(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0140470
(43) 공개일자 2014년12월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/28 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0099310
(22) 출원일자 2013년08월21일
심사청구일자 2013년08월21일
(30) 우선권주장
1020130061045 2013년05월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
백두권
경기도 남양주시 조안면 재재기로 589-42
정현준
서울 노원구 공릉로34길 62, 1010동 1401호 (공릉동, 태강아파트)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

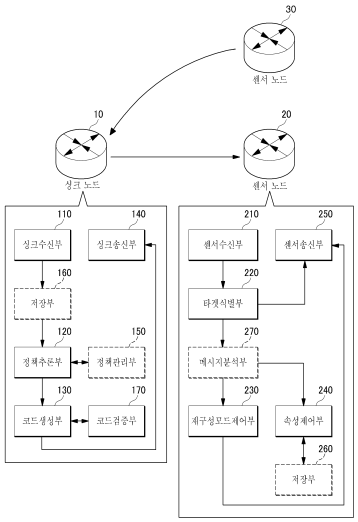
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **센서 네트워크에서의 자가 재구성 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 센서 노드가 자가 재구성하도록 하는 싱크 노드에 관한 것으로서, 싱크 노드는, 센서 노드로부터 메시지를 수신하고, 센서 노드로부터 센싱 정보에 대한 메시지를 수신한 경우, 센싱 정보에 기반하여 필요한 정책을 추론하고, 정책에 기반하여 속성값 프로그램 코드를 생성한다. 그리고 정책의 타겟이 되는 타겟 센서 노드로 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 전송하되, 타겟 센서 노드로부터 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 수신한 경우, 속성값 프로그램 코드를 센서 노드로 전송한다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345180419
부처명 교육과학기술부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 차세대정보·컴퓨팅기술개발
연구과제명 문제 분석을 위한 집단지성 기반 자가 진단 기술
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교
연구기간 2012.07.01 ~ 2013.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

자가 재구성하는 싱크 노드에 있어서,

센서 노드로부터 메시지를 수신하는 싱크수신부;

상기 싱크수신부가 상기 센서 노드로부터 센싱 정보에 대한 메시지를 수신한 경우, 상기 센싱 정보에 기반하여 필요한 정책을 추론하는 정책추론부;

상기 정책에 기반하여 속성값 프로그램 코드를 생성하는 코드생성부; 및

상기 정책의 타겟이 되는 타겟 센서 노드로 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 전송하는 싱크송신부를 포함하되,

상기 싱크송신부는,

상기 전환 요청 메시지에 대한 응답으로서, 상기 수신부가 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 수신한 경우, 상기 속성값 프로그램 코드를 상기 타겟 센서 노드로 전송하는 싱크 노드.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

필요한 정책을 추론하지 못한 경우, 사용자에게 정책을 요구하는 정책 관리부를 더 포함하고,

상기 정책추론부는,

상기 수신부가 상기 사용자로부터 수신한 필요 정책에 기반하여 정책을 추론하고,

상기 정책은 사용자에 의해 추가 또는 삭제될 수 있는 것인 싱크 노드.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 센싱 정보를 온톨로지 형태로 저장하는 저장부를 더 포함하되,

상기 정책추론부는,

상기 저장부에 저장된 온톨로지 형태의 센싱 정보를 이용하여 정책을 추론하는 싱크 노드.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 코드생성부에 의해 생성된 속성값 프로그램 코드가 상기 타겟 센서 노드가 이용하는 환경에 적합한지 검증하는 코드검증부를 더 포함하는 싱크 노드.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 센서 노드는,

상기 싱크 노드로부터 재구성 모드로의 전환 요청 메시지, 또는 속성값 프로그램 코드를 수신하는 센서수신부;

상기 메시지 및 상기 코드의 타겟이 상기 센서 노드인지 판단하는 타겟식별부;

상기 센서 노드의 상태를 제어하는 재구성모드제어부;

수신한 프로그램 코드를 분석하여 상기 센서 노드의 속성값을 변경하는 속성제어부; 및

다른 센서 노드 또는 싱크 노드로 메시지를 전송하는 센서송신부를 포함하되,

상기 센서 노드가 상기 전환 요청 메시지의 타겟인 경우,

상기 재구성모드제어부는,

재구성 모드로 상기 센서 노드의 상태를 전환하고,

상기 센서송신부는,

재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 상기 싱크 노드로 전송하고,

상기 속성제어부는,

상기 코드를 분석하여 상기 센서 노드의 속성값을 변경하는 싱크 노드.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 센서 노드가 상기 전환 요청 메시지의 타겟이 아닌 경우,

상기 센서송신부는,

상기 수신한 전환 요청 메시지 또는 상기 속성값 프로그램 코드를 다른 센서 노드에 전송하는 싱크 노드.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 재구성모드제어부는,

상기 센서 노드가 상기 전환 요청 메시지의 타겟인 경우 상기 센서 노드의 패킷 수집 및 다른 노드와의 통신을 중지하는 싱크 노드.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 센서 노드의 속성값이 저장된 저장부를 더 포함하고,

상기 속성제어부는,

상기 저장부에 저장된 속성값을 변경하는 싱크 노드.

청구항 9

싱크 노드가 자가 재구성하는 방법에 있어서,

센서 노드로부터 센싱 정보를 수집하고, 상기 센싱 정보를 저장하는 단계;

상기 센싱 정보를 이용하여 네트워크 상황을 인지하고, 상황 인지 결과를 기반으로 필요한 정책을 추론하는 단계;

상기 정책에 기반하여 속성값 프로그램 코드를 생성하는 단계;

상기 속성값 프로그램이 생성된 경우, 상기 정책의 타겟이 되는 타겟 센서 노드에 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 전송하는 단계; 및

상기 타겟 센서 노드로부터 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 수신한 경우,

상기 타겟 센서 노드로 속성값 프로그램 코드를 전송하는 단계를 포함하는 자가 재구성 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 필요한 정책을 추론하는 단계는,

상기 필요한 정책을 추론할 수 없는 경우,

사용자에게 정책을 요구하는 단계; 및

상기 사용자로부터 정책을 수신하는 단계를 포함하되,

상기 정책은 사용자에 의해 추가되거나 삭제될 수 있는 것인 자가 재구성 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

일정 시간 동안 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 수신하지 못한 경우,

상기 타겟 센서 노드로 상기 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 재전송하는 단계를 더 포함하는 자가 재구성 방법.

