(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월18일
(11) 등록번호 10-0786575
(24) 등록일자 2007년12월11일

(51) Int. Cl.
H04L 12/28 (2006.01) *H04L 12/24* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0068481
(22) 출원일자 2006년07월21일
심사청구일자 2006년07월21일
(56) 선행기술조사문헌
kr20050043019

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 수원캠퍼스내
(72) 발명자
이승룡
경기도 성남시 분당구 구미동 250 삼환빌라 102동102호
(74) 대리인
김삼수

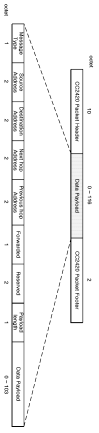
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 장대근

(54) 저전력 센서 네트워크의 관리 방법

(57) 요 약

비교적 적은 갯수의 노드로 구성되는 홈 네트워크 기반의 센서 네트워크에서 중복되는 패킷의 플러딩을 최대한 줄이면서 게이트웨이를 중심으로 센서 네트워크를 관리하는 방법이 제공된다. 더욱 상세하게는 다수의 센서노드와 하나의 게이트웨이로 이루어지는 센서 네트워크에서, 1) 중복 수신된 패킷을 포워딩에서 제외하는 제1정책, 2) 게이트웨이에 조인된 센서노드에 한해 패킷 송수신이 가능한 제2정책, 3) 되돌아온 패킷에 대해 차후 포워딩에서 제외하는 제3정책 및 일반적인 포워딩에 관한 제4정책에 의해 각종 메시지 또는 센서 데이터가 송수신되며, 각 센서노드가 게이트웨이에 조인을 요청하기 위해 소정의 메시지를 전송하는 과정에서 정립된 라우팅 경로를 통해, 게이트웨이는 특정 센서노드에 센서 데이터를 요청하고 전송받는다. 본 발명에 의하면 무선 센서 네트워크 환경에서 불필요하게 중복 플러딩되는 패킷의 수를 크게 줄일 수 있으므로 그만큼 패킷 처리에 소비되는 전력을 최소화할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

하나 이상의 센서노드와 이를 관리하기 위한 싱크노드로 구성되는 센서 네트워크의 관리 방법에 있어서,

센서노드는 목적지 주소(destination address) 필드 및 다음 홉 주소(next hop address) 필드를 포함하여 이루어지는 라우팅 테이블을 구비하며, 초기의 라우팅 테이블은 목적지 주소가 싱크노드의 주소이고 다음 홉 주소가 브로드캐스팅 주소인 하나의 레코드로 이루어짐을 특징으로 하며, 상기 센서노드가 싱크노드에 등록되는 조인 단계; 및

상기 싱크노드가 상기 등록된 센서노드 중 어느 하나에 센서 데이터를 요청하고 이를 전송받는 데이터 수집 단계;

를 포함하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 조인 단계는

센서노드가 자신의 고유한 Node ID가 포함된 Join_Request 메시지를 싱크노드로 송신하는 단계;

싱크노드가 상기 센서노드에 논리 주소를 할당하고, 할당된 주소가 포함된 Join_Accepted 메시지를 송신하는 단계; 및

상기 센서노드가 상기 할당된 주소로 자신의 논리 주소를 갱신하고, 자신의 기능을 나타내는 Node Type이 포함된 Join_Accepted_Ack 메시지를 싱크노드로 송신하는 단계;

를 포함하여 이루어지는 것임을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 조인 단계는

상기 센서노드가 이미 조인된 노드이면 해당 센서노드의 논리 주소가 포함된 Joined 메시지를 송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 데이터 수집 단계는

싱크노드가 노드 테이블을 검색하여 특정 센서노드를 선택하는 단계;

싱크노드가 상기 선택된 특정 센서노드에 센서 데이터를 요청하는 SensorData_Request 메시지를 송신하는 단계; 및

상기 특정 센서노드가 자신의 센서로부터 데이터를 추출하고, 해당 데이터가 포함된 SensorData_Send 메시지를 싱크노드로 송신하는 단계;

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 Join_Request 메시지 송신 단계는

상기 센서노드가 주변 노드로 Join_Request 메시지를 브로드캐스팅하는 단계와, 상기 센서노드가 자신의 라우팅 테이블에서 다음 홉 주소 필드를 상기 주변 노드의 주소로 변경하는 단계와, 상기 센서노드가 자신의 라우팅 테이블에 상기 주변 노드 이외의 주변 노드들에 대한 레코드를 추가하는 단계로 이루어지며,

상기 Join_Request 메시지를 포워딩하는 노드에서도 동일하게 수행되는 것을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워

크의 관리 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 데이터 수집 단계는

상기 Join_Request 메시지 송신 단계를 통해 정립된 라우팅 경로에 따라 수행되는 것임을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 각 노드들 간에 송수신 되는 패킷의 헤더는

메시지 유형을 정의하는 message type 필드, 출발지 노드의 논리 주소를 나타내는 source address 필드, 목적지 노드의 논리 주소를 나타내는 destination address 필드, 다음 홉 노드의 논리 주소를 나타내는 next hop address, 포워딩 되었을 때 이전 홉 노드의 논리 주소를 나타내는 previous hop address, 포워딩 가능한 횟수를 저장하는 forwarded, 임시저장 영역인 reserved 필드, 데이터 페이로드의 길이를 나타내는 payload length 필드를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 Join_Request 메시지 송신 단계는

각 노드는 동일한 패킷이 다른 경로를 통하여 중복 수신되는 경우, 후에 도착한 패킷을 무시하고 해당 패킷의 다음 홉 주소를 NRL(No Response List)에 등록하는 단계를 더 포함하며,

각 노드는 상기 NRL에 등록된 주소의 노드로 패킷을 전송하거나 포워딩하지 않는 것을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 노드들 간의 패킷 송수신은 싱크노드에 조인 되어 등록된 센서노드들에 한하여 수행되는 것을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 Join_Request 메시지 송신 단계는

패킷이 송신지 센서노드로 되돌아오거나 현재 센서노드의 이전 홉으로 되돌아 오면 해당 패킷의 다음 홉 주소를 NRL(No Response List)에 등록하는 단계를 더 포함하고,

상기 되돌아온 패킷은 더이상 포워딩되지 않는 것을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 패킷의 포워딩은

1) 수신된 패킷의 목적지 주소와 로컬 패킷의 주소가 다를 것,

2) 수신된 패킷의 forwarded 필드값이 미리 설정된 포워딩 가능 횟수보다 작을 것,

3) 마지막으로 포워딩한 패킷과 새로 수신한 패킷이 서로 다를 것

의 조건을 모두 만족하는 경우에만 수행되는 것임을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

청구항 13

제2항에 있어서,

상기 싱크노드로 게이트웨이(Gateway) 노드가 이용되는 것을 특징으로 하는 저전력 센서 네트워크의 관리 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<10> 본 발명은 비교적 적은 갯수의 노드로 구성되는 홈 네트워크 기반의 센서 네트워크에서 중복되는 패킷의 플러딩을 최대한 줄이면서 게이트웨이를 중심으로 센서 네트워크를 관리하는 방법에 관한 것이다.

