

Zone-control기능을 지원하는 지능형 센서네트워크 미들웨어

이지현⁰, 임경식⁰
경북대학교 정보통신학과⁰, 경북대학교 컴퓨터학과⁰
hyuny@ccmc.knu.ac.kr⁰, kslim@knu.ac.kr

An Intelligent Sensor Network Middleware supporting Zone-control function

Jihyun Lee⁰, Kyungshik Lim⁰
Dept. of Information and Communication, Kyungpook National University⁰
Dept. of Computer Science, Kyungpook National University

요 약

센서네트워크 미들웨어는 에너지 사용에 제약을 가지는 센서네트워크의 요구사항과 다양한 서비스 제공을 위한 응용서비스의 확장성을 고려하여 센서네트워크와 응용서비스가 상호 분리되어 각각의 기능을 수행하도록 설계되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 ZigBee기반의 센서네트워크를 구성하여 센서들의 에너지 사용을 최소화함으로써 센서네트워크의 효율성을 증대시키고, 응용 서비스의 독립된 수행과 Zone을 통한 응용서비스의 지역적인 제공이 가능한 지능형 센서네트워크 미들웨어를 제안한다. 제안된 센서네트워크 미들웨어에서는 특정 센서로부터 전달된 내용을 Context-aware과정을 통하여 다른 기능을 가진 센서들의 연속적인 센싱을 유도하고, Zone Manager를 통하여 효과적인 서비스의 지역적인 제공 기능을 수행한다.

1. 서론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅과 더불어 첨단 기술로 연구되고 있는 WSN(Wireless Sensor Networks)은 유무선 네트워크 기반의 다양한 센서 디바이스들에 의하여 감지된 환경데이터를 응용서비스들에게 제공하는 시스템과 연동하는 기술이다[1]. WSN의 자율적인 센싱 기능을 실제 환경에 효율적으로 적용하기 위해서 제한된 에너지와 기능을 가진 센서디바이스들의 에너지소모를 최소화 하는 저전력 통신방안과 메모리관리기법, 다양한 라우팅 기법들이 제안되고 있다. 뿐만 아니라 다양한 환경의 상황인지를 통하여 관찰된 데이터를 실생활에 보다 정확하고 신뢰성 있게 적용시키기 위하여 개별센서에서 수집되는 데이터를 가공하고 처리하는 방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 제한된 배터리 용량을 가지고 있는 센서의 기능을 최소화시켜서 에너지 효율성을 향상시키고 동시에 센서로부터 감지된 데이터의 정확한 분석을 통해 다양한 응용서비스 제공이 가능한 지능형 센서미들웨어 구조를 제안한다. 센서네트워크로부터 전달된 데이터는 센서미들웨어의 Context-aware과정을 통하여 실생활에서 인식가능한 정보로 분석된다. 그리고 분석된 정보는 센서미들웨어의 Zone-control기능을 통하여 특정 서비스가 제공될 지역의 정보와 서비스의 종류로 세분화되어 응용에서 최상의 서비스 제공을 가능하게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 센서들의 환경감지기능의 확장과 전력 효율성 향상을 위한 ZigBee[2]기반의 센서네트워크 구성에 대해서 기술하고 3장에서는 센서네트워크에서 수집된 데이터를 기반으로 효율적인 서비스 제공과 지역적 관리를 충족시키기 위한 미들웨어시스템의 구조를 제안한다. 4장에서는 설계된

지능형 미들웨어에서 실제적인 응용서비스를 제공하는 동작과정을 제시하고 5장에서는 결론과 향후 연구방향에 대하여 언급한다.