청구항 12

제 9항에 있어서,

상기 센서 노드는,

재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 수신하면,

상기 센서 노드가 상기 메시지의 타겟이 되는 센서 노드인 경우,

상기 센서 노드의 상태를 재구성 모드로 전환하고, 상기 센서 노드의 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 생성하여 싱크 노드에게 전송하고,

상기 싱크 노드로부터 속성값 프로그램 코드를 수신하면,

상기 센서 노드가 상기 코드의 타겟이 되는 센서 노드인 경우,

상기 코드를 분석하여 상기 센서 노드의 속성값을 변경하되,

상기 센서 노드가 상기 메시지 또는 상기 코드의 타겟이 되는 센서 노드가 아닌 경우, 주위 센서 노드에게 상기 전환 요청 메시지 또는 상기 코드를 전달하는 자가 재구성 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 자가 재구성 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 센서 네트워크 환경에서 센서 노드의 수신 정보를 이용하여 상황을 추론하고 미리 정의된 정책에 따라 센서 노드의 속성을 변경하는 자가 재구성 시스템에

관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] WSN(Wireless Sensor Network)은 주변상황을 감지, 계산, 무선 통신이 가능한 센서 노드로 구성된 네트워크이다. WSN은 하나의 네트워크로 연결되어 있는 센서 노드들이 필드의 지리적, 환경적 변화를 감지해 싱크 노드를 이용하여 베이스 스테이션(BS)으로 정보를 전달하여 정보를 수집한다.

[0003] 일반적으로 WSN은 센서 노드를 자연 환경에 무작위로 배치해서 온도, 조도, 습도, 소리, 진동, 압력, 움직임, 오염등과 같은 상태변화를 모니터링 하는데 사용된다. 또한, WSN은 빌딩 임베디드 시스템, 숲, 기계 시스템 등과 같은 기반 시스템에서 센싱 데이터에 대한 정확한 정보나 네트워크를 통제할 수 있는 환경에서 사용된다. 따라서 WSN은 센서 네트워크가 배치된 후 센서 네트워크가 재설정되거나 재구성될 수 있어야 한다.

[0004] 또한, 센서 네트워크는 구축되는 특성상 변화에 적응하기 어렵다. 변화에 적응하기 어렵다는 특성 때문에 일반적인 상황을 고려하여 센서 네트워크가 구성된다. 하지만 센서 네트워크의 설정은 측정되는 센싱 정보에 반응하여 변경이 요구되기도 하고, 네트워크 구성상의 문제로 중간 라우터 노드의 구성을 변경해야 하는 경우도 발생한다.

[0005] 이러한 네트워크의 설정과 중간 라우터 노드 등 네트워크의 구성 요소를 변경하는 것을 "재구성"이라 지칭하는데, 센서 네트워크에서는 재구성의 필요성을 인지하기 위해 지속적인 네트워크에 대한 모니터링이 필요하다.

[0006] 그리고 센서 네트워크는 전체적인 상황을 인지하고 구성 변경 요소에 대하여 예측할 수 있는 기능이 필요하다. 종래의 재구성에 관한 연구는 비용과 유연성 사이에서 트레이드오프(Trade-off) 관계를 가지고 있다고 밝혀왔다. TinyOS는 최대의 유연성을 제공하지만 받아들이기 어려운 비용이 소요된다. SOS같은 시스템은 전체 이미지의 변경을 제공하지만 다른 연구보다 저렴한 변경 비용을 제공한다.

[0007] 한편, 종래에는 CPU, 메모리, 배터리 등과 같은 한정된 자원을 이용하여 센서 네트워크 환경을 재구성 하기 위한 많은 제안이 있어왔다.

[0008] 센서 네트워크에서 재구성에 대한 연구는 네가지 카테고리로 분류할 수 있는데, 그것은 전체 이미지에 대한 변경, 이진 모듈 형태, 스크립트와 질의형태, 및 매개변수이다.

[0009] 먼저, 전체 이미지 변경 방법으로 예를 들어 TinyOS, Deluge가 있는데, 이는 대표적인 전체 이미지 변경 방법으로서, 응용 프로그램의 전체 이미지의 변경을 네트워크 부트로더와 배포 프로토콜을 이용하여 수행한다. 이 방법의 변경 방법은 단일 바이너리 이미지의 큰 이미지를 안정적으로 전송하여야 한다. 이미지 데이터를 전송하는데 소요되는 시간과 비용이 높기 때문에 변경이 자주 발생할 경우에 사용하기 힘들다.

[0010] 이진 모듈 형태 방법으로 예를 들어 런터임 로더와 링커가 있다. 로더는 프로그램 메모리에 바이너리 모듈을 저장하고 이를 실행하기 위한 모듈이다. 링커는 시스템 커널이나 다른 모듈에 의해 만들어진 참조를 해결해야 하는 책임이 있다. 예를 들어 SOS, Contiki는 대표적인 이진 모듈 형태 방법으로 운영 체제 런타임에 모듈 바이너리를 변경할 수 있다. 이러한 이진 모듈 형태 방법은 운영 중에 변경을 지원하여 프로세스의 단절을 막는 장점이 있다. 그러나 시스템이 모듈 단위의 업데이트를 지원해야 가능하다.

[0011] 스크립트, 질의 형태 방법으로 예를 들어 Mate가 있는데, 이는 대표적인 스크립트, 질이 형태 방법으로 자원 제약 센서 장치에 대한 첫 번째 가상 머신을 이용하여 제한된 유연성을 갖고 최소한의 지원을 한다.

[0012] 매개변수 방법으로 예를 들어 SNMS가 있는데, 이는 대표적인 매개변수 방법으로 TinyOS에서 NesC 프로그램 언어를 사용하여 컴포넌트의 파라미터 변경을 위한 프레임워크를 제공한다. 또한, DVM는 이진 모듈방식과 스크립트를 지원하는 멀티레벨 재구성 프레임워크를 제공한다.

[0013] 그러나, 이러한 종래 기술들이 재구성이 필요할 때마다 센서 네트워크 응용 시스템이 센서 네트워크 설정을 변경하는 것은 실제로는 불가능하다. 재구성에 사용되는 비용이 많이 들기 때문이다. 즉, 종래 기술은 센서 네트워크에서 수신된 값을 모니터링하여 적시에 재구성이 필요한 경우마다 센서 노드 이미지를 변경 하는 것은 많은 비용을 요구한다는 문제점이 있어 왔다.

[0014] 이와 관련하여 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0060884 호(발명의 명칭: 무선 센서 네트워크에서 센서 노드를 관리하는 장치 및 방법)에는 클러스터 단위로 센서 노드를 관리하는 장치 및 방법에 대하여 기술하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 센서 네트워크에서, 재구성이 필요함을 인지하기 위해 지속적인 네트워크에 대한 모니터링을 하였던 종래 기술의 한계를 극복하고자 한다.

[0016] 본 발명은 또한 재구성이 필요할 때마다 센서 네트워크 응용 시스템이 센서 네트워크 설정을 변경하는 것이 불가했던 종래 기술을 한계를 극복하고자 한다.

