

이기종 센서 네트워크간의 연동을 위한 센서 네트워크 구조

한국전자통신연구원 | 유 상근
 서울시립대학교 | 안 상현*
 수원대학교 | 임 유진**
 한국전자통신연구원 | 김 용운

1. 서론

센서 네트워크는 초소형 센서들로 구성된 적응형 망으로, 군사 지역의 감시와 보안, 생태 환경의 관찰, 수송, 농업, 제조 공업, 재고 조사 그리고 건강관리 등과 같은 전문적이고 다양한 분야뿐만 아니라 미래의 유비쿼터스 컴퓨팅, 차세대 이동통신, 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transportation System) 및 홈 네트워크 등의 구축에 필수적인 기반 기술이다. 지금까지의 센서 네트워크 연구는 에너지를 최대한 절약하는 MAC 프로토콜(S-MAC, T-MAC 등), 노드 배치 밀도가 높은 센서 네트워크의 특성을 이용한 적응적 네트워크 토폴로지 제어(ASCENT, STEM, SPAN, GAF), 에너지를 효율적으로 사용하여 전체 센서 네트워크의 수명을 연장시키는 클러스터링 문제(LEACH, HEED), 에너지 효율성을 고려한 데이터 중심적인 라우팅(Directed Diffusion)/위치기반 라우팅(GPSR, GEAR) 프로토콜, 센서 노드끼리의 협력을 통한 데이터 응집(aggregation) 및 확산(dissemination) 프로토콜 등에 대해서 다루었다. 최근에는 대규모 센서 네트워크에 대한 연구와 초소형 센서 노드의 제약 및 특성을 고려한 문제 해결 방안, 전송계층 효율성 증대 방안 등으로 연구 범위가 확대되고 있다.

센서 네트워크는 최말단의 독립망으로서 보다는 IPv4 혹은 IPv6 기반의 유무선 LAN/MAN 등과 연결되어 동작하게 될 가능성이 높다. 센서 네트워크를 IP 기반 외부 망과 연동하기 위한 다양한 종류의 연동 방식에 대한 연구가 진행되고 있으며, 본 기고에서는 게이트웨이를 이용한 센서 네트워크와 IP 기반 망과의 연동에 대해서 다룬다. 특히 ZigBee, 6LowPAN, TinyOS와 같은 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크들을 IP

기반의 외부 망과 연동하기 위한 네트워크 구조 및 게이트웨이의 기능 구조에 대해서 설명한다.

2. 센서 네트워크 연동을 위한 구조

센서 네트워크를 구성하는 요소들로는 센서 노드, 싱크 노드, 게이트웨이가 있으며, 확장성(scalability)을 위해 싱크 노드로부터 멀리 떨어져 있는 센서 노드가 큰 전력 손실 없이 싱크 노드와 통신할 수 있도록 중계 기능을 수행해주는 릴레이 노드(relay node)를 사용하는 연구도 다수 수행되었다[1]. 센서 노드는 해당 지역의 환경 등 요구된 센싱 데이터를 수집해서 싱크 노드에게 전달해주는 역할을 수행하며, IEEE 802.15.4, UWB, RF 등과 같은 다양한 종류의 PHY/MAC 계층 프로토콜을 사용할 수 있다. 센서 네트워크의 네트워크 프로토콜로는 ZigBee와 6LoWPAN 등이 제안되었으며, TinyOS를 기반으로 한 센서간 통신 방식도 제안되었다[2]. 센서 노드는 컴퓨팅 파워에 따라 이들 중 하나의 프로토콜을 구동하거나 듀얼 스택을 탑재하여 상이한 네트워크 프로토콜들을 연동시킬 수 있다. 싱크 노드는 센서 노드들에게 센싱 작업을 요구하거나 센서 노드들로부터의 센싱 데이터를 취합해서 처리하는 역할을 수행한다. 싱크 노드는 컴퓨팅, 통신, 배터리 파워 측면에서 센서 노드보다 덜 제약되어 있으며, 외부 망과의 연동을 위해 게이트웨이와의 통신 기능이 싱크 노드에 탑재되어 있거나 또는 싱크 노드 자체가 게이트웨이 기능을 수행할 수도 있다. 게이트웨이는 센서 네트워크를 외부 망과 연동해주는 역할을 수행하며, 싱크 노드에 게이트웨이 기능이 포함되어 있을 수도 있고 또는 별도의 게이트웨이 장비가 존재할 수도 있다. 싱크 노드와 게이트웨이가 별도로 존재하는 경우, 싱크 노드와 게이트웨이 간 통신은 1-홉으로 직접 될 수도 있고 또는 다른 싱크 노드들을 통해서 멀티홉으로 이루어질 수도 있다.

* 종신회원

** 정회원

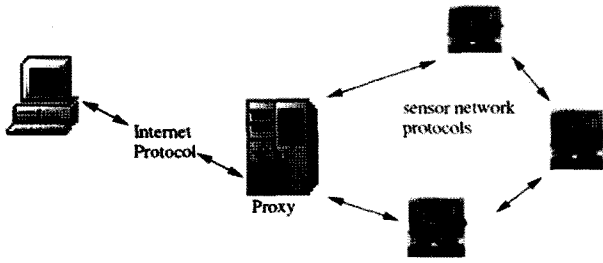


그림 1 프록시 기반 연동 방식

2.1 개요

최근 수년에 걸쳐 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망을 연동시키기 위한 방안에 대한 연구가 진행되고 있으며[3-9], 이들은 프록시(proxy) 기반 연동 방식[5], DTN(Delay Tolerant Network) 기반 연동 방식[6], TCP/IP 기반 연동 방식으로 분류될 수 있다[3]. 본 기고에서는 이들 방식 중 프록시 기반 연동 방식에 해당하는 게이트웨이를 사용한 연동 방안에 대해서 설명한다. IP기반 외부 망과 연동되는 센서 네트워크의 PHY/MAC 계층 프로토콜을 IEEE 802.15.4로 한정한다.

