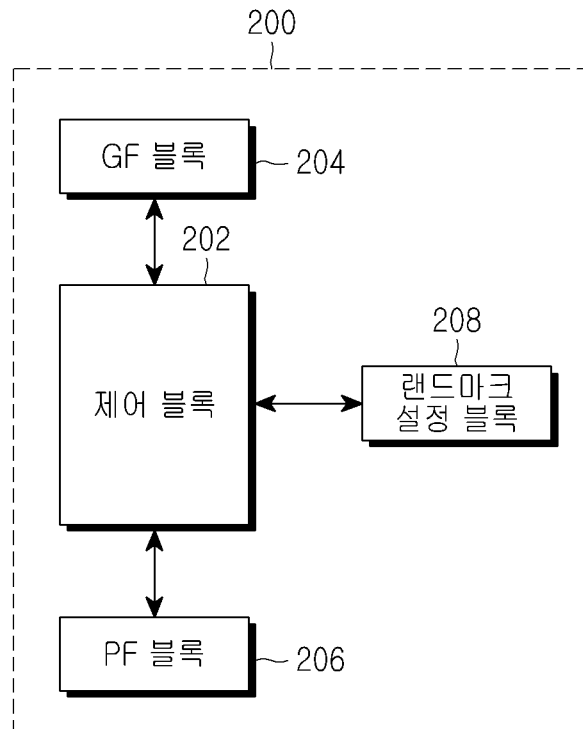
[0093] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따라 랜드마크를 이용한 라우팅 경로를 도시한 도면.