[0017] 본 발명은 또한 센서 네트워크에서 수신된 값을 모니터링하여 적시에 재구성이 필요한 경우마다 센서 노드 이미지를 변경해야 했던 종래 기술의 한계를 극복하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0018] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 제 1 측면에 따른 자가 재구성하는 싱크 노드는, 센서 노드로부터 메시지를 수신하는 싱크수신부; 상기 싱크수신부가 상기 센서 노드로부터 센싱 정보에 대한 메시지를 수신한 경우, 상기 센싱 정보에 기반하여 필요한 정책을 추론하는 정책추론부; 상기 정책에 기반하여 속성값 프로그램 코드를 생성하는 코드생성부; 및 상기 정책의 타겟이 되는 타겟 센서 노드로 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 전송하는 싱크송신부를 포함하되, 상기 싱크송신부는, 상기 전환 요청 메시지에 대한 응답으로서, 상기 수신부가 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 수신한 경우, 상기 속성값 프로그램 코드를 상기 타겟 센서 노드로 전송한다.

[0019] 또한 상술한 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 제 2 측면에 따른 싱크 노드가 자가 재구성하는 방법은, 싱크 노드가 자가 재구성하는 방법에 있어서, 센서 노드로부터 센싱 정보를 수집하고, 상기 센싱 정보를 저장하는 단계; 상기 센싱 정보를 이용하여 네트워크 상황을 인지하고, 상황 인지 결과를 기반으로 필요한 정책을 추론하는 단계; 상기 정책에 기반하여 속성값 프로그램 코드를 생성하는 단계; 상기 속성값 프로그램이 생성된 경우, 상기 정책의 타겟이 되는 타겟 센서 노드에 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 전송하는 단계; 및 상기 타겟 센서 노드로부터 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 수신한 경우, 상기 타겟 센서 노드로 속성값 프로그램 코드를 전송하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0020] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 사용자의 개입이 최소화된 상태에서 센서 네트워크가 센싱 정보와 정책을 이용하여 자가적으로 네트워크를 재구성할 수 있다.

[0021] 또한 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 본 발명은 센서 네트워크에서 재구성에 사용될 속성을 미리 설정한 후, 센싱 데이터와 정책을 참고하여 속성값을 변경한다는 측면에서, 적시에 재구성이 필요한 경우마다 센서 노드 이미지를 변경해야 했던 종래 기술에 비해 비용이 적게 드는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가 재구성 시스템의 전체적인 구조를 도시한다.

도 2는 센서 네트워크의 종류에 따라 속성값을 미리 정의한 예를 도시한다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가 재구성 미들웨어 시스템의 구조를 도시한다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 싱크 노드에서의 자가 재구성 시스템의 프로세스를 도시한다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드에서의 자가 재구성 시스템의 프로세스를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0024] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[0025] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계"는 "~ 를 위한 단계"를 의미하지 않는다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가 재구성 시스템의 전체적인 구조를 도시한다.

[0027] USN(Ubiquitous Sensor Network) 응용 시스템은 하나의 싱크 노드(sink node)와 여러 개의 센서 노드(sensor node)와 액츄에이터(actuator)를 포함한다. 센서 노드는 지정 장소에 배치하여 온도, 조도, 습도, 소리, 진동, 압력, 움직임, 오염 등과 같은 측정 환경의 상태 변화의 모니터링에 이용된다.

[0028] 센서 노드는 측정 데이터를 싱크 노드에 전송한다. 측정 데이터는 온톨로지 형태로 저장되어 상황을 추론하는 용도로 사용된다.

[0029] 싱크 노드는 측정된 데이터를 기반으로 상황을 추론하고, 센서 시스템 관점의 자가 적응 정책과 비교하여 현재 상황에서 적응을 해야 하는 정책을 추론한다. 또한, 싱크 노드는 추론된 정책을 기반으로 변경해야 하는 타겟 노드를 선택하고 재구성한다.

[0030] 본원 명세서 전체에서, 재구성 "속성(Reconfiguration Attributes)"은 센서 노드가 가지고 있는 특징이나 성질을 의미한다. 센서 노드는 역할에 따라 고유한 속성을 갖는데, 그 속성은 네트워크, 스케쥴러, 디바이스 드라이버, 센서 타입, 및 사용자 정의를 포함한다. 상황에 따라 센서 노드는 각기 다른 속성을 가지며 변경이 필요하다.

[0031] 표 1은 추론된 재구성 정책에 따라 변경 가능한 센서 노드의 속성값과 특징을 보여 준다.

표 1

[0032]

속성 분류 (Attribute classification)	특징 (Feature)
네트워크	센서 네트워크와 통신을 수행하기 위해 필요한 속성
	예) NodeID, SensingPeriod, MACAddr, AdjacentActuatorNodeID, AssociationPermiStartNodeID, AssociationPermiEndNodeID, NextHopRoutingFirstNodeID, NextHopRoutingSecondNodeID, RFChannel, ScanChannel, Zigbee RF
스케쥴러	스케쥴러의 종류를 설정하기 위한 속성
	예) Scheduler_Enable
디바이스 드라이버	각 센서 노드의 디바이스 드라이버를 생성하기 위해 필요한 속성
	예) EEPROM_Enable, UART, FlashMemory_Enable, RSSI_Enable
센서 타입	센서의 측정 타입을 결정하기 위한 속성
	예) Sensor_Temperature_Enable, Sensor_Light_Enable, Sensor_Gas_Enable, Sensor_Humidity)Enable

[0033] 도 2는 센서 네트워크의 종류에 따라 속성값을 미리 정의한 예를 도시한다.

[0034] 본 발명인 자가 재구성 시스템은 자가 재구성 미들웨어 시스템을 포함하는데, 본 발명의 일 실시예에 따른 싱크 노드 또는 센서 노드는 미들웨어 시스템으로 구현될 수 있다.

[0035] 이때, 싱크 노드는, 센서 노드들로 부터 측정된 정보를 축적하고 축적된 정보를 온톨로지 형태로 저장한다. 또한, 싱크 노드는 축적된 데이터를 기반으로 상황을 인지하고 재구성 정책을 추론한다. 또한, 싱크 노드는 재구성 정책을 기반으로 타겟 센서 노드를 변경하기 위하여 프로그램 코드를 생성 한다. 프로그램 코드는 타겟 센서 노드의 정보, 재구성할 속성, 및 그 속성값을 포함한다.

[0036] 한편, 센서 노드는, 속성값 프로그램 코드를 수신하고 속성값 프로그램 코드를 판별하고 속성값 프로그램 코드를 갱신한다.