<11> 무선 센서 네트워크는 극히 제한된 에너지와 컴퓨팅 자원을 가진 많은 수의 센서노드들이 밀집되어 네트워크를 형성하고 각 센서노드들은 IP 주소와 같은 광역 아이디(Global Identification)를 가지지 않는다는 점 등에서 특이하며, 그 외에도 외부의 간섭 없이 독립적으로 배열되고(self configuration), 스스로 네트워크를 유지하는 것(self-maintenance)이 가능하며, 패킷의 전송이 무선 링크의 다중 홉을 통해 이루어지는(multi-hop routing) 특징이 있다. 그간 이와 같은 무선 센서 네트워크에서의 라우팅 프로토콜에 관한 연구가 활발하게 진행돼 왔는바 이 중 몇 가지를 살펴보면 다음과 같다.

<12> 직접 확산 방식(Directed Diffusion)은 질의를 요청하면 이는 싱크에서 시작되어 네트워크 전체에 유포되고 방향(gradient)이 설정된다. 싱크노드는 이 경로로 데이터를 받으며 전송 품질이 좋은 경로들은 계속 강화되므로 같은 유형의 질의를 계속해서 요청할 경우에 특히 유용하다, 그러나, 이 방식은 경로를 한 번만 사용하는 형태의 질의에는 적합하지 않고 패킷이 전달될 때마다 매번 방향(Gradient)을 재설정해야 하는 부담이 있다.

<13> SPIN(Sensor Protocols for Information via Negotiation)은 센서노드가 데이터에 대해 광고하고 싱크로부터 요청을 기다리는 형태의 데이터 중심적 라우팅 기법이다. SPIN은 ADV, REQ, DATA의 3가지 메시지를 가진다. 센서노드가 메타 데이터를 가지는 ADV 메시지를 전송하면 이를 수신한 이웃 노드가 데이터에 관심을 가지고 REQ 메시지를 전송하고, REQ 메시지를 수신한 센서노드는 해당 이웃 노드를 위해 DATA 메시지를 전송한다. 이와 같은 SPIN은 플러딩을 이용할 때 동일한 데이터가 재전송되는 문제점과 중복된 데이터가 전송되는 문제점을 해결하였으나, 사용자가 데이터를 요청하지 않은 경우에도 네트워크 전체에 정보를 분산시킨다는 점은 여전히 문제점으로 남아 있다.

<14> 한편, 일반적으로 무선 환경에서 라우팅 방법은 응용 분야에 따라 그 특성이 크게 달라지고 적용할 모든 환경에서 좋은 성능을 보이기는 어려우므로 특정 네트워크에 적합한 라우팅 프로토콜이 요구된다.

<15> 즉, 홈 네트워크는 무선 센서 네트워크의 일종에 속하는 것으로 볼 수도 있으나, Network Topology가 수시로 변하지 않는다는 점, 센서노드의 수가 상대적으로 적고 이동이 잦지 않다는 점, 특정 노드에 직접적인 질의가 요구된다는 점, 네트워크 내에 서로 다른 기능의 다양한 센서노드가 존재하므로 데이터의 집약(aggregation)이 불필요하다는 점 등에서 일반적인 무선 센서 네트워크와는 차별된다. 특히, 홈 네트워크 환경에서는 임베디드 센서노드가 사용되는바 각 센서노드에 있어서 배터리에 의한 전력 소모의 최소화는 가장 중요한 문제라 할 수 있다.

<16> 그러나 종래의 홈 네트워크에서는 상기 확산 방식 또는 SPIN 등과 같은 일반적인 센서 네트워크에서 사용되던 라우팅 방법이 그대로 사용되었으므로 해당 방법에서 문제되었던 패킷의 중복 플러딩 현상 등에 의해 배터리의 전력이 불필요하게 소요되는 문제점이 있었다.

<17> 또한, 일반적으로 센서 네트워크에서 이용되는 네트워크 토폴로지에는 평면 라우팅 방법 및 클러스터 기반 라우팅 방법 등 크게 두 가지가 있으며, 이 중 클러스터링 방법은 인접한 자식 노드들을 관리하는 클러스터가 존재하고 그 클러스터가 데이터를 취합하여 전송하는 방식으로서 이는 인접 노드 간 유사한 데이터를 가지는 일반적인 센서 네트워크 환경의 특성을 반영한 것이라 할 수 있다.

<18> 그러나 홈 네트워크와 같은 소규모 네트워크에서는 클러스터의 존재가 오히려 부담으로 작용할 뿐더러, 클러스터 노드는 전력의 소모가 많으므로 전력을 균등하게 소모해야 하는 홈 네트워크 환경에는 적합하지 않은 점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<19> 본 발명은 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 저전력이 관건인 센서 네트워킹 환경 중의 하나인 홈 네트워크 환경에서 게이트웨이를 중심으로 센서노드들을 관리하되, 구체적으로는 게이트웨이에 등록된 센서노드에 대해서만 패킷 송수신이 가능하게 하고 중복되는 패킷 플러딩이 발생하지 않도록 소정의 정책들에 의해 게이트웨이로의 라우팅 경로를 정립하고, 해당 경로를 통해 센서 데이터를 요청 및 수신하도록 하는 평면 라우팅 방법을 제공하여 홈 네트워크 환경에서 최적의 성능이 발휘되도록 하는 데에 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

<20> 위와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 저전력 센서 네트워크의 관리 방법은 하나 이상의 센서노드와 이를 관리하기 위한 싱크노드로 구성되는 센서 네트워크에 있어서, 센서노드가 싱크노드에 등록되는 조인(join) 단계 및 상기 싱크노드가 상기 등록된 센서노드 중 어느 하나에 센서 데이터를 요청하고 이를 전송받는 데이터 수집 단계로 이루어진다.

<21> 여기서, 상기 센서노드는 목적지 주소(destination address) 필드 및 다음 홉 주소(next hop address) 필드를 포함하여 이루어지는 라우팅 테이블을 구비하며, 초기 라우팅 테이블은 목적지 주소가 싱크노드의 주소이고 다음 홉 주소가 브로드캐스팅 주소인 하나의 레코드로 이루어질 수 있다.

<22> 또한, 상기 조인 단계는 센서노드가 자신의 고유한 Node ID가 포함된 Join_Request 메시지를 싱크노드로 송신하는 단계와, 싱크노드가 상기 센서노드에 논리 주소를 할당하고, 할당된 주소가 포함된 Join_Accepted 메시지를 송신하는 단계 및 상기 센서노드가 상기 할당된 주소로 자신의 논리 주소를 갱신하고, 자신의 기능을 나타내는 Node Type이 포함된 Join_Accepted_Ack 메시지를 싱크노드로 송신하는 단계를 포함하여 이루어질 수 있다.

<23> 또한, 상기 조인 단계는 상기 센서노드가 이미 조인된 노드이면 해당 센서노드의 논리 주소가 포함된 Joined 메시지를 송신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

<24> 여기서, 상기 Join_Request 메시지 송신 단계는 상기 센서노드가 주변 노드로 Join_Request 메시지를 브로드캐스팅하는 단계와, 상기 센서노드가 자신의 라우팅 테이블에서 다음 홉 주소 필드를 상기 주변 노드의 주소로 변경하는 단계와, 상기 센서노드가 자신의 라우팅 테이블에 상기 주변 노드 이외의 주변 노드들에 대한 레코드를 추가하는 단계로 이루어질 수 있으며, 상기 Join_Request 메시지를 포워딩하는 노드에서도 동일하게 수행된다.