2.2 관련 연구

[3]에서는 센서 네트워크와 IP(IPv4 또는 IPv6) 기반 망을 연동시키기 위한 방안을 크게 프록시 기반 연동 방식, DTN 기반 연동 방식, TCP/IP 기반 연동 방식으로 분류했다.

프록시 기반 연동 방식은 센서망과 IP 기반 망 사이에 프로토콜 변환 기능을 수행하는 프록시 서버(또는 게이트웨이)를 위치시키는 방식으로 가장 단순하고 실질적인 방식이다(그림 1).

프록시 서버는 릴레이(relay)나 프론트-엔드(front-end) 형태로 동작할 수 있다. 릴레이 형식으로 동작하는 경우, IP 기반 망 상의 사용자로부터 관심이 있는 데이터에 대한 정보를 수신하여 기록한 후 센서 네트워크로부터 수신한 데이터를 해당 사용자에게 그대로 전달한다. 반면 프론트-엔드 형식으로 동작하는 경우에는 프록시 서버가 센서 네트워크의 프론트-엔드로서의 역할을 수행해서 센서들로부터 데이터를 수집하고 이 데이터를 자신의 데이터베이스에 저장한

다. 이 경우 IP 기반 망의 사용자는 프록시 서버에게 필요한 데이터를 SQL 질의나 웹 기반 인터페이스를 통해 요청한다. 프록시 기반 연동 방식의 장점은 프록시 서버가 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망을 구분시켜줌으로써 센서 네트워크에 적합한 별도의 통신 프로토콜을 사용할 수 있도록 해준다는 것과 사용자나 데이터 인증 등과 같은 보안 기능을 프록시 서버에서 제공해줄 수 있다는 것이다. 한편 프록시 서버를 사용하는 방법에서는 프록시 서버에 문제가 발생하는 경우 두 망이 전혀 연동되지 않는 문제점과 프록시 서버로 트래픽이 집중되는 문제점이 있을 수 있다. 이들 문제점은 센서 네트워크와 IP 기반 망 사이에 여러 개의 프록시 서버를 사용함으로써 해결될 수 있다. 즉, 한 프록시 서버가 고장나는 경우 다른 프록시 서버가 그 기능을 대체함으로써 프록시 고장 문제를 해결할 수 있으며, 여러 개의 프록시 서버로 트래픽을 분산시킴으로써 한 프록시 서버로 트래픽이 집중되는 문제를 해결할 수 있다. 그러나 여러 개의 프록시 서버를 사용하게 되면 프록시 서버들 간의 정보 공유 및 프록시 서버 발견/선택 등에 따른 복잡성이 초래될 수 있다. 프록시 서버를 사용하는 방식의 또 다른 문제점은 새로운 센서 네트워크 응용이나 망 기술이 개발될 경우 기존 프록시 서버를 변경하지 않고는 새로운 센서 네트워크 응용이나 망 기술을 IP 기반 외부 망과 연동시킬 수 없다는 것이다.

DTN은 저장 후 전달(store-and-forward) 메시지 교환 방식을 기반으로 하는 오버레이 구조를 사용해서 번들(bundle)이라 불리는 메시지를 전달해주며, 번들에는 사용자 데이터와 관련 메타 데이터가 포함된다. 번들 전달을 위해 번들 계층(bundle layer)을 새로 정의했으며, 번들 계층은 트랜스포트 계층 위에 존재한다. 번들 계층은 가용한 링크가 없을 경우 번들을 저장해두고, 필요 시 번들을 프래그먼트들로 분할하며, 종단간 신뢰성 기능을 선택적으로 제공해준다(그림 2).

DTN 기반 연동 방식은 센서 네트워크들이 쉽게 분할되거나 종단간 통신 경로가 존재하지 않을 때 센서 네트워크를 하나 이상의 DTN 영역으로 매핑시키