[0037] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자가 재구성 미들웨어 시스템의 구조를 도시한다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 자가 재구성 미들웨어 시스템은 싱크 노드(10) 및 센서 노드(20) 상에 위치할 수 있다. 이러한 미들웨어 시스템에 포함된 싱크 노드(10)는, 싱크수신부(110), 정책추론부(120), 코드생성부(130), 및 싱크송신부(140)를 포함하고, 정책 관리부, 저장부(160), 및 코드검증부(170)를 더 포함할 수 있다.

[0039] 이하, 본 발명인 싱크 노드(10)의 보다 상세한 각 구성요소의 동작 원리와 자가 재구성 과정에 대해 설명하기로 한다.

[0040] 싱크수신부(110)가 센서 노드(30)로부터 센싱 정보에 대한 메시지를 수신한 경우, 이러한 센싱 정보에 기반하여 정책추론부(120)가 현재 상황에 필요한 정책을 추론한다. 정책은 싱크 노드(10)에 기저장된 것일 수 있고, 외부 장치에 의해 추가된 것일 수 있다.

[0041] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 싱크 노드(10)는 저장부(160)를 더 포함할 수 있는데, 저장부(160)는 수집한 센싱 정보를 온톨로지 형태로 저장한다. 이때, 정책추론부(120)는 이러한 온톨로지 형태의 센싱 정보를 이용하여 센서 노드(20)가 자가 적응할 정책을 추론할 수 있다. 싱크 노드(10)는 저장된 온톨로지 정보를 이용하여 상황 인지를 하는데, 상황 인지를 기반으로 정책추론부(120)가 현재 시스템에서 필요한 정책을 추론하기 위함이다.

[0042] 정책추론부(120)가 필요한 정책을 추론하면 추론된 정책에 기반하여 코드생성부(130)는 속성값 프로그램 코드를 생성한다. 속성값은 센서 노드(20,30)가 가지고 있는 특징이나 성질을 의미하고, 상술한 바와 같다. 속성값 프로그램 코드는 이러한 센서 노드(20)의 속성값을 변경시키는 프로그램 코드를 의미한다. 이때, 코드생성부(130)는 타겟 센서 노드(20)의 정보와 속성값을 이용하여 프로그램 코드를 생성한다.

[0043] 그리고, 싱크 노드(10)는 싱크송신부(140)를 통해 정책의 타겟이 되는 타겟 센서 노드(20)의 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 전송한다.

[0044] 다만, 정책추론부(120)가 필요한 정책을 추론하지 못한 경우, 싱크 노드(10)는 사용자에게 정책을 요구할 수 있다. 이때, 싱크수신부(110)는 사용자로부터 필요한 정책을 수신하고, 정책추론부(120)는 수신한 정책에 기반하여 정책을 추론한다. 즉, 정책은 사용자에 의해 추가 또는 삭제될 수 있다. 이때, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 싱크 노드(10)는 정책관리부(150)를 더 포함할 수 있고, 정책관리부(150)는 필요한 정책을 추론하지 못한 경우, 사용자에게 정책을 요구하고 정책을 관리한다.

[0045] 센서 노드(20)가 재구성 전환 모드로 전환하여 전환했음을 알리는 메시지를 다시 싱크 노드(10)로 전송한 경우, 싱크송신부(140)는 코드 생성부에서 생성한 코드를 타겟 센서 노드(20)로 전송한다. 만약 싱크 노드(10)가 일정 시간 동안 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 못 받을 경우 싱크 노드(10)는 타겟 센서 노드(20)에 전환 요청 메시지를 재전송한다. 타겟 노드로부터 재구성 모드 전환 완료 메시지를 받은 경우 싱크송신부(140)는 속성값 프로그램 코드를 송신한다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 싱크 노드(10)는 코드검증부(170)를 더 포함할 수 있는데, 코드검증부(170)는 코드생성부(130)에 의해 생성된 속성값 프로그램 코드가 타겟 센서 노드(20)가 이용하는 환경에 적합한지 검증한다. 정책추론부(120)를 이용하여 생성된 코드가 현재 시스템 환경에서는 적합하지 않을 수 있기 때문이다.

[0047] 한편, 센서 노드(20)의 자가 재구성을 위한 미들웨어 시스템에 포함된 센서 노드(20)는, 센서수신부(210), 타겟식별부(220), 재구성모드제어부(230), 속성제어부(240), 및 센서송신부를 포함한다.

[0048] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 센서 노드(20)는 저장부(260), 및 메시지 분석부를 더 포함할 수 있는데, 저장부(260)에는 센서 노드의 속성값이 데이터베이스로 저장되고, 메시지 분석부는 수신한 패킷의 종류가 재구성 모드로의 전환 요청 메시지인지, 또는 속성값 프로그램 코드인지 분류한다.

[0049] 이하, 본 발명인 센서 노드(20)의 보다 상세한 각 구성요소의 동작 원리와 자가 재구성 과정에 대해 설명하기로 한다.

[0050] 먼저, 센서수신부(210)가 싱크 노드(10)로부터 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 수신하면, 타겟식별부(220)가 전환 요청 메시지의 타겟이 되는 노드가 센서 노드(20)인지 판단한다. 즉, 자기 자신이 타겟 센서 노드인지 판단한다.

[0051] 본 발명의 일 실시예에 다르면, 센서수신부(210)는 다른 센서 노드를 경유하여 싱크 노드(10)의 전환 요청 메시

지를 수신할 수도 있다.

[0052] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 센서 노드(20)는 메시지분석부(270)를 더 포함할 수 있는데, 메시지분석부(270)는 센서 노드(20)에 수신된 메시지의 종류를 판단한다.

[0053] 이때, 메시지분석부(270)는 수신한 메시지를 분석하여 재구성 모드로의 전환을 위한 전환 요청 메시지인지, 또는 속성값 프로그램 코드인지를 판단하고, 관련된 제어부를 호출한다. 센서 노드(20)가 전환 요청 메시지를 수신한 경우, 재구성모드제어부(230)를 호출하고, 속성값 프로그램코드를 수신한 경우 속성제어부(240)를 호출한다.

[0054] 센서 노드(20)가 타겟 센서 노드인 경우, 호출된 재구성모드제어부(230)는 재구성 모드로 센서 노드(20)의 상태를 전환시키고, 센서송신부(250)는 재구성 모드로 전환했음을 알리는 전환 완료 메시지를 전환 요청 메시지를 보낸 싱크 노드(10)로 전송한다. 이때, 재구성모드제어부(230)는, 일 실시예에 따르면, 센서 노드(20)가 다른 노드로부터 패킷을 수집하는 것을 중지시키고, 다른 노드와의 통신을 중지시킨다. 재구성을 위한 준비를 하기 위함이다.