<25> 한편, 상기 데이터 수집 단계는 싱크노드가 노드 테이블을 검색하여 특정 센서노드를 선택하는 단계와, 싱크노드가 상기 선택된 특정 센서노드에 센서 데이터를 요청하는 SensorData_Request 메시지를 송신하는 단계 및 상기 특정 센서노드가 자신의 센서로부터 데이터를 추출하고, 해당 데이터가 포함된 SensorData_Send 메시지를 싱크노드로 송신하는 단계를 포함하여 이루어질 수 있다.

<26> 여기서, 상기 데이터 수집 단계는 상기 Join_Request 메시지 송신 단계를 통해 정립된 라우팅 경로에 따라 수행되는 것이 바람직하다.

<27> 본 발명에 있어서 상기 각 노드들 간에 송수신 되는 패킷의 헤더는 메시지 유형을 정의하는 message type 필드, 출발지 노드의 논리 주소를 나타내는 source address 필드, 목적지 노드의 논리 주소를 나타내는 destination address 필드, 다음 홉 노드의 논리 주소를 나타내는 next hop address, 포워딩 되었을 때 이전 홉 노드의 논리 주소를 나타내는 previous hop address, 포워딩 가능한 횟수를 저장하는 forwarded, 임시저장 영역인 reserved 필드, 데이터 페이로드의 길이를 나타내는 payload length 필드를 포함하여 이루어질 수 있다.

<28> 따라서, 상기 Join_Request 메시지 송신 단계는 각 노드는 동일한 패킷이 다른 경로를 통하여 중복 수신되는 경우, 후에 도착한 패킷을 무시하고 해당 패킷의 다음 홉 주소를 NRL(No Response List)에 등록하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 각 노드는 상기 NRL에 등록된 주소의 노드로 패킷을 전송하거나 포워딩하지 않는다.

<29> 또한, 상기 노드들 간의 패킷 송수신은 싱크노드에 조인 되어 등록된 센서노드들에 한하여 수행될 수 있다.

<30> 또한, 상기 Join_Request 메시지 송신 단계는 패킷이 송신지 센서노드로 되돌아오거나 현재 센서노드의 이전 홉으로 되돌아 오면 해당 패킷의 다음 홉 주소를 NRL(No Response List)에 등록하는 단계를 더 포함할 수 있고, 상기 되돌아온 패킷은 더이상 포워딩되지 않는다

<31> 또한, 패킷의 포워딩은 1) 수신된 패킷의 목적지 주소와 로컬 패킷의 주소가 다를 것, 2) 수신된 패킷의 forwarded 필드값이 미리 설정된 포워딩 가능 횟수보다 작을 것, 3) 마지막으로 포워딩한 패킷과 새로 수신한 패킷이 서로 다를 것의 조건을 모두 만족하는 경우에만 수행될 수 있다.

<32> 본 발명에서 상기 싱크노드로는 게이트웨이(Gateway) 노드가 이용되는 것이 바람직하다.

<33> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

<34> 본 발명은 하나 이상의 센서노드와 이를 관리하기 위한 싱크노드로 구성되는 센서 네트워크에 적용되는 관리 방법에 관한 것이며, 센서노드가 싱크노드에 등록되는 조인 단계와, 싱크노드가 상기 등록된 센서노드 중 어느 하나에 센서 데이터를 요청하고 이를 전송받는 데이터 수집 단계로 구분할 수 있다. 본 실시예에서는 게이트웨이 노드가 싱크노드로서 동작하는 것을 전제로 설명하기로 한다.

<35> 센서 네트워크상의 모든 노드는 목적지 주소(destination address) 필드 및 다음 홉 주소(next hop address) 필드를 포함하여 이루어지는 라우팅 테이블을 구비하고 있으며, 이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

<36>

Destination Address (2 byte)	Next Hop Address (2 byte)

<37> 초기 상태의 라우팅 테이블은 목적지 주소가 싱크노드의 주소이고 다음 홉 주소가 브로드캐스팅 주소인 하나의 레코드만을 구비하고 있다.

<38>

<제1 라우팅 정책>

라우팅 테이블에 목적지 노드에 도달하기 위한 정보가 없으면 다음 홉 주소는 브로드캐스팅 주소가 된다.

<39> 이는 게이트웨이에 최초로 Join_Request 메시지를 송신할 때 게이트웨이에 도달하기 위한 라우팅 정보가 존재하지 않으므로 브로드캐스팅에 의존할 수밖에 없기 때문이다.

<40> 센서노드에서 패킷이 생성되고 목적지 주소가 정해지면 이를 목적지로 전송하기 위한 다음 홉 주소를 라우팅 테이블로부터 얻어온다. 또한, 다른 노드로부터 패킷을 전달받아 이를 포워딩하기 위한 다음 홉 주소 역시 라우팅 테이블로부터 얻어온다.

<41> 라우팅 테이블은 모든 패킷이 수신될 때마다 갱신 절차에 따라 갱신되거나 유지된다. 노드가 처음으로 보내는 패킷은 Join_Request 메시지이므로 Join_ Request 메시지가 송신되는 순간부터 라우팅 테이블이 갱신되며, 발신지와 목적지의 중간에 위치하는 노드들은 Join_Request 메시지를 포워딩하면서 라우팅 테이블을 갱신한다. 각 노드는 이전 노드로부터 패킷을 수신할 때마다 해당 패킷의 출발지 주소(Source Address)를 라우팅 테이블의 목적지 주소로 등록하고 해당 패킷을 전달해준 이전 노드의 주소를 라우팅 테이블의 다음 홉 주소로 등록하여, 차후 상기 패킷을 발신한 노드(Source Node)로 다른 패킷을 보내고자 할 때 상기 이전 노드로 전달되도록 한다. 결국, 라우팅 테이블은 패킷이 전달되어 올 때마다 그 전달 경로를 저장한다고 볼 수 있다.

<42> 싱크노드 즉 게이트웨이 노드는 라우팅 테이블 외에도 조인된 센서노드의 Node ID 필드, 논리 주소 필드 등으로 이루어지는 노드 리스트를 더 구비하고 있다. 여기서 Node ID는 센서 네트워크를 이루는 각 센서노드를 구별하기 위한 고유한 물리 주소이고, 논리 주소는 해당 센서노드가 조인되었을 때 게이트웨이에서 동적으로 할당해주는 주소이다.

<43> 다음으로, 본 발명에서 이용되는 패킷의 구조를 도 1을 참고로 살펴보면 다음과 같다.

<44> 본 발명의 패킷은 하위 계층인 CC2420 패킷에서 Header와 Footer를 제외한 데이터 Payload 부분을 이용하며, 13byte의 헤더 필드와 0 ~ 103 byte의 데이터 페이로드로 구성된다. 헤더 필드는 메시지 유형을 정의하는 1byte의 message type, 원본 노드의 논리 주소를 나타내는 2byte의 source address, 목적지 노드의 논리 주소를 나타내는 2byte의 destination address, 다음 홉 노드의 논리 주소를 나타내는 2byte의 next hop address, 포워딩 되었을 때 이전 노드의 논리 주소가 저장되는 2byte의 previous hop address, 포워딩 가능한 횟수를 저장하는 1byte의 forwarded, 임시로 16bit 데이터 값을 저장하는 용도로 사용할 수 있는 2byte의 reserved, 데이터 페이로드의 길이를 나타내는 1byte의 payload length 필드로 이루어진다.