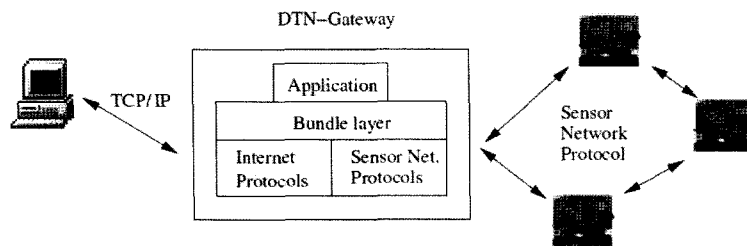


그림 2 DTN 기반 연동 방식

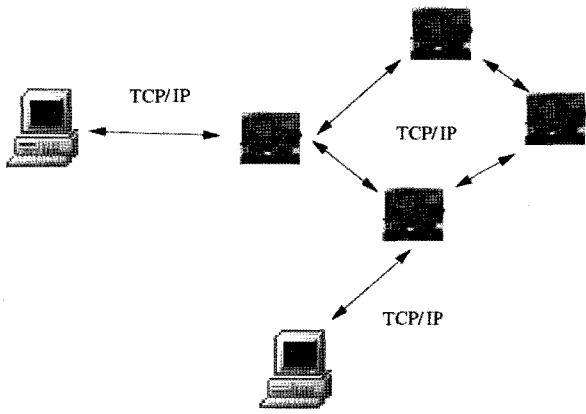


그림 3 TCP/IP 기반 연동 방식

고 IP 기반 외부 망을 또 다른 DTN 영역으로 매핑시킨 후 센서 네트워크쪽 DTN 영역과 IP 기반 외부 망쪽 DTN 영역 사이에 DTN 게이트웨이를 위치시킴으로써 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망을 연동해주는 방식이다. DTN 게이트웨이는 릴레이 프록시와 거의 유사한 역할을 하며, 릴레이 프록시 기반의 연동 구조는 DTN 게이트웨이를 IP 기반 외부 망과 센서 네트워크 사이에만 위치시키는 DTN 구조의 한 특수한 경우라고 할 수 있다. 센서 네트워크를 여러 개의 구역으로 나누고 이들 간에 DTN 게이트웨이를 위치시킴으로써 센서들 간 통신이 빈번하게 단절되는 경우에 대비할 수도 있으며, 따라서 DTN 기반 연동 방식이 프록시 기반 연동 방식보다 일반적이라고 할 수 있다. DTN 기반 연동 방식은 프록시 기반 연동 방식에 비해 다양한 종류의 응용을 사용할 수 있도록 해주며 확장성이 더 좋다.

TCP/IP 기반 연동 방식은 TCP/IP를 센서 네트워크 노드들에 탑재함으로써 게이트웨이와 같은 별도의 연동 장치를 필요로 하지 않는 방식이다(그림 3). 그러나 이 방식은 자원 제약적인 센서 노드에 TCP/IP를 탑재해야 한다는 것과, 센서 네트워크 응용에 적합하지 않다는 것 등의 여러 가지 이유로 인해 실현 가능성이 매우 낮다. 6LowPAN이 TCP/IP 기반 망과의 호환을 위해 제안되기는 했으나, 앞서 언급한 이유들로 인해 IPv6 프로토콜에서 사용하는 헤더 압축과는 다른 형태의 헤더 압축을 사용하고 센서 네트워크 응용에 적합한 주소 체계, 라우팅 방식을 사용하는 것을 고려하고 있다. 이런 측면에서 봤을 때, 6LowPAN은 완벽한 의미에서의 TCP/IP 기반 연동 방식이라고 볼 수 없다.

한편 [4]에서는 센서 네트워크와 IP 기반 망 간의 연동 방식을 게이트웨이 기반 연동 방식과 오버레이 기반 연동 방식으로 분류했으며, 게이트웨이 기반 연

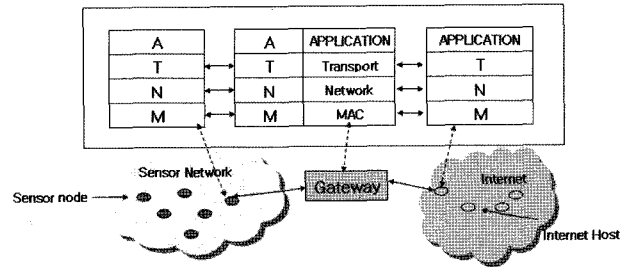


그림 4 응용 계층 게이트웨이 기반 연동 방식

동 방식을 다시 응용 계층 게이트웨이를 사용하는 방식과 DTN 게이트웨이를 사용하는 방식으로 분류했다. 응용 계층 게이트웨이 기반 연동 방식은 [3]의 프록시 기반 연동 방식에 준하는 방식으로, 특정 응용에 대한 변환 기능을 게이트웨이 응용 계층에 탑재함으로써 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망을 연동해준다(그림 4).

DTN 게이트웨이 기반 연동 방식은 [3]의 DTN 기반 연동 방식과 동일한 방식이다(그림 5). 그러나 DTN 기반 연동 방식의 경우 여러 개의 DTN 게이트웨이 간에 오버레이 구조를 형성할 수 있기 때문에 오버레이 기반 연동 방식으로도 분류될 수 있다.

한편 오버레이 기반 연동 방식은 센서 네트워크 상에 IP 오버레이 네트워크를 구축하는 방식[7]과 인터넷 상에 오버레이 USN을 구축하는 방식[8]으로 다시 구분된다. [3]의 TCP/IP 기반 연동 방식은 센서 네트워크 상에 IP 오버레이 네트워크를 구축하는 방식에 해당한다.