도면

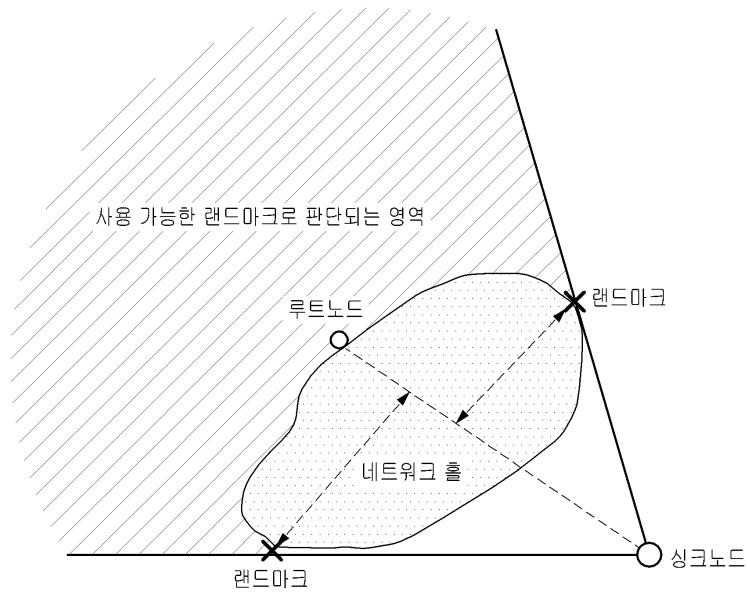
도면1



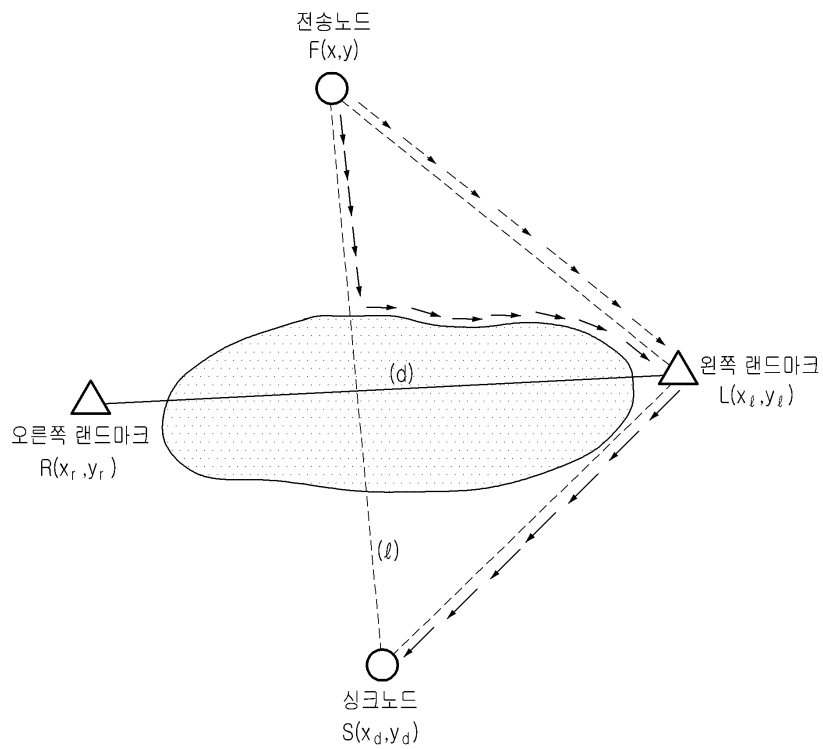
도면2



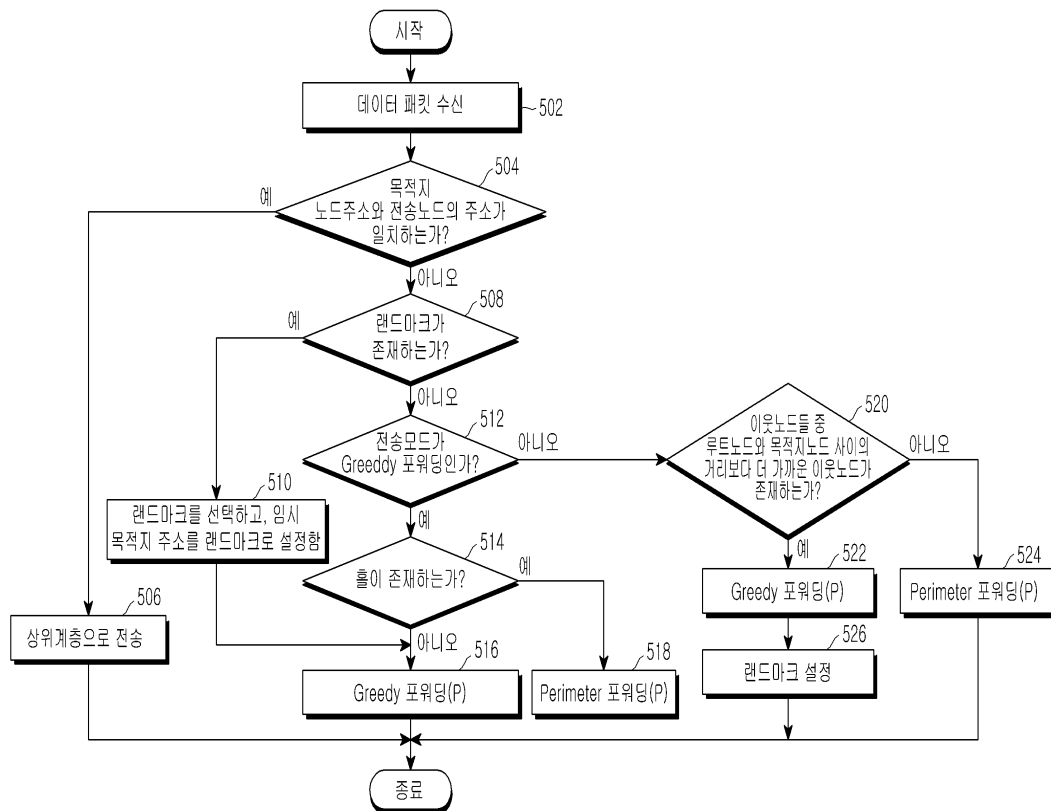
도면3