<45> 이제, 센서노드가 게이트웨이에 조인을 요청하여 등록되는 과정을 구체적으로 살펴보기로 한다. 본 발명에서는 게이트웨이에 조인된 센서노드만이 다른 노드로부터 패킷을 수신하거나 다른 노드로 패킷을 전송할 수 있으므로 상기 조인 과정은 중요한 의미를 가진다. 참고로 도 2는 본 발명에 의한 네트워크 관리 방법에서 센서노드가 게이트웨이에 조인되는 과정을 순차적으로 도시한 플루우챠트이다.

<46> 센서노드(100)가 자신의 고유한 Node ID가 포함된 Join_Request 메시지를 게이트웨이(200)로 송신하면(S201), 게이트웨이(200)는 노드 리스트를 검색하여 센서노드(100)가 이미 조인되어 등록되어 있는지를 판단하고(S203), 아직 등록되지 않은 노드인 경우 해당 센서노드(100)에 동적으로 논리 주소를 할당한 후(S205), 할당된 주소가 포함된 Join_Accepted 메시지를 송신한다(S207). 센서노드(100)는 상기 할당된 주소로 자신의 논리 주소를 갱신하고(S209), 자신의 기능을 나타내는 Node Type이 포함된 Join_Accepted_Ack 메시지를 게이트웨이로 송신한다(S211).

<47> 만약, 상기 S203 단계에서 해당 센서노드(100)가 노드 리스트에 이미 존재하는 경우라면 이미 조인되었음을 알리는 Joined 메시지를 센서노드(100)로 송신한다(S213).

<48> 이와 같은 조인을 위한 메시지 송수신 과정은 도 3의 메시지 흐름도를 통해서도 확인할 수 있다.

<49> 여기서, 상기 Join_Request 메시지는 센서노드가 기동을 개시하여 게이트웨이에 보내는 최초의 메시지이며, Join_Request 메시지가 게이트웨이로 전달되면서 전송 경로가 결정되고 이와 같이 개척된 경로를 통해 그 이후로의 메시지 또는 센서 데이터가 전송되므로 본 발명에서 중요한 의미를 가진다. 따라서, 상기 S201 단계의 수행 과정을 보다 상세하게 살펴보기로 한다.

<50> 센서노드(100)는 최초로 기동을 개시한 상태이므로 라우팅 테이블에는 하나의 레코드만이 존재하며, 해당 레코드의 목적지 주소는 게이트웨이 주소로, 그리고 다음 홉 주소는 브로드캐스팅 주소로 세팅되어 있다. 따라서, 센서노드(100)는 주변 노드로 Join_Request 메시지를 브로드캐스팅하고(S401), 라우팅 테이블에서 다음 홉 주소 필드를 상기 주변 노드의 주소로 변경한다(S403).

<51> 여기서, 주변 노드가 둘 이상인 경우라면 주변 노드의 수만큼 라우팅 테이블의 레코드가 구비되어야 하므로, 센서노드는 라우팅 테이블에 상기 주변 노드 이외의 주변 노드들에 대한 레코드를 추가하고(S405), 해당 노드들의 주소로 해당 레코드의 다음 홉 주소를 갱신한다(S407).

<52> 상기 S401 단계 내지 S407 단계는 Join_Request 메시지를 생성하여 전송하는 출발지 센서노드에서 뿐만 아니라 Join_Request 메시지를 포워딩하는 중간 노드에서도 동일하게 수행된다.

<53> 한편, 출발지 센서노드 및 중간 노드에서 메시지(또는 패킷)를 전송 또는 포워딩하는 데에는 다음과 같은 라우팅 정책들이 적용된다.

<54>

<제2 라우팅 정책; NRL(No Respond List) policy>

- 동일한 패킷이 다른 경로를 통하여 중복 수신되는 경우, 후에 도착한 패킷은 이를 무시하고 해당 패킷의 다음 홉 주소를 NRL(No Response List)에 등록한다.

- NRL에 등록된 주소의 노드로는 패킷을 전송하거나 포워딩하지 않는다.

<55> 무선 환경에서는 오버랩(overlap) 문제가 발생하여 동일한 패킷이 여러 번 도착하는 경우가 생긴다. 이 경우 이미 포워딩된 패킷이므로 후에 도착한 패킷은 이를 폐기하고, 후에 도착한 패킷의 이전 홉 주소를 NRL에 추가한다. 그리고 패킷 을 송신할 때마다 다음 홉 주소가 NRL에서 검색되면 해당 패킷의 전송을 중단하여 네트워크상에 불필요하게 중복된 패킷이 뿌려지는 것을 막는다.

<56> 도 4는 노드 A가 메시지를 브로드캐스팅하는 상황(a) 및 중복된 경로가 NRL에 등록된 이후에 노드 A와 노드 D 간의 라우팅 경로에 대한 상황(b)을 도시하고 있다.

<57> 노드 D는 노드 B를 통해서 포워딩 된 패킷과 노드 C를 통해서 포워딩된 패킷, 즉 동일한 패킷을 두 번 받게 된다. 여기서, 노드 B를 통해서 포워딩된 패킷이 먼저 도착했다고 가정하면 노드 D는 노드 C를 통해서 포워딩된 패킷을 수신한 즉시 이를 폐기하며 NRL에 노드 C를 추가한다. 즉, 앞으로 노드 C로부터는 어떠한 패킷도 받지

않으며, 노드 A와 노드 D 간에는 노드 B를 통한 경로만을 사용하게 된다. 노드 A의 라우팅 테이블에는 노드 D에 도달하기 위한 다음 홉 주소에 노드 B의 주소가 등록되며, 노드 D의 라우팅 테이블에는 노드 A에 도달하기 위한 다음 홉 주소에 노드 B의 주소가 등록된다.

<58>

<제3 라우팅 정책; NR(Node Reply) policy>

게이트웨이에 조인된 노드만이 다른 노드로부터 패킷을 수신하거나 다른 패킷으로 패킷을 전송할 수 있다.

<59> 본 발명에서는 조인을 통하여 게이트웨이에 등록된 노드만 패킷을 처리할 수 있으며, 조인되어 있지 않은 노드는 무선 환경에서 수신한 메시지에 대해 응답할 필요가 없으므로 불필요한 응답으로 인한 전력 낭비를 방지한다. 이를 도 5를 통해 확인해 보면 다음과 같다.

<60> 노드 B와 노드 C가 게이트웨이에 등록되어 있다면 노드 A가 송신한 패킷은 브로드캐스팅되어 게이트웨이 외에 노드 B 및 노드 C로도 전송되고, 이를 수신한 노드 B, C 역시 해당 메시지를 브로드캐스팅하므로 결국 게이트웨이는 노드 A로부터 직접 메시지를 전송받는 것 외에 다양한 경로를 거친 메시지를 노드 D 및 노드 H를 통해 전송받게 된다. 그러나 네트워크상에 등록된 노드가 없는 상태라면 노드 A가 보낸 브로드캐스트 메시지는 게이트웨이만 응답하며, 노드 B와 노드 C는 패킷을 수신하지만 이를 폐기해버리므로 메시지 전송의 목적을 달성하면서도 네트워크의 혼잡은 크게 감소하게 된다.

<61>

<제4 라우팅 정책; PRP(Packet Return Prohibition) policy>

- 패킷이 송신지 센서노드로 되돌아오거나 현재 센서노드의 이전 홉으로 되돌아 오면 해당 패킷의 다음 홉 주소를 NRL(No Response List)에 등록한다.