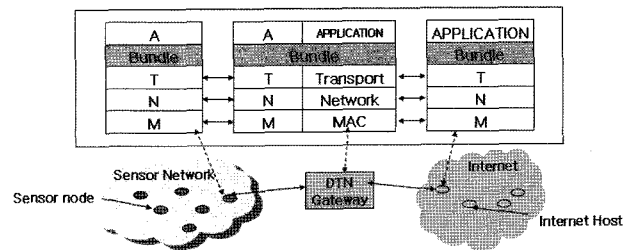


그림 5 DTN 기반 연동 방식

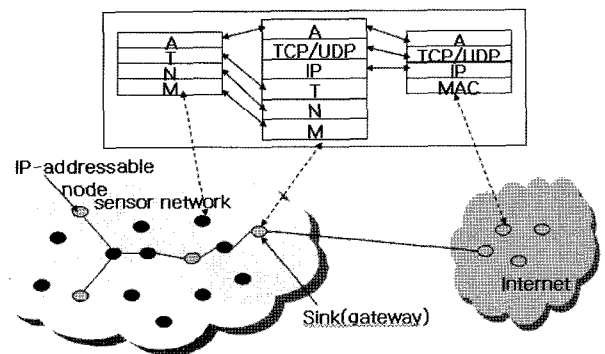


그림 6 센서 네트워크 상의 IP 오버레이 기반 연동 방식

센서 노드에 IP 주소를 할당하는 것과 IP의 주소 중심적(address-centric) 라우팅 및 센서 네트워크의 데이터 중심적(data-centric) 라우팅 방식 간의 차이 문제를 해결하기 위해 클러스터 헤드들을 선별하고 이들 간에 터널을 구축해서 IP 기반 오버레이 방식으로 동작하는 방법이 [9]에서 제안되었으나, 클러스터 헤드를 제외한 나머지 센서 노드들은 IP 기반으로 동작하지 않기 때문에 클러스터 헤드가 결국은 게이트웨이 역할을 해야 한다(그림 6). 따라서 [3]의 TCP/IP 기반 연동 방식과 같은 엄밀한 의미에서의 오버레이 방식이라고 할 수 없다. 인터넷 상에 오버레이 센서 네트워크를 구축하는 방법은 응용 계층에 데이터 중심적 라우팅 프로토콜이 구현된 인터넷 노드들과 게이트웨이(이들을 가상 노드(virtual node)라고 한다)들로 오버레이 네트워크를 구성하는 방법이다(그림 7).

즉, 센서 네트워크로부터의 데이터를 수신한 게이트웨이는 이 데이터를 TCP/IP 패킷에 캡슐화(encapsulate)해서 목적지 IP 호스트로 보낸다. 이 방식 역시 센서 네트워크 노드들과 인터넷 가상 노드 사이에 게이트웨이를 사용하기 때문에 엄밀한 의미에서의 오버레이 방식이라고 분류하기는 어렵다. 따라서 [3]의 분류 방식이 [4]의 분류 방식보다 정확하다고 판단된다.

[4]에서는 연동 방식의 분류 이외에도 추가적으로 EIA(Extensible Interworking Architecture)라는 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망 간의 연동 구조를 정의했다. EIA는 인터넷 상에 오버레이 게이트웨이 노드(Overlay Gateway Node; OGN)와 가상 센서 노드(Virtual Sensor Node; VSN)들로 구성된 센서 네트워크 오버레이 네트워크를 구축하는 연동 방식을 채택하며, EIA 프로토콜 스택은 EQL(EIA Query Layer), EML(EIA Management Layer), ETL(EIA Tunneling Layer)의 세 계층을 정의하고 있다(그림 8).

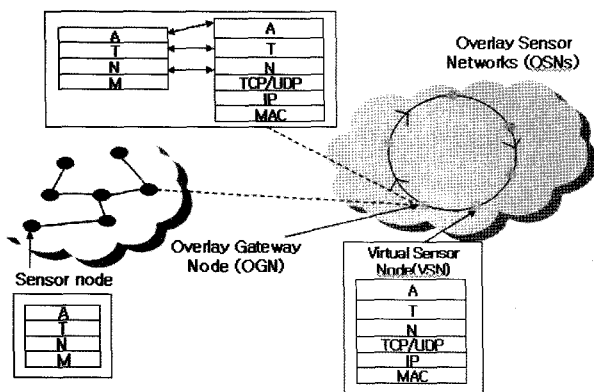


그림 7 IP상의 센서 네트워크 오버레이 기반 연동 방식

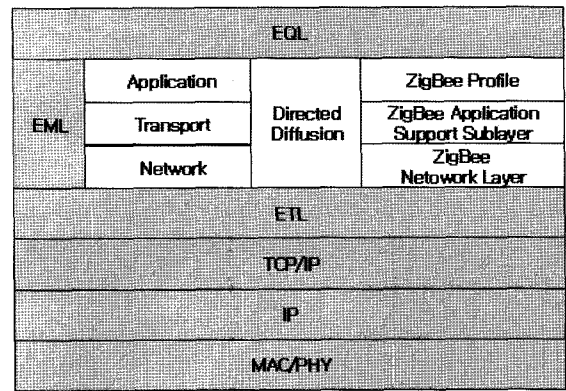


그림 8 EIA 프로토콜 구조

EQL은 SQL과 유사한 공통의 질의어를 처리하는 계층이며, EML은 공통의 질의어를 특정 USN에 해당하는 질의어로 변환해주는 계층이고, ETL은 변환된 질의어에 추가 헤더를 덧붙여 OGN들과 VSN들을 통해 분산 캐싱(distributed caching) 알고리즘을 사용해서 질의 전달을 해주는 계층이다. 그러나 이 방법의 경우 오버레이 네트워크 상의 모든 노드들, 즉, OGN들과 VGN들, 상에 EIA 프로토콜 스택을 탑재해야 하고, 새로운 센서 네트워크 구조가 정의되면 이 구조에 해당하는 프로토콜 스택을 모든 오버레이 네트워크 노드들에 탑재해주어야 하는 확장성 문제가 있다. 따라서 이와 같은 오버레이 방식보다는 변화가 있는 부분을 게이트웨이에만 반영해주면 되는 순수한 게이트웨이 기반 또는 프록시 기반의 연동 방식이 보다 현실적인 해결 방안이라고 할 수 있다.