[0055] 싱크 노드(10)가 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를, 센서 노드(20)로부터 수신하여 속성값 프로그램 코드를 다시 센서 노드(20)로 전송하면, 센서 노드(20)의 타겟식별부(220)는 이러한 코드의 타겟이 자기 자신인지 판단한다. 이때, 타겟식별부(220)가 수신한 패킷의 내용을 분석하여 자신이 타겟 센서 노드이면 속성제어부(240)를 호출하여 속성값을 변경하나, 타겟 노드가 아닐 시에는 다른 노드에게 송신하기 위해 센서송신부(250)를 호출한다.

[0056] 본 발명의 일 실시예에 다르면, 싱크 노드(10)는 다른 센서 노드를 경유하여 재구성 모드로의 전환 여부 메시지를 수신할 수 있고, 또한 다른 센서 노드를 경유하여 센서 노드(20)로 속성값 프로그램 코드를 전송할 수 있다.

[0057] 센서 노드(20)가 타겟 센서 노드인 경우, 호출된 속성제어부(240)는, 수신한 속성값 프로그램 코드를 분석하여, 센서 노드(20)의 속성값을 변경시킴으로서, 센서 노드(20)의 구성 상태를 변경시킨다.

[0058] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 센서 노드(20)는 센서 노드(20)의 속성값이 저장된 저장부(260)를 더 포함할 수 있는데, 이때 속성제어부(240)는 수신한 속성값 프로그램 코드를 분석하여, 저장부(260)에 저장된 센서 노드(20)의 속성값을 변경시킨다. 타겟식별부(220)가 수신한 패킷의 내용을 분석하여 자신이 타겟 노드이면 속성제어부(240)를 호출하여 속성값을 변경하나 타겟 노드가 아닐 시에는 다른 노드에게 송신하기 위해 센서송신부(250)를 호출한다.

[0059] 속성제어부(240)는 센서 노드(20)의 속성값이 저장된 저장부(260)를 제어한다. 이때, 속성제어부(240)는 변경하려는 속성값이 유효한지 판단하여 속성값을 변경한다. 속성값을 변경하는 프로세스에 대해서는 표 2와 관련하여 후술하기로 한다.

[0060] 센서 노드(20)가 전환 요청 메시지 또는 속성값 프로그램 코드의 타겟 센서 노드가 아닌 경우, 타겟식별부(220)는 센서송신부(250)를 호출하고, 호출된 센서송신부(250)는 수신한 전환 요청 메시지 또는 속성값 프로그램 코드를 주위의 다른 센서 노드에 브로드캐스트 형식으로 전송한다.

[0061] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 싱크 노드에서의 자가 재구성 시스템의 프로세스를 도시한다.

[0062] 먼저, 싱크 노드는, 센서 노드로부터 센싱 정보를 수집하고(S1110), 일 실시예에 따르면 온톨로지 형태로 정보를 저장한다.

[0063] 이어서, 싱크 노드는 저장된 정보(예를 들어 온톨로지 형태로 저장된 정보)를 이용하여 네트워크 상황을 인지하고(S1115), 상황 인지 결과를 기반으로 필요한 정책을 추론한다(S1120). 이때, 관련된 정책을 추론할 수 없는 경우, 사용자에게 새로운 정책을 요청할 수 있다(S1125).

[0064] 이어서, 싱크 노드는 추론된 정책에 기반하여 속성값 프로그램 코드를 생성한다(S1130). 속성값 프로그램이 생성된 경우, 싱크 노드는 추론된 정책의 타겟이 되는 타겟 센서 노드에 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 전송한다(S1140). 이때, 본 발명의 일 실시예에 따르면 프로그램 코드를 생성하고 난 다음, 생성된 코드가 센서 노드를 이용하는 환경에 적합한지 검증하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0065] 싱크 노드는 타겟 센서 노드로부터 재구성 모드로의 전환 여부 메시지를 수신할 때까지 대기하다가, 타겟 센서 노드로부터 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 수신한 경우(S1150), 생성한 속성값 프로그램 코드를 타겟 센

서 노드로 전송하고(S1160), 타겟 센서 노드의 재구성을 완료한다(S1170). 그러나, 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 일정시간 동안 수신하지 못한 경우 타겟 센서 노드로 전환 요청 메시지를 재전송한다.

[0066] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서 노드에서의 자가 재구성 시스템의 프로세스를 도시한다.

[0067] 먼저, 센서 노드는 싱크 노드로부터 재구성 모드로의 전환 요청 메시지를 수신한다(S1210). 센서 노드 자신이 전환 요청 메시지의 타겟이 되는 센서 노드인지 판단한 후(S1220), 타겟이 되는 센서 노드면 자신의 상태를 재구성 모드로 전환하고(S1230), 센서 노드의 재구성 모드로의 전환 완료 메시지를 생성하여 싱크 노드에게 전송한다(S1240). 본 발명의 일 실시예에 따르면센서 노드가 재구성 모드로 전환하지 못한 경우에도 재구성 모드로의 전환 여부 메시지를 생성하여 싱크 노드에게 전송할 수 있다(S1245).

[0068] 센서 노드가 싱크 노드로부터 속성값 프로그램 코드를 수신하면(S1250), 센서 노드가 코드의 타겟이 되는 센서 노드인지 판단한다. 타겟이 되는 센서 노드면 코드를 분석하여 센서 노드의 속성값을 변경한다(S1260). 속성값을 변경함으로써, 센서 노드는 자가 재구성을 실행한다. 그리고, 재구성 성공 여부에 대해 싱크 노드로 전송한다(S1270).

[0069] 본 발명의 일 실시예에 다르면, 센서 노드는 다른 센서 노드를 경유하여 싱크 노드로부터 전환 요청 메시지 또는 속성값 프로그램 코드를 수신할 수 있고, 또한 다른 센서 노드를 경유하여 재구성 모드로의 전환 여부 메시지 또는 재구성 성공 여부 메시지를 싱크 노드로 전송할 수도 있다.

[0070] 다만, 센서 노드가 전환 요청 메시지 또는 속성값 프로그램 코드의 타겟이 되는 센서 노드가 아닌 경우, 싱크 노드는 자기 주위의 다른 센서 노드에게 전환 요청 메시지 또는 속성값 프로그램 코드를 전달한다(S1225).

[0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 자가 재구성 방법의 효과성을 입증하기 위하여, 관련 연구로 조사한 세 개의 기존 방법(Balani. Et al., Deluge, Contiki) 을 이용한 시스템과 본 발명을 비용, 변경 단위, 자가 적응 여부에 대하여 정성평가 하였다.

[0072] 표 2는 정성평가의 세가지 평가 요소에 따른 세 개의 기존 방법 및 본 발명의 특징을 조사한 결과이다. 이때, 세가지 평가 요소는 자가 재구성을 결정하는 데 영향을 끼치는 요소이다.