2. ZigBee기반의 센서네트워크

2.1 ZigBee기반의 센서네트워크 환경

WPAN(Wireless Personal Area Network) 기술을 정의한 IEEE 802.15.4표준을 기반으로 하는 ZigBee는 저속 근거리 무선통신 기술로 2.4GHz 대역과 868/915 MHz 대역을 사용하는 2개의 주파수 할당대역에서 동작한다 [3]. 또한, 저전력의 ZigBee 송수신기를 빛이나 기온, 압력과 같은 다양한 기능의 센서들과 결합하여 보다 큰 규모의 센서네트워크를 구성할 수 있는 기술이다. ZigBee 기반의 센서네트워크 특징은 전력소모를 최소화시켜서 전력 효율성을 향상시킨 것으로 이를 지원하는 ZigBee 디바이스는 NC(Network Coordinator), FFD(Full Function Device와 RFD(Reduced Function Device)로 구성된다. NC는 대용량 메모리와 컴퓨팅 파워를 가지며 네트워크 내부의 센서디바이스들을 제어 및 관리하고 초기화 기능을 수행한다. FFD는 센서의 일반적인 센싱 기능 뿐만 아니라 센서네트워크에서 NC와의 통신을 담당하는 라우터 기능도 수행할 수 있다. RFD는 FFD보다 제한된 기능을 가지며 주로 네트워크의 종단센서를 구성하는데 사용된다. 본 논문에서 제안한 ZigBee기반의 센서네트워크 환경은 사람인지 센서와 온도 센서, 환경감시 센서와 같은 센서디바이스들로 구성된다. 다양한 센서디바이스로 구성되는 센서네트워크는 일정 지역을 중심으로 클러스터를 형성하고 클러스터내의 대표 센서가 NC와 통신을 할 수 있는 클러스터 트리 형태의 토폴로지를 형성한다. 그림 1은 클러스터가 새로운 링크를 형성하면서 기존의 센서네트워크와 병합하여 클러스터 트리를 형성

하는 과정을 나타낸다.

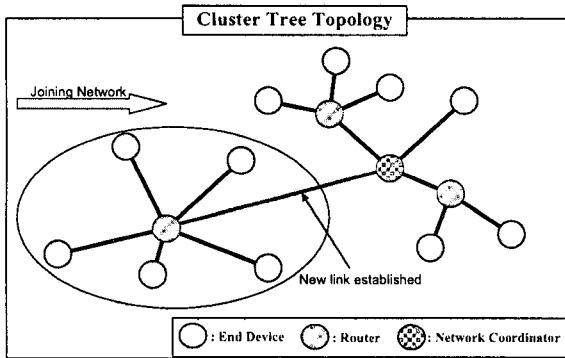


그림 1. 클러스터 트리 구조의 네트워크 구성도

그림 1의 중단센서는 최소한의 센싱 기능만을 가진 RFD를 이용하고 다수의 중단센서로부터 센싱된 정보를 NC로 전달하는 라우터 기능은 메모리와 컴퓨팅 파워가 RFD 보다 강한 FFD를 이용한다. 다양한 기능의 센서들로 구성된 센서네트워크의 경우 동일한 기능의 센서들은 동일한 주파수를 사용하여 통신을 하고, 클러스터를 형성하도록 함으로써 NC와 통신하는 각 라우터기능의 센서들은 서로 다른 주파수 대역을 사용할 수 있다.

2.2 센서네트워크의 계층적 주소체계

클러스터 트리 토폴로지를 이용하여 구성된 센서네트워크의 주소체계는 다음과 같다.

- ClusterID : NC에게 부여되는 ID
- RouterID : 라우터에게 부여되는 ID
- EndpointID : 라우터와 연결된 중단센서에게 부여되는 ID

계층적 주소체계로 구성되는 센서네트워크에서 이벤트가 발생할 경우 이를 감지한 중단센서가 센싱된 데이터와 자신의 EndpointID를 라우터에게 전달하고 라우터에서는 전달받은 데이터와 자신의 RouterID를 최종적으로 NC에게 전달한다. 따라서 이벤트가 발생한 지역의 계층적인 주소를 포함하는 모든 정보는 NC에서 관리하게 된다.

3. ZigBee기반의 지능형 센서미들웨어 설계

3.1 센서미들웨어의 구조

지능형 센서미들웨어는 다음과 같이 크게 4가지 부분으로 구성된다. 센서네트워크와 미들웨어와의 통신을 담당하는 NCM(Network Coordinator Manager), 응용서비스를 수행하는 UPnP컨트