2.3 게이트웨이를 사용한 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망 연동 구조

IEEE 802.15.4를 기반으로 하는 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망과의 연동을 위한 싱크 노드와 게이트웨이 간 통신 구조는 그 지원 방법에 따라 IC(IP-based External Network Connectivity) Type 1과 2로 분류할 수 있으며, 그림 9에 각 연동 구조가 도시되어 있다.

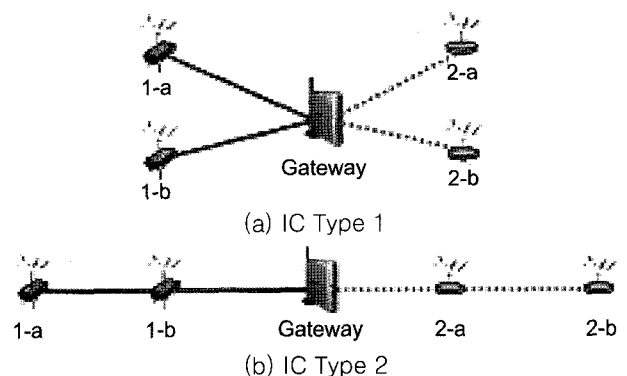


그림 9 싱크 노드와 게이트웨이 간 통신 방식

- [IC Type 1] : 싱크(센서) 노드와 게이트웨이가 1-홉 무선 링크로 연결되어 있는 경우로, 게이트웨이 발견이 용이한 반면 센서 네트워크 규모 측면에서 확장성이 떨어진다.
- [IC Type 2] : 싱크(센서) 노드가 게이트웨이와 멀티홉 무선 링크로 연결되어 있는 경우로, 싱크(센서) 노드로부터 게이트웨이까지 도달하기 위해서는 다른 싱크(센서) 노드들을 경유해야 한다. 이때 센서 네트워크 라우팅/플러딩 프로토콜 또는 애드혹 망 라우팅/플러딩 프로토콜 기술이 사용되어야 한다. 또한 싱크(센서) 노드가 게이트웨이를 발견해낼 수 있는 방법이 있어야 하고, 싱크(센서) 노드들과 게이트웨이 간 통신을 위한 공통된 주소체계 및 이 주소체계를 기반으로 한 주소 할당이 필요할 수도 있다. IC Type 1에 비해 확장성이 좋다.

3. 게이트웨이의 기능 구조

센서 네트워크를 외부 망과 연동시키기 위한 표준화 연구로는 ZigBee Alliance에서 현재 표준화 중에 있는 ZigBee 브리지와 ZigBee 게이트웨이가 있다. ZigBee 브리지[11]는 ZigBee에서 IPv6를 수용하기 위해 브리지에 IPv6 프로토콜 스택을 탑재함으로써 IPv6 망을 통해 ZigBee 네트워크들 간 통신이 가능하게 해준다. ZigBee 게이트웨이의 기능에 대한 표준화는 기능의 세분화 및 정의가 어느 정도 되어 있는 상태이나, ZigBee 네트워크와 인터넷 간의 연동만 고려되어 있다[12]. 따라서 본 기고에서는 ZigBee뿐만 아니라 6LowPAN, TinyOS 기반 센서 네트워크 등의 IEEE 802.15.4 기반 센서 네트워크들과 IP 기반 외부 망을 연동시키기 위한 중심 장비인 게이트웨이를 통한 연동 절차 및 게이트웨이의 기능에 대해서 정의한다.

3.1 게이트웨이를 사용한 연동 구조

본 기고에서 목표로 하는 게이트웨이는 ZigBee, 6LowPAN, TinyOS 기반의 센서 네트워크를 IP 기반의 유무선 망과 연동해준다. 그림 10은 게이트웨이를 통한 연동 구조를 보여준다.

6LowPAN 기반 센서 네트워크의 경우 IPv6를 네트워크 계층 프로토콜로 사용하기 때문에 게이트웨이에서는 IPv6를 IPv4로 또는 IPv4를 IPv6로 변환해주는 기능을 제공해주면 된다. 반면 ZigBee와 TinyOS 기반 센서 네트워크의 경우, TCP/IP 인터넷 프로토콜 스택의 물리 계층부터 트랜스포트 계층까지 매핑이 되지 않기 때문에 게이트웨이는 센서 네트워크로부터의 메시지를 역캡슐화(decapsulation)해서 응용 계층 데이터를

를 추출해낸 후 인터넷 프로토콜 스택을 통해 인터넷 상으로 전달될 수 있도록 해주어야 한다. 따라서 ZigBee, TinyOS 기반의 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망을 연동해주기 위해 트랜스포트 계층 위에 HSNAL(Hybrid Sensor Network Adaptation Layer)이란 적응 계층을 새롭게 정의하였다.

3.2 게이트웨이를 사용한 연동 요구 사항 및 절차

그림 10의 게이트웨이를 사용한 연동 구조에서 HSNAL을 통한 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망(또는 타 센서 네트워크) 간 통신 절차는 다음 순서로 진행된다. 이 경우 IP 기반 외부 망(또는 타 센서 네트워크) 상의 센싱 데이터 사용자로부터의 센싱 데이터 요청에 따라 해당 센서 노드가 요청된 센싱 데이터를 게이트웨이를 통해 사용자에게 전달하게 된다.