표 2

[0073]

시스템	비용	변경 단위	자가 적응
본 발명	낮음	속성	가능
Balani	중간	스크립트/모듈	불가능
Deluge	높음	이미지	불가능
Contiki	중간	모듈	불가능

[0074] 표 2에서 비용은 재구성 하기 위하여 사용되는 소요되는 자원을 의미한다. 또한, 변경 단위는 각 시스템이 사용하는 변경 단위를 의미한다. 또한, 자가 적응은 시스템 스스로 환경변화를 감지하고 적응할 수 있는 능력을 의미한다.

[0075] 평가 결과, 비용 측면에서 본 발명은 재구성을 위하여 변경 단위를 속성 단위로 재구성 하여 다른 시스템 보다 소모 비용이 낮았다. 변경 단위 측면에서 본 발명은 변경할 속성값을 정의하고 속성값 만을 재구성 하였다. 마지막으로 본 발명은 다른 기존의 방법들과 달리 자가 적응을 위하여 사용자의 개입 없이 환경 변화에 따라 재구성이 가능하였다.

[0076] 따라서 본 발명은 정책에 기반하여 속성값을 이용한 자가 재구성 싱크 노드(예를 들어 미들웨어) 및 자가 재구성 방법을 제안하는데, 싱크 노드는 자가 재구성을 위한 센서 노드의 속성을 정의하고, 자가 재구성하는 센서 노드의 구조와 프로세스를 제시한다. 이러한 노드 및 방법을 이용하면, 사용자의 개입 없이 수신된 정보를 기반으로 정책을 선택하고, 자가 재구성 시스템을 이용할 수 있다.

[0077] 본 발명은, 센서 네트워크에서 사용자의 개입이 최소화된 상태에서 센서 네트워크가 센싱 정보와 정책을 이용할 수 있는 자가 재구성 미들웨어 시스템을 포함한다. 또한 본 발명은, 센서 네트워크에서 재구성에 사용될 속성을 미리 설정한 후, 센싱 데이터와 정책을 참고하여 속성값을 변경한다. 재구성에 대한 판단은 싱크 노드에서 한다. 싱크 노드는 데이터를 수신하는 역할을 하기 때문에 재구성에 대한 프로세스를 담당한다. 미들웨어 시스템은 싱크 노드 또는 센서 노드에 위치할 수 있으며, 싱크 노드는 센싱 데이터와 정책을 기반으로 변경에 대

한 판단을 하고, 타겟 센서 노드에 대한 프로그램 코드를 생성하여 송신하는 역할을 한다. 센서 노드는 프로그램 코드를 분석하여 시스템에 적용한다.

[0078] 참고로, 본 발명의 실시예에 따른 도 3에 도시된 구성 요소들은 소프트웨어 또는 FPGA(Field Programmable Gate Array) 또는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)와 같은 하드웨어 구성 요소를 의미하며, 소정의 역할들을 수행한다.

[0079] 그렇지만 '구성 요소들'은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니며, 각 구성 요소는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.

[0080] 따라서, 일 예로서 구성 요소는 소프트웨어 구성 요소들, 객체지향 소프트웨어 구성 요소들, 클래스 구성 요소들 및 태스크 구성 요소들과 같은 구성 요소들과 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.

[0081] 구성 요소들과 해당 구성 요소들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성 요소들로 결합되거나 추가적인 구성 요소들로 더 분리될 수 있다.

[0082] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독 가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독 가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

[0083] 또한, 도 3에서 상술한 각각의 저장부는 캐쉬, ROM(Read Only Memory), PROM(Programmable ROM), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 및 플래쉬 메모리(Flash memory)와 같은 비휘발성 메모리 소자 또는 RAM(Random Access Memory)과 같은 휘발성 메모리 소자 또는 하드디스크 드라이브(HDD, Hard Disk Drive), CD-ROM과 같은 저장 매체 중 적어도 하나로 구현될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다.

[0084] 상술한 본 발명은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현되는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체로는 컴퓨터 시스템에 의하여 해독될 수 있는 데이터가 저장된 모든 종류의 기록 매체를 포함한다. 예를 들어, ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), 자기 테이프, 자기 디스크, 플래시 메모리, 광 데이터 저장장치 등이 있을 수 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 통신망으로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 읽을 수 있는 코드로서 저장되고 실행될 수 있다.

[0085] 본 발명은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수 있다.

[0086] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0087] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0088] 10: 싱크 노드 20, 30: 센서 노드