- 상기 되돌아온 패킷은 더이상 포워딩하지 않는다.

<62> 도 6은 패킷이 브로드캐스팅된 경우 NRL의 등록 과정 및 그에 따른 포워딩 과정을 설명하기 위한 토폴로지의 일예를 도시하고 있다.

<63> 노드 A가 패킷을 브로드캐스팅하여 노드 B와 노드 C가 이 패킷을 수신하였다고 가정하면, 노드 B 역시 라우팅 테이블이 설정된 상태가 아니므로 해당 패킷을 다시 브로드캐스팅한다. 여기서 노드 A는 패킷을 수신하더라도 자신이 보낸 패킷을 되돌려받은 것이므로 이에 응답하지 않으며, 노드 B로부터 노드 A로 가는 경로는 노드 B의 NRL에 등록된다.

<64> 노드 D는 노드 B로부터 패킷을 수신하지만 패킷의 헤더 중 Previous Address 필드와 Source Address 필드를 통해 해당 패킷이 노드 A로부터 출발한 것임을 파악할 수 있다. 따라서 노드 A는 노드 D가 브로드캐스팅한 패킷에도 응답하지 않으며, 노드 D로부터 노드 A로 가는 경로는 노드 D의 NRL에 등록된다.

<65>

<제5 라우팅 정책; PF(Packet Forwarding) policy>

패킷의 포워딩은,
1) 수신된 패킷의 목적지 주소와 로컬 패킷의 주소가 다를 것,
2) 수신된 패킷의 forwarded 필드값이 미리 설정된 포워딩 가능 횟수보다 작을 것,
3) 마지막으로 포워딩한 패킷과 새로 수신한 패킷이 서로 다를 것
의 조건을 모두 만족하는 경우에만 수행된다.

<66> 각 노드들은 자신과 연관된 패킷이 아니면 이를 처리하지 않으며, 목적지 노드에 도달하지 않은 패킷을 수신하면 이를 바로 포워딩한다. 여기서, 자신과 연관된 패킷이라 함은 목적지 주소가 패킷을 수신한 로컬 주소가 같아서 목적지에 도착했다는 것을 의미한다. 반면, 패킷의 목적지 주소와 패킷을 수신한 로컬 주소가 다르다는 것은 아직 패킷이 목적지에 도착하지 않았다는 것을 의미하므로 해당 패킷의 포워딩이 수행된다. 다만, 본 발명에서는 무선 네트워크상에 중복된 패킷의 유포를 최대한 줄이기 위해 소정의 포워딩 조건을 만족하는 경우에 한하여 패킷 포워딩이 수행된다.

<67> 즉, 패킷의 목적지 주소와 패킷을 수신한 로컬 주소가 달라야 하고, 패킷의 forwarded 필드의 값이 미리 설정된 포워딩 가능 횟수(MAX_FORWARD)보다 작아야 하며, 마지막 포워딩한 패킷과 받은 패킷이 달라야 한다. 특히, 마지막 조건을 판단하기 위해 그 외의 포워딩 조건들이 만족되면 로컬 노드는 해당 패킷의 복사본을 마지막 포워딩한 패킷으로 하여 저장한다. 그리고 차후 포워딩 조건을 판단함에 있어 상기 저장한 패킷과 새로 포워딩할 패킷을 비교한다. 이것이 같다면 같은 패킷이 다른 경로를 통하여 늦게 도착한 경우이며 이는 이미 포워딩된 패킷을 의미하므로 다시 포워딩이 수행되지 않도록 하여 동일한 패킷이 중복 전송되는 것을 방지한다.

<68> 위와 같은 조건이 모두 만족되어 포워딩이 수행되는 경우 해당 패킷의 forwarded 필드값은 1 증가된다. 도 7은 MAX_FORWARD 값을 2로 설정했을 때 패킷 포워딩이 수행되는 네트워크 상황을 도시하고 있으며, 소정의 포워딩 횟수 범위 내에 목적하는 센서노드가 있다고 판단되면 적절한 MAX_FORWARD 값을 설정하여 패킷을 전송함으로써 범위를 벗어나는 지역에 있는 센서노드에는 불필요하게 패킷 전송이 이루어지지 않도록 한다.

<69> 다음으로, 위와 같은 메시지 송수신 과정을 통해 센서노드가 게이트웨이에 조인된 이후에 게이트웨이가 특정 센서노드로 센서 데이터를 요청하는 데이터 수집과정에 대해 살펴보기로 한다.

<70> 게이트웨이는 노드 테이블을 검색하여 특정 센서노드를 선택하고(S801), 라우팅 테이블에서 해당 센서노드에 대한 다음 홉 주소를 검색하여(S803) 해당 주소로 SensorData_Request 메시지를 송신한다(S805).

<71> SensorData_Request 메시지를 수신한 센서노드는 자신의 센서로부터 데이터를 추출하고(S807), 해당 데이터가 포함된 SensorData_Send 메시지를 게이트웨이로 송신한다(S809).

<72> 이와 같은 데이터 수집 과정에서는 미리 살펴본 조인 과정에서 정립된 라우팅 경로를 그대로 이용할 뿐이므로 더이상 브로드캐스팅으로 인한 네트워크 혼잡이 발생하지 않는다.

<73> 다시 말해서, 게이트웨이는 어떤 센서가 어디에 배치되어 있는지를 총괄하여 관리하므로 상위 응용 프로그램에서 특정 위치의 센서 데이터를 요청할 때마다 노드 테이블에서 노드를 찾아서 해당 노드에게 SensorData_Request 메시지를 보내고, 그에 따른 응답 메시지로 원하는 센서 데이터를 수집할 수 있다. 이렇게 메시지 처리된 패킷은 상위 응용 프로그램에서도 활용될 수 있도록 콜백 함수로 콜백되는 것이 바람직하다. 따라서, 사용자는 콜백된 함수에서 Receive Packet 이벤트를 처리하기만 하면 되므로 프로그램 구현에 있어서 편의성을 제공받을 수 있다.

<74> 도 9는 본 발명의 관리 방법이 프로토콜(Low Powered Sensor Network Management Protocol, 이하 'LSNMP'라 함)로 구현되는 경우 LSNMP 모듈이 차지하는 시스템적 위치를 도시한 것이다.

<75> 일반적으로 프로토콜을 운용하기 위해서는 이를 위한 운영체제가 필요한데, 본 발명에 의한 LSNMP는 특히 CAMEL SensorOS를 기반으로 운용될 수 있다. CAMEL SensorOS는 저전력을 지원하는 컴포넌트 기반 멀티 스레드 지원 운영체제로서, AVR 마이크로 프로세서와 같은 저전력 임베디드 하드웨어의 지원을 목표로 제작된 것이다. 따라서, LSNMP component(901)는 Sensor Network Component로서 AVR 프로세서의 구동을 위한 Core Component(902)를 통하여 CAMEL SensorOS(103)의 제어를 받게 된다.

<76> 이상, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되지 않으며, 후술 되는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

<77> 홈 네트워크 환경에서의 센서노드들은 각각 RFID Reader, 빛 센서, 온도 센서, 습도 센서 등 다양한 기능을 가지며 노드의 수가 일반적인 센서 네트워크와 비교해 상대적으로 적다는 특징이 있으므로, 관리 주체의 일원화를

통해 홈 네트워크의 관리를 용이하게 할 수 있다.