(단계 1) 게이트웨이 발견(discovery) 및 센서 네트워크 엔티티 등록(registration)

- 센싱 데이터에 대한 요청이 포함된 질의 및 이 질의에 대한 응답으로서 센싱 데이터를 전달하기에 앞서서, 싱크 노드와 게이트웨이는 서로에 대해서 알고 있어야 한다.
- 싱크 노드가 게이트웨이에 대해서 알게 되는 것을 게이트웨이 발견이라 한다.
- 게이트웨이가 싱크 노드 등의 엔티티들에 대해서 알게 되는 것을 엔티티 등록이라 한다. 여기서 엔티티는 싱크 노드 또는 센서 네트워크 서버스, 소스 노드 등이 해당된다.

(단계 2) 센싱 데이터 사용자와 센서 네트워크 엔티티 연관(association)

- 센싱 데이터의 전달이 가능하기 위해서는, 특정 요구 조건을 만족하는 센싱 데이터를 요청하는 인터넷 상의 사용자와 이 요구 조건을 만족하는 센싱 데이터를 갖고 있는 센서 네트워크 상의 센서 노드 간의 매핑 정보를 게이트웨이가 갖고 있어야 한다. 이와 같은 매핑 정보를 센싱 데이터 사용자와 센서 네트워크 엔티티 간의 연관이라고 한다.
- 센싱 데이터 사용자와 센서 네트워크 엔티티 연관은 센싱 데이터 사용자로부터의 질의 또는 관리자의 설정으로 생성될 수 있다.
- 센싱 데이터 사용자로부터의 질의에는 요청하는 센싱 데이터에 대한 요구 조건 및/또는 처리 방법이 명시되며, 경우에 따라서는 특정 센서 노드를 지정할 수도 있다.
- 초기에 게이트웨이 관리자가 수동으로 연관 정보

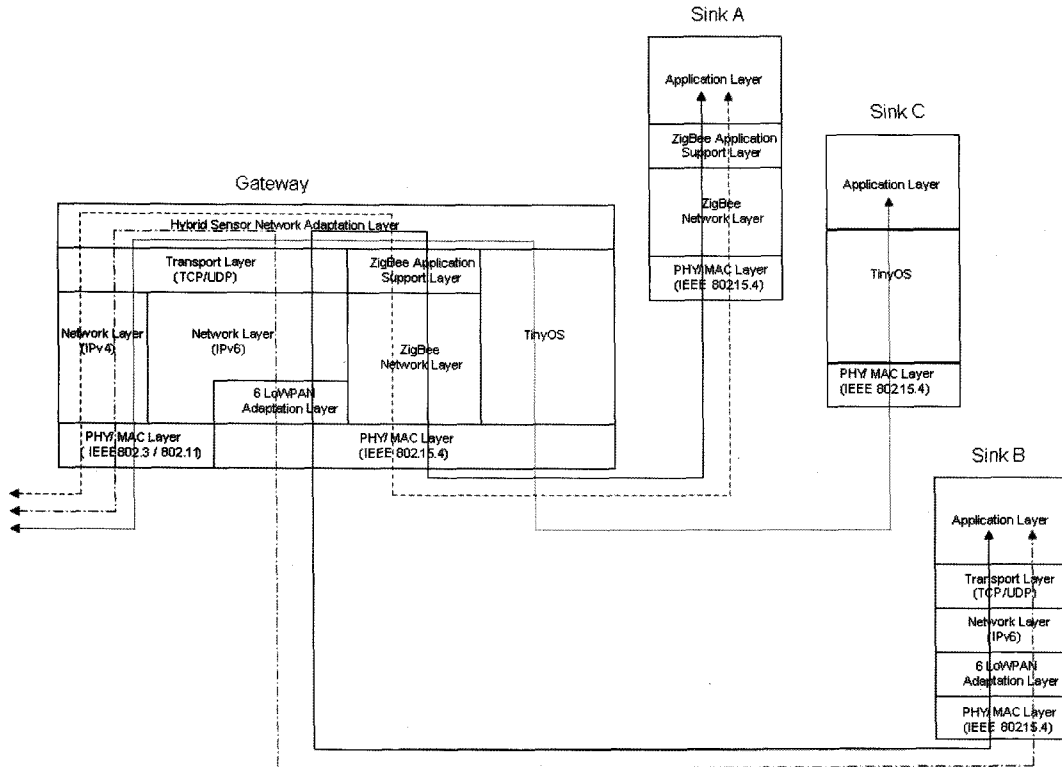


그림 10 게이트웨이를 이용한 IEEE 802.15.4 기반의 센서 네트워크와 IP 기반 외부 망 연동

를 설정할 수도 있다. 이 경우, 요청하는 센싱 데이터에 대한 요구 조건 및/또는 처리 방법을 명시하거나 또는 특정 센서 노드를 지정할 수 있다.

(단계 3) 센싱 데이터의 전달

- (단계 2)에서 명시된 요구 조건을 만족하는 센싱 데이터를 획득한 센서 노드는 해당 센싱 데이터를 싱크 노드, 게이트웨이를 통해 이 요구 조건을 명시한 인터넷 상의 사용자에게 전달한다.
- 싱크 노드로부터 센싱 데이터를 수신한 게이트웨이는(단계 2)에서 설정된 센싱 데이터 사용자와 센서 네트워크 엔티티 연관 정보를 기반으로 해당 센싱 데이터 사용자에게 수신한 센싱 데이터를 전달한다.
- 게이트웨이는 수신한 센싱 데이터에 대한 프로토콜 변환(즉, 헤더 캡슐화(encapsulation) 및 역캡슐화(decapsulation))을 수행한다.
- 수신한 센싱 데이터에 대한 처리 방법이 명시된 경우에는 처리 방법에 따라 센싱 데이터를 조작(manipulate)하거나 처리 방법이 명시되지 않은 경우 그대로(raw)로 전달한다.