110: 싱크수신부 120: 정책추론부

130: 코드생성부 140: 싱크송신부

150: 정책관리부 160: 저장부

170: 코드검증부 210: 센서수신부

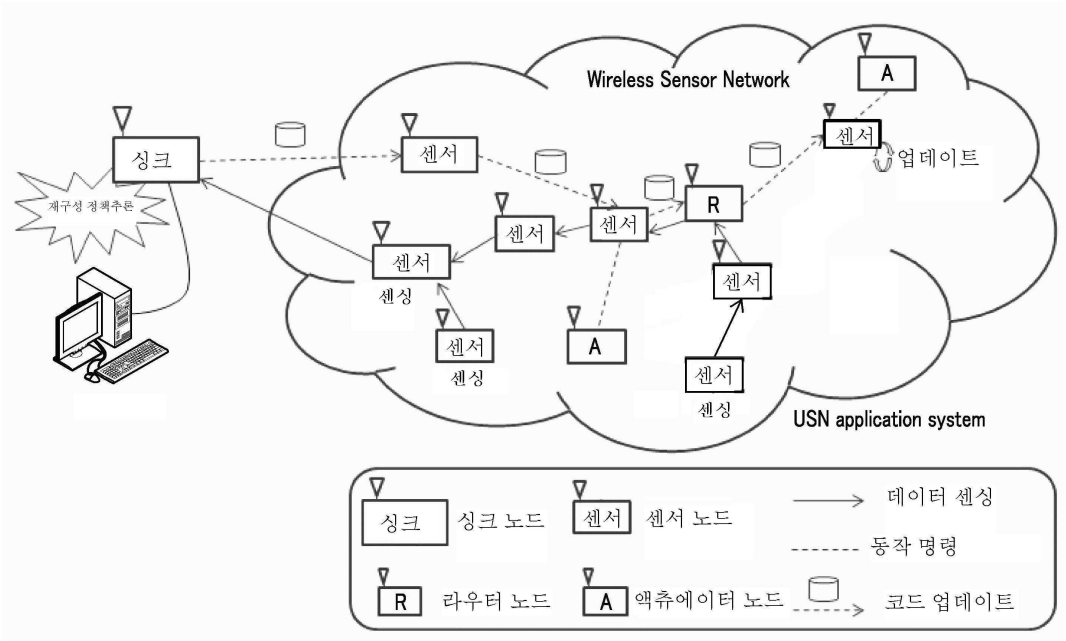
220: 타겟식별부 230: 재구성모드제어부

240: 속성제어부 250: 센서송신부

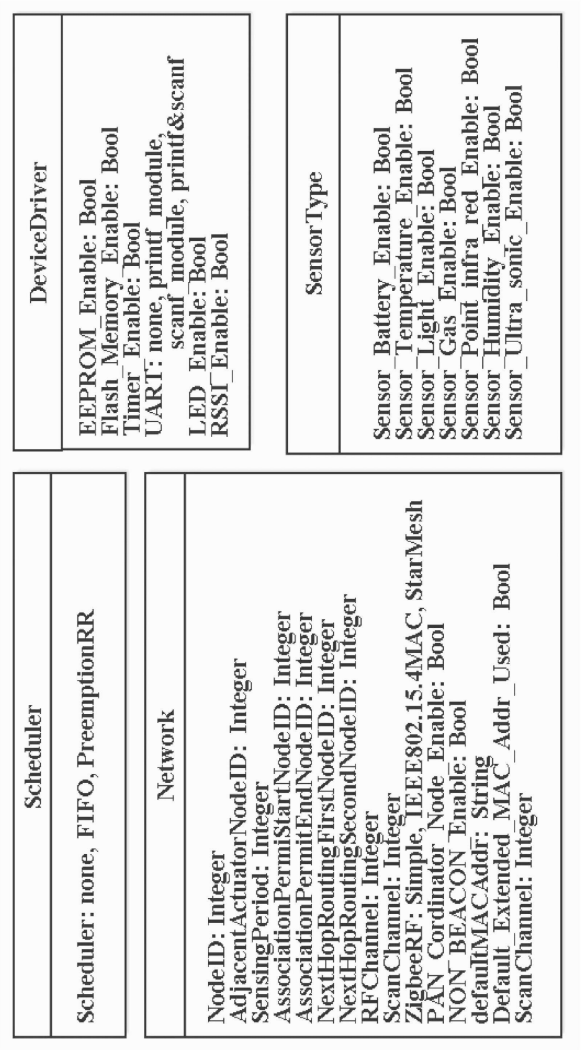
260: 저장부 270: 메시지분석부

도면

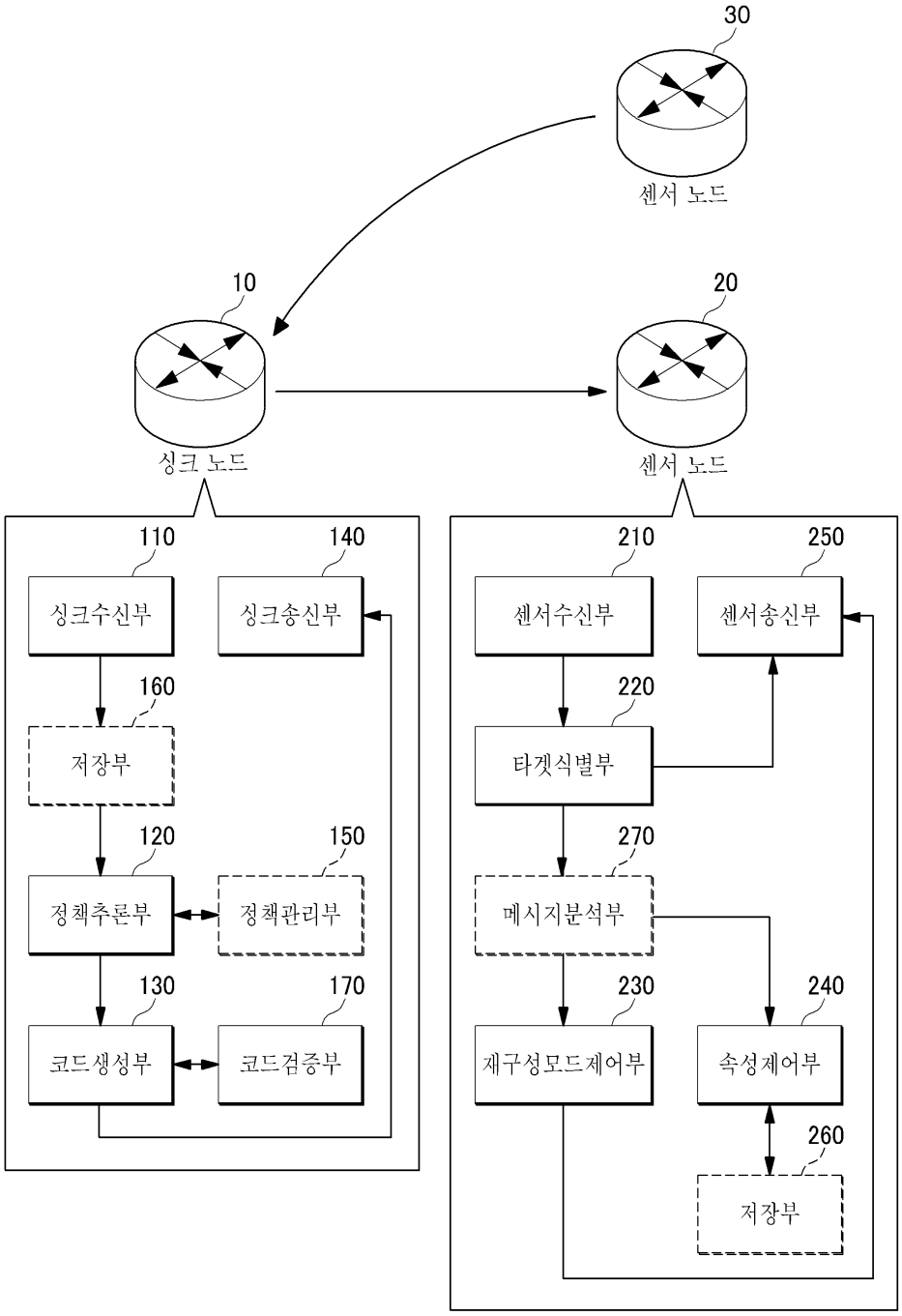
도면1



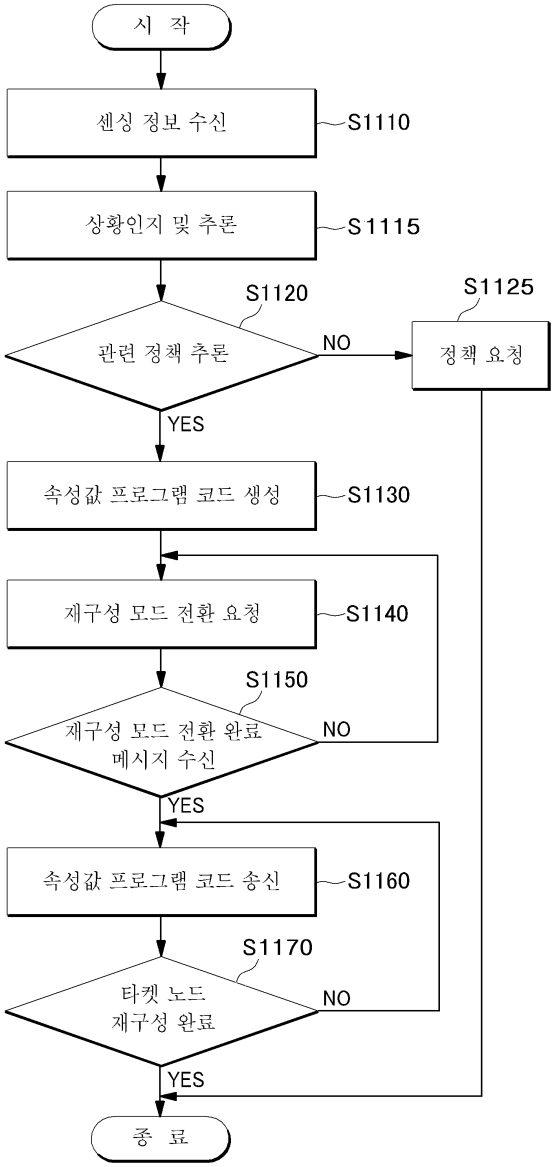
도면2


DeviceDriver
EEPROM_Enable: Bool
Flash_Memory_Enable: Bool
Timer_Enable: Bool
UART: none, printf_module, scanf_module, printf&scanf
LED_Enable: Bool
RSSI_Enable: Bool
SensorType
Sensor_Battery_Enable: Bool
Sensor_Temperature_Enable: Bool
Sensor_Light_Enable: Bool
Sensor_Gas_Enable: Bool
Sensor_Point_infra_red_Enable: Bool
Sensor_Humidity_Enable: Bool
Sensor_Ultra_sonic_Enable: Bool
Scheduler
Scheduler: none, FIFO, PreemptionRR
Network
NodeID: Integer
AdjacentActuatorNodeID: Integer
SensingPeriod: Integer
AssociationPermitStartNodeID: Integer
AssociationPermitEndNodeID: Integer