<78> 또한, 중복된 경로 금지 정책, 노드 응답 정책, 패킷 리턴 금지 정책, 패킷 포워딩 정책이 적용된, 홈 네트워크 환경에서 가장 적절한 라우팅 방법을 채택하여 중복된 패킷의 발생 수를 획기적으로 줄이고, 각 노드에 라우팅 테이블을 구비하여 각 노드에서 패킷을 목적지에 전달하기 위한 연산을 최소화함으로써 전체 네트워크의 저전력화를 구현하고 이를 통해 홈 네트워크에서 최적의 네트워킹 성능이 발휘되도록 한다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에서 이용되는 패킷의 구조도.

<2> 도 2는 본 발명에 의한 네트워크 관리 방법에서 센서노드가 게이트웨이에 조인되는 과정을 순차적으로 도시한 플루우챠트.

<3> 도 3은 상기 조인되는 과정에서의 센서노드 및 게이트웨이 간 메시지 흐름도.

<4> 도 4는 본 발명의 NRL(No Respond List) 정책을 설명하기 위한 네트워크 구성도.

<5> 도 5는 본 발명의 NR(Node Reply) 정책을 설명하기 위한 네트워크 구성도.

<6> 도 6은 본 발명의 PRP(Packet Return Prohibition) 정책을 설명하기 위한 네트워크 구성도.

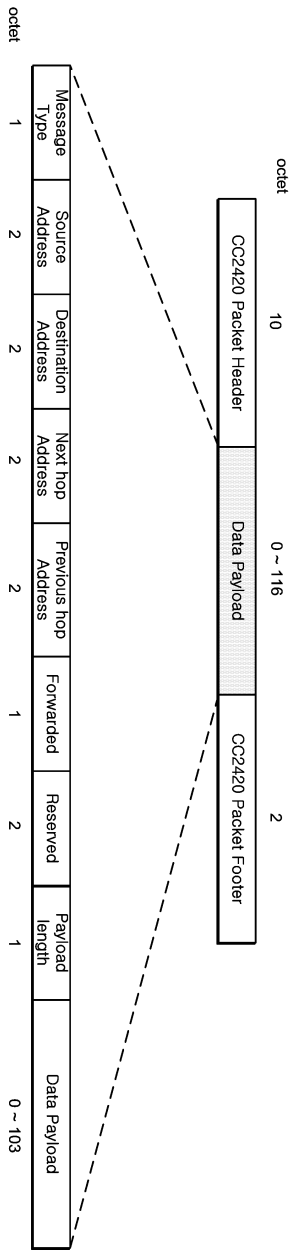
<7> 도 7은 본 발명의 포워딩(Packet Forwarding) 정책을 설명하기 위한 네트워크 구성도.

<8> 도 8은 본 발명에 의한 네트워크 관리 방법에서 게이트웨이가 센서노드로부터 센서 데이터를 수집하는 과정을 순차적으로 도시한 플루우챠트.

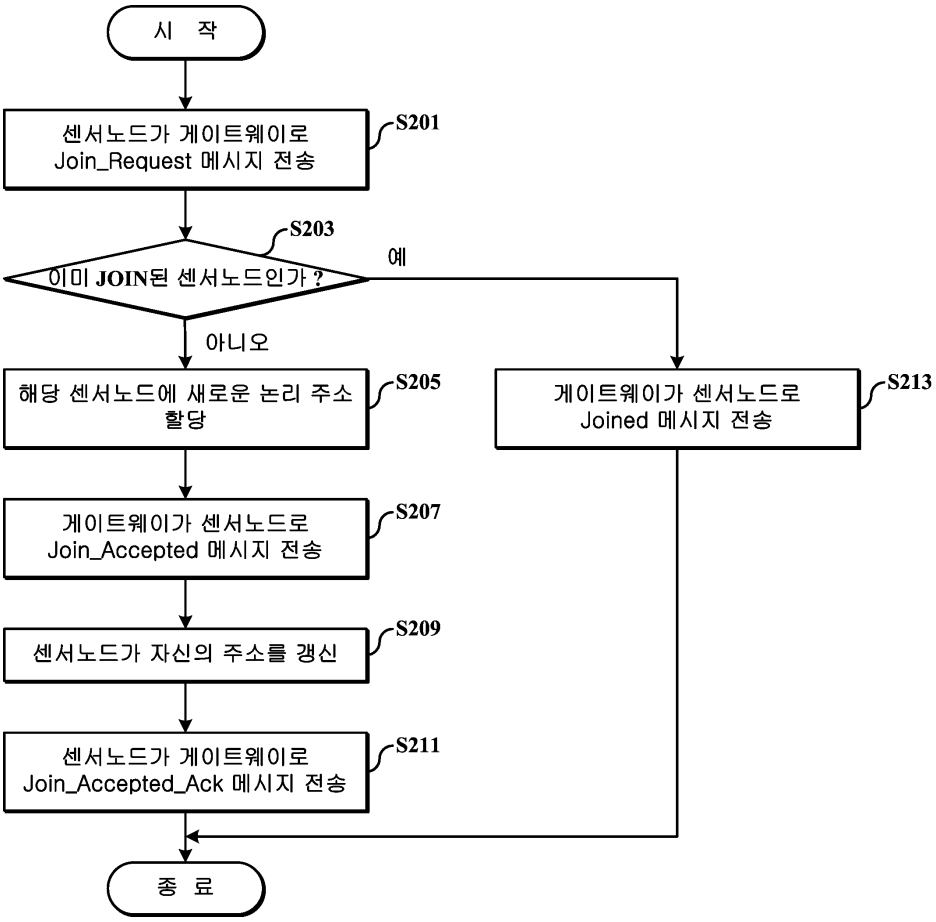
<9> 도 9는 본 발명의 관리 방법이 프로토콜로 구현되는 경우 해당 프로토콜 모듈이 시스템에서 차지하는 위치를 도시한 것

도면

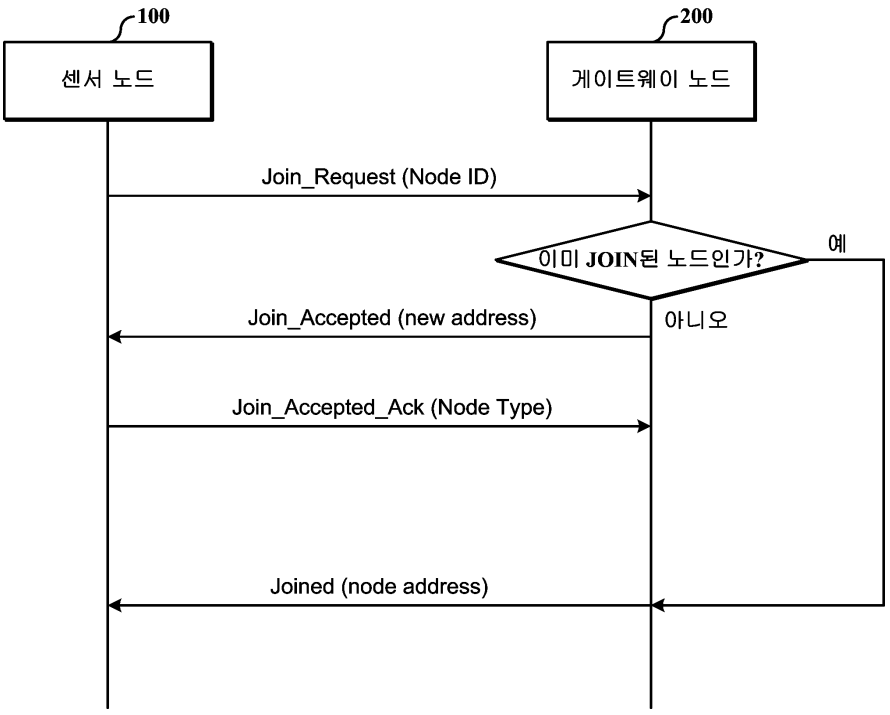
도면1


octet
CC2420 Packet Header
10
Data Payload
0 ~ 116
CC2420 Packet Footer
2
octet
Message Type
1
Source Address
2
Destination Address
2
Next hop Address
2
Previous hop Address
2
Forwarded
1
Reserved
2
Payload length
1
Data Payload
0 ~ 103