3.3 HSNAL(Hybrid Sensor Network Adaptation Layer)의 기능 구조

HSNAL의 기능 엔티티(Functional Entity : FE)들은

크게 Management FE들과 Control FE들, Data Processing FE들, Interface FE들로 나누어진다.

Management FE들은 관리 기능과 관련된 일을 수행하는 것들로 다음과 같은 FE들이 있다.

[Monitoring FE]

- 센서 네트워크로부터의 데이터를 모니터링하는 기능

[AAA(Authentication, Authorization, Accounting) FE]

- 인증, 과금, 권한검증 등의 기능

Control FE들은 연동을 위해 제어 정보를 주고받는 기능과 관련된 일을 수행하는 것들로 다음과 같은 FE들이 있다.

[USN Configuration FE]

- 게이트웨이 사용자의 질의 또는 게이트웨이의 광고로 싱크 노드 또는 센서 노드가 게이트웨이를 발견하는 기능을 제공한다.
- 싱크 노드나 센서 노드가 게이트웨이 요청 메시지를 보내오므로써 게이트웨이를 발견하는 기능을 제공한다.

[Information Query FE]

- 게이트웨이 사용자의 질의에 명시된 센싱 데이터 사용자에게 대한 정보 및 센싱 데이터 요구 조건 및 처리 방법에 대한 정보를 유지하는 기능을 제공한다.

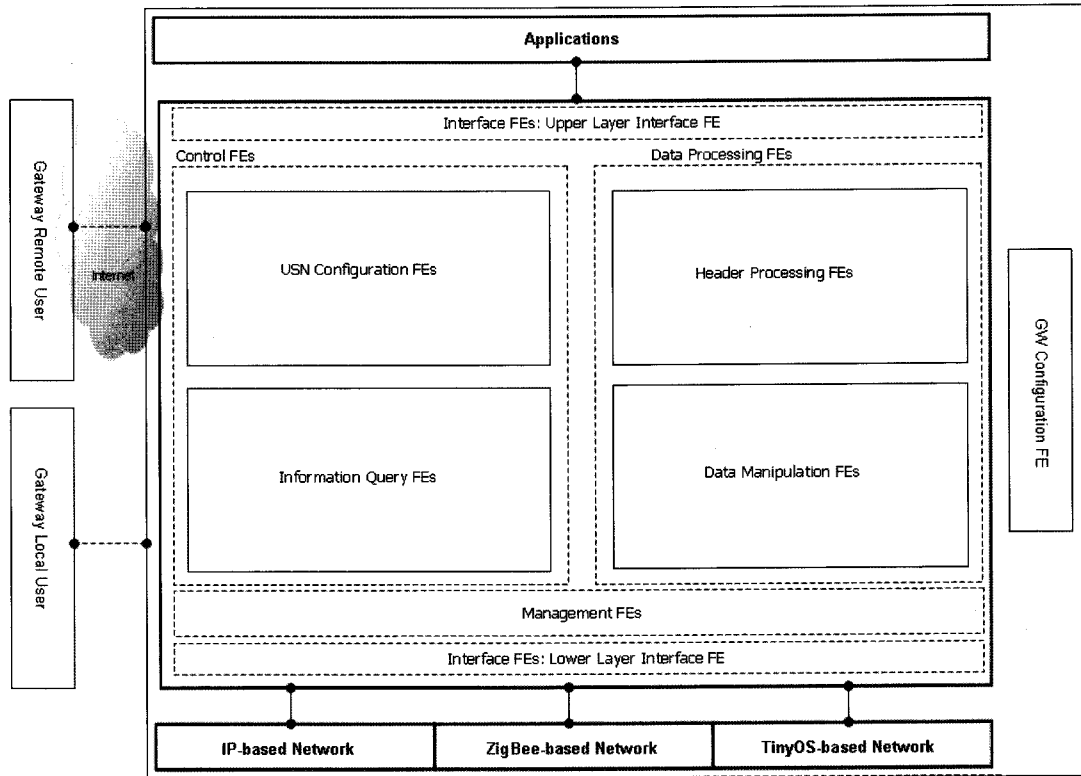


그림 11 HSNAL 기능 블록도

- 게이트웨이 사용자의 질의에 명시된 센싱 데이터 처리 방법을 유지하는 기능을 제공한다.

Data Processing FE들은 센서 네트워크로부터의 데이터를 IP 기반 외부 망(또는 타 센서 네트워크)으로 전달해주는 역할을 수행하는 것과 관련된 기능을 수행하며 다음 FE들이 이에 해당한다.

[Header Processing FE]

- 특정 네트워크 헤더를 캡슐화 및 역캡슐화하는 기능을 제공한다.

[Data Manipulation FE]

- 게이트웨이 사용자로부터의 요청에 따라 센서 네트워크로부터의 센싱 데이터를 게이트웨이가 처리하는 기능을 제공한다.

Interface FE들은 HSNAL이 상위 응용 계층 및 하위 특정 네트워크와의 인터페이스 기능을 수행하는 것들로 다음과 같은 FE들이 있다.