NextHopRoutingFirstNodeID: Integer
NextHopRoutingSecondNodeID: Integer
RFChannel: Integer
ScanChannel: Integer
ZigbeeRF: Simple, IEEE802.15.4MAC, StarMesh
PAN_Cordinator_Node_Enable: Bool
NON_BEACON_Enable: Bool
defaultMACAddr: String
Default_Extended_MAC_Addr_Used: Bool
ScanChannel: Integer

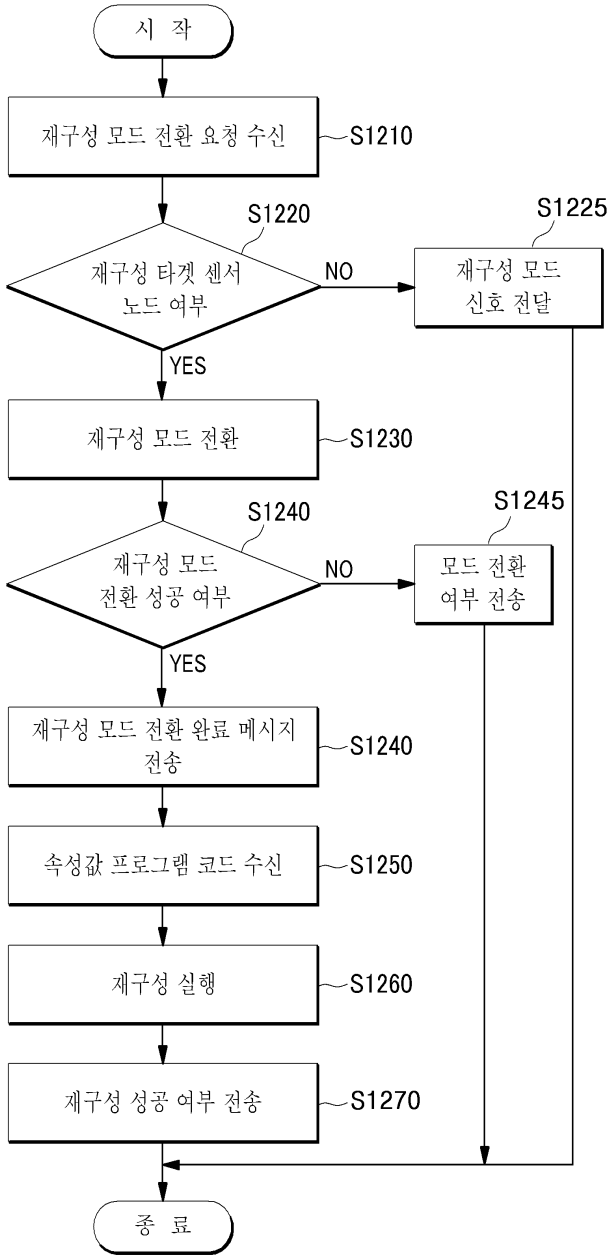
도면3


30
센서 노드
10
싱크 노드
20
센서 노드
110
싱크수신부
140
싱크송신부
160
저장부
120
정책추론부
150
정책관리부
130
코드생성부
170
코드검증부
210
센서수신부
250
센서송신부
220
타겟식별부
270
메시지분석부
230
재구성모드제어부
240
속성제어부
260
저장부

도면4


시 작
센싱 정보 수신
S1110
상황인지 및 추론
S1115
S1120
관련 정책 추론
NO
S1125
정책 요청
YES
속성값 프로그램 코드 생성
S1130
재구성 모드 전환 요청
S1140
S1150
재구성 모드 전환 완료
메시지 수신
NO
YES
속성값 프로그램 코드 송신
S1160
S1170
타켓 노드
재구성 완료
NO
YES
종 료

도면5


시 작
재구성 모드 전환 요청 수신
S1210
S1220
재구성 타겟 센서 노드 여부
NO
S1225
재구성 모드 신호 전달
YES
재구성 모드 전환
S1230
S1240
재구성 모드 전환 성공 여부
NO
S1245
모드 전환 여부 전송
YES
재구성 모드 전환 완료 메시지 전송
S1240
속성값 프로그램 코드 수신
S1250
재구성 실행
S1260
재구성 성공 여부 전송
S1270
종 료