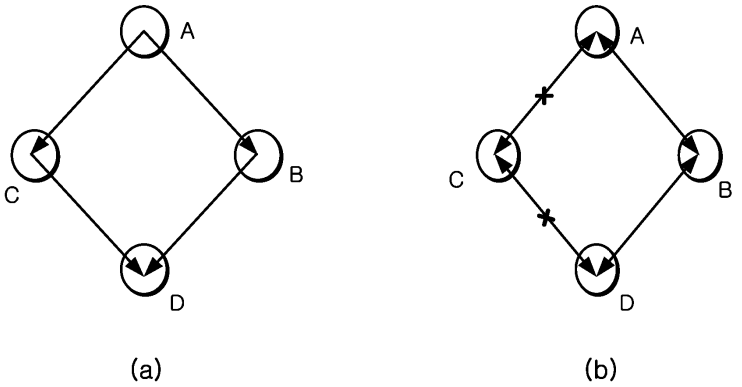
도면2


시 작
센서노드가 게이트웨이로 Join_Request 메시지 전송
S201
S203
이미 JOIN된 센서노드인가 ?
예
아니오
해당 센서노드에 새로운 논리 주소 할당
S205
게이트웨이가 센서노드로 Joined 메시지 전송
S213
게이트웨이가 센서노드로 Join_Accepted 메시지 전송
S207
센서노드가 자신의 주소를 갱신
S209
센서노드가 게이트웨이로 Join_Accepted_Ack 메시지 전송
S211
종 료

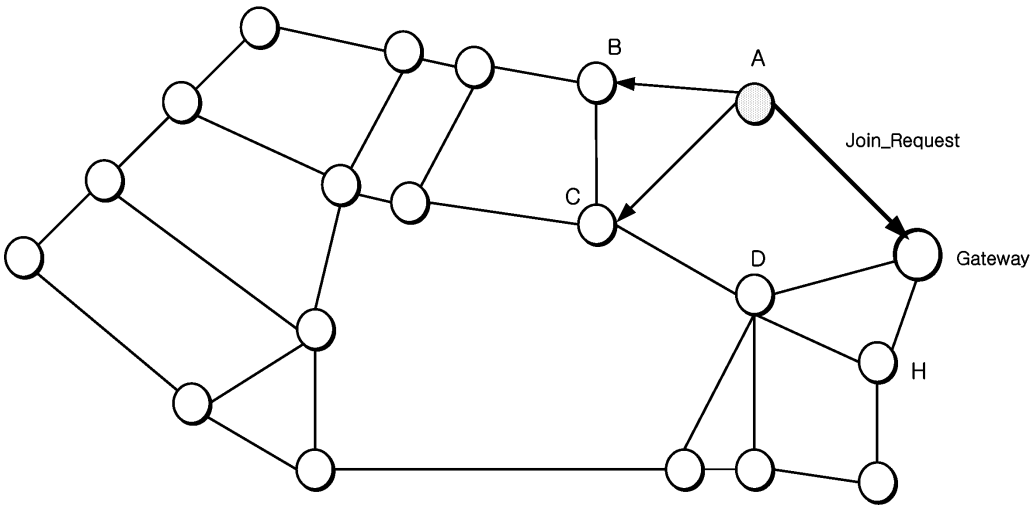
도면3


100
센서 노드
200
게이트웨이 노드
Join_Request (Node ID)
이미 JOIN된 노드인가?
예
아니오
Join_Accepted (new address)
Join_Accepted_Ack (Node Type)
Joined (node address)

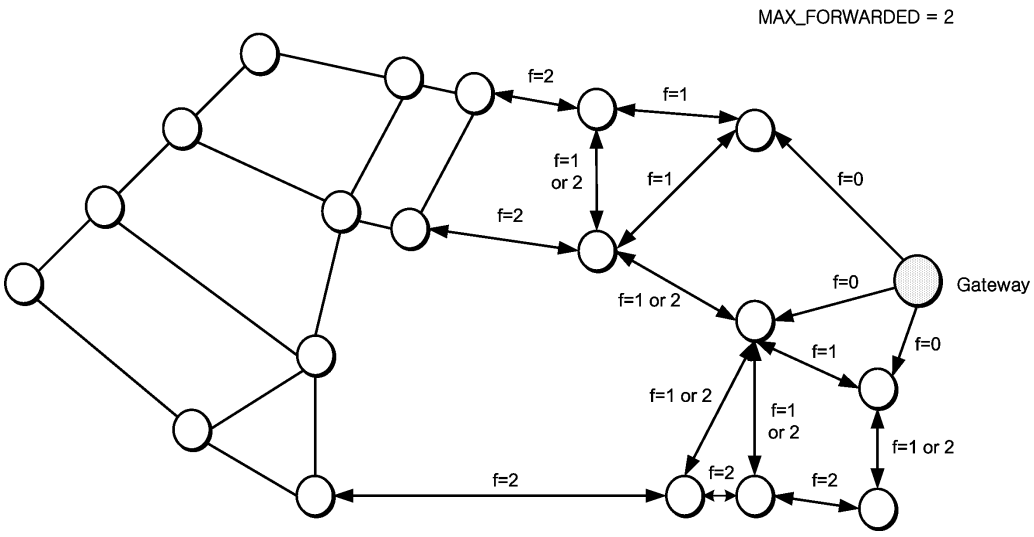
도면4


A
B
C
D
(a)
A
B
C
D
(b)