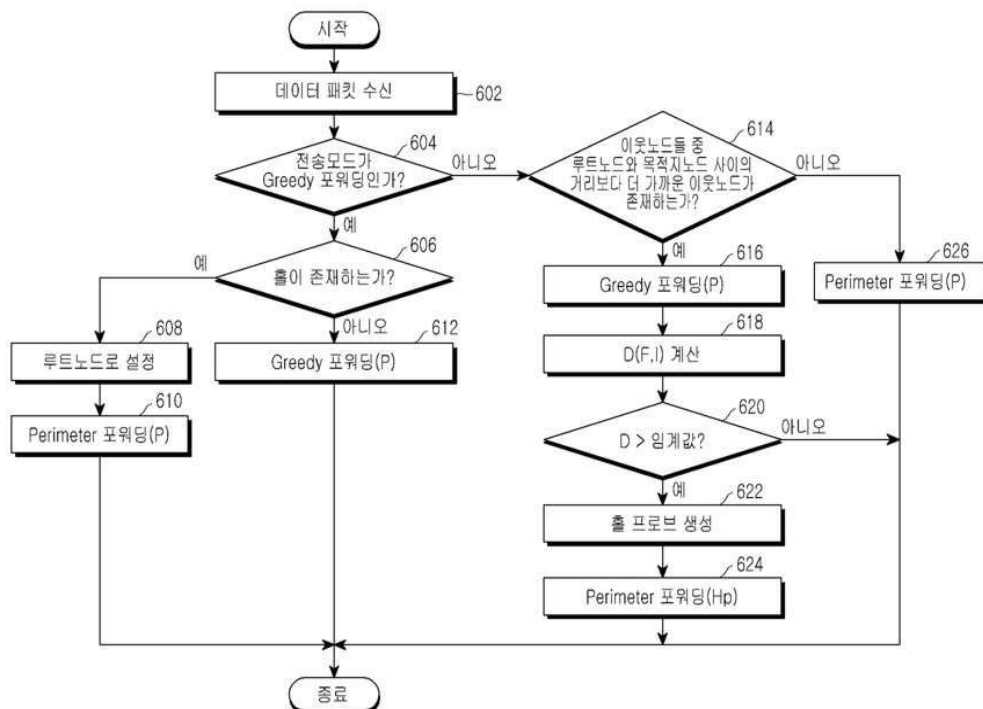
도면4



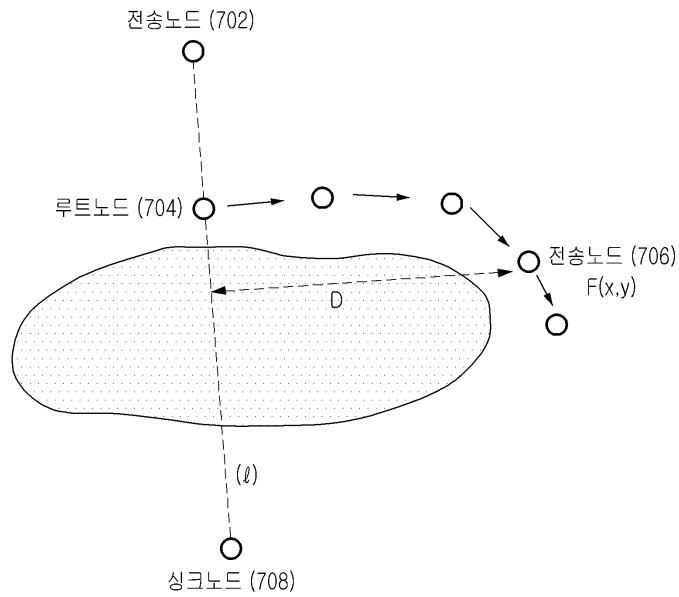
도면5



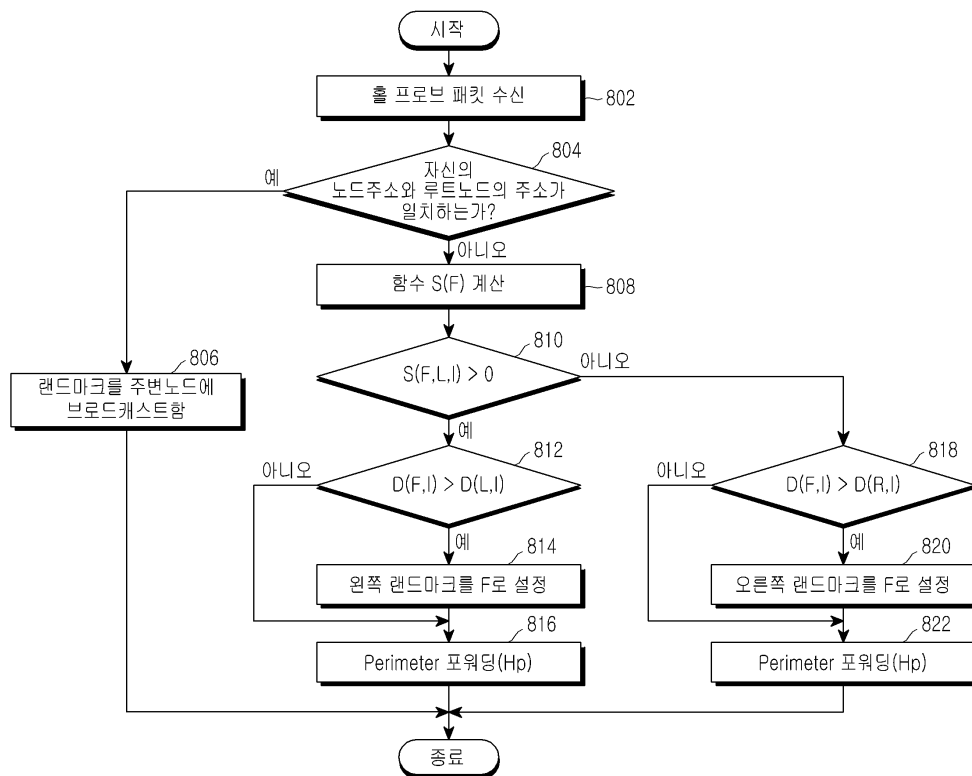
도면6



도면7



도면8



도면9