[Upper Layer Interface FE]

- 응용 계층을 지원하는 인터페이스 기능을 제공한다.

[Lower Layer Interface FE]

- TCP, UDP, ZigBee, TinyOS와의 인터페이스 기능을 제공한다.

이들 FE 외에도 HSNAL 관련 FE로 GW Configu-

ration FE가 있다.

[GW Configuration FE]

- 게이트웨이의 기능과 관련된 파라미터들을 설정하는 것과 관련된 기능을 제공한다.

4. 결론

본 기고에서는 IEEE 802.15.4 기반의 ZigBee, 6LowPAN, TinyOS 기반의 무선 센서 네트워크를 IP 기반의 유무선 외부 망에 연동시키기 위한 구조 및 연동 절차, 연동을 위한 중심 구성 요소인 게이트웨이의 기능을 정의했다. 특히 연동을 위한 게이트웨이 구조에 HSNAL (Hybrid Sensor Network Adaptation Layer)이라는 적응 계층을 새롭게 정의했으며, HSNAL의 기능 엔티티들을 정의하였다. 향후에는 HSNAL의 각 기능 엔티티들에 대한 세부 기능의 정의와 이를 이용한 연동 시나리오 정의 및 프로토타입 등을 개발할 예정이다.

참고문헌

- [1] E. L. Lloyd and G. Xue, "Relay Node Placement in Wireless Sensor Networks", IEEE Trans. on Computers, Vol. 56, No. 1, pp. 134-138, Jan. 2007.
- [2] B. Sarikaya, "Serial Forwarding Approach to Connecting TinyOS-based Sensors to IPv6 Internet",

IETF draft-sarikaya-6lowpan-forwarding-00, Feb. 2006.

- [3] A. Dunkels, J. Alonson, T. Voight, H. Ritter and J. Schiller, "Connecting Wireless Sensor Networks with TCP/IP Networks", WWIC 2004, Feb. 2004.
- [4] M. Zhang, S. Pack, K. Cho, D. Chang, Y. Choi, T. Kwon, "An Extensible Internetworking Architecture (EIA) for Wireless Sensor Networks and Internet", APNOMS 2006, 2006.
- [5] A. Mainwaring, J. Polastre, R. Szewczyk, D. Culler and J. Anderson, "Wireless Sensor Networks for Habitat Monitoring", ACM WSNA, Sept. 2002.
- [6] K. Fall, "A Delay-Tolerant Network Architecture for Challenged Internets", ACM SIGCOMM, Aug. 2003.
- [7] K. Mayer and W. Fritsch, "IP-enabled Wireless Sensor Networks and Their Integration into the Internet", ACM Intersense 2006, 2006.
- [8] H. Dai and R. Han, "Unifying Micro Sensor Networks with the Internet via Overlay Networks", IEEE Emnets-I, Nov. 2004.
- [9] M. Zuniga and B. Krishnamachari, "Integrating Future Large-Scale Wireless Sensor Networks with the Internet", USC Technical Report CS 03-792, 2003.
- [10] C. Intanagonwiwat, R. Govindan and D. Estrin, "Directed Diffusion: A Scalable and Robust Communication Paradigm for Sensor Networks", ACM/IEEE Mobicom, Aug. 2000.
- [11] ZigBee Bridge Device Specification, Document Number 05382r17, ZigBee Alliance, Feb. 2007.
- [12] ZigBee/IP Gateway TRD, Document Number 075027 r02ZB, ZigBee Alliance, May 2007.



유 상 군

1991~1997 충남대학교 컴퓨터 공학과
1997~1999 충남대학교 컴퓨터 공학과 석사
1999~2000 ㈜ 씨그마텍 근무
2001~2005 한국전자통신연구원 정보보호연구단 근무
2005~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 근무

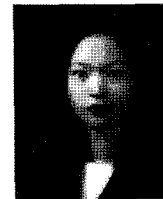
관심분야: RFID/USN 시스템, 정보보호 등
E-mail: lobbi@etri.re.kr



안 상 현

1986 서울대학교 컴퓨터 공학과
1988 서울대학교 컴퓨터 공학과 석사
1993 University of Minnesota 컴퓨터 공학과 박사
1988 ㈜ 테이콤 연구원
1994 세종대학교 컴퓨터학과 전임강사/조교수
1998~현재 서울 시립대학교 컴퓨터과학부 교수

관심분야: 애드혹 네트워크, 센서 네트워크, 홈 네트워크
E-mail: ahn@uos.ac.kr



임 유 진

1995 숙명여자대학교 전산학과
1997 숙명여자대학교 전산학과 석사
2000 숙명여자대학교 전산학과 박사
2002 서울시립대학교 연구교수
2003 University of California Los Angeles 박사 후 연구원

2004 삼성종합기술원 전문연구원
2004~현재 수원대학교 정보미디어학과 전임강사
관심분야: 애드혹 네트워크, 센서 네트워크
E-mail: yujin@suwon.ac.kr



김 용 운

1983~1989 동아대학교 전자공학과
1993~1994 포항공과대학교 정보통신학과 공학 석사
1995~2001 한국전자통신연구원 표준연구센터
2001~2003 이니텍(주) 보안기술연구소장
2004~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 차세대인터넷표준연구팀 팀장

2007~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 차세대인터넷표준연구팀 팀장
관심분야: RFID/USN, 컴퓨터 네트워크 등
E-mail: qkim@etri.re.kr