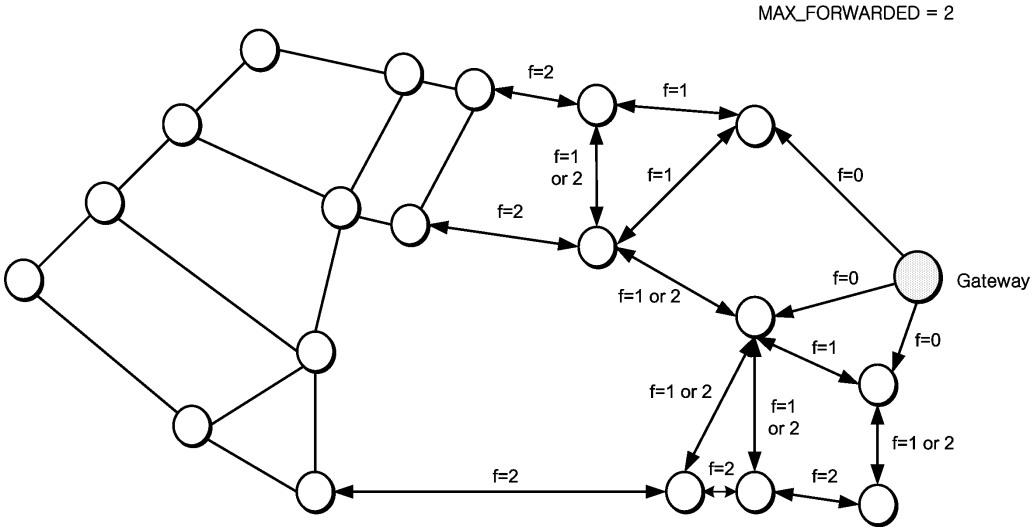
도면5


B
A
Join_Request
C
D
Gateway
H

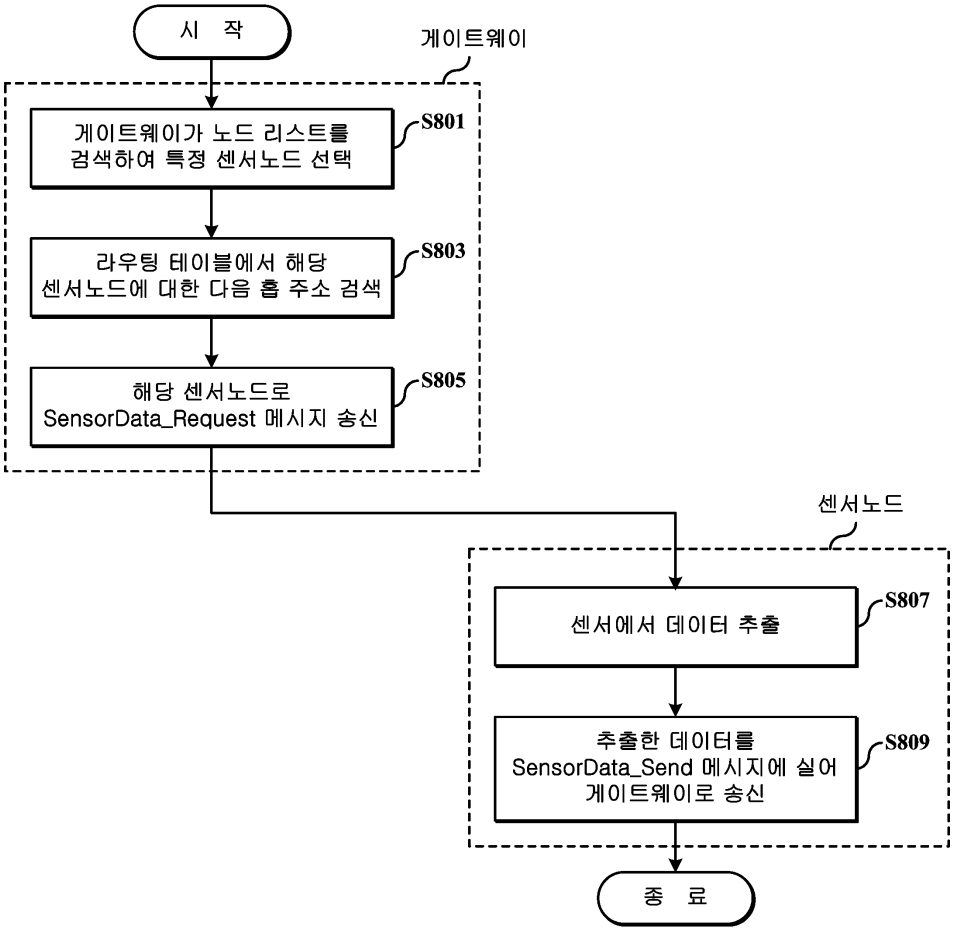
도면6


MAX_FORWARDED = 2
f=2
f=1
f=1
or 2
f=1
f=0
f=2
f=0
Gateway
f=1 or 2
f=1
f=0
f=1 or 2
f=1
or 2
f=1 or 2
f=2
f=2
f=2

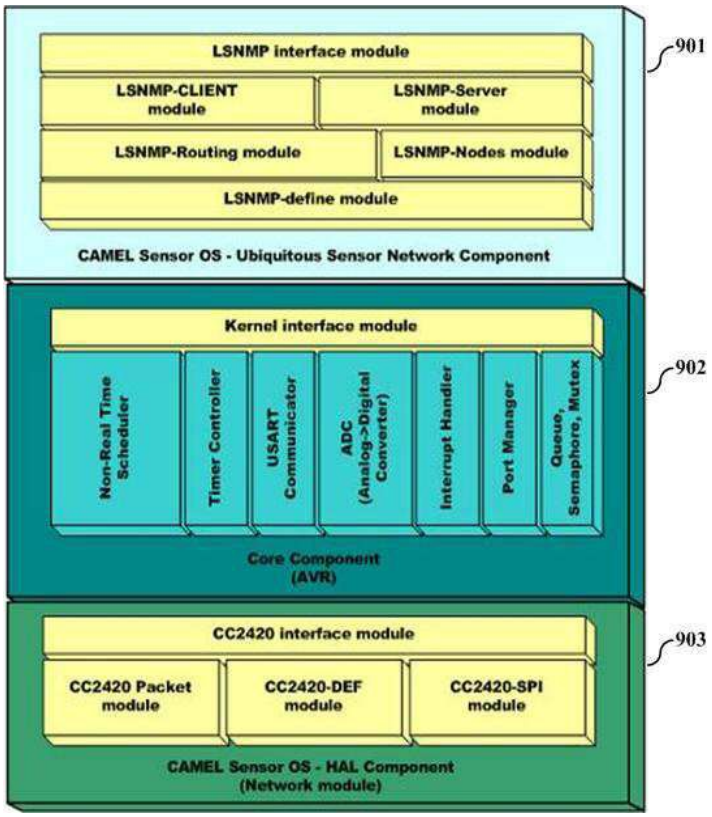
도면7


MAX_FORWARDED = 2
f=2
f=1
f=1
or 2
f=1
f=0
f=2
f=0
Gateway
f=1 or 2
f=1
f=0
f=1 or 2
f=1
or 2
f=1 or 2
f=2
f=2
f=2

도면8


시 작
게이트웨이
게이트웨이가 노드 리스트를
검색하여 특정 센서노드 선택
S801
라우팅 테이블에서 해당
센서노드에 대한 다음 홉 주소 검색
S803
해당 센서노드로
SensorData_Request 메시지 송신
S805
센서노드
센서에서 데이터 추출
S807
추출한 데이터를
SensorData_Send 메시지에 실어
게이트웨이로 송신
S809
종 료

도면9


LSNMP interface module
LSNMP-CLIENT module
LSNMP-Server module
LSNMP-Routing module
LSNMP-Nodes module
LSNMP-define module
CAMEL Sensor OS - Ubiquitous Sensor Network Component
901
Kernel interface module
Non-Real Time Scheduler
Timer Controller
USART Communicator
ADC (Analog->Digital Converter)
Interrupt Handler
Port Manager
Queue, Semaphore, Mutex
Core Component (AVR)
902
CC2420 interface module
CC2420 Packet module
CC2420-DEF module
CC2420-SPI module
CAMEL Sensor OS - HAL Component (Network module)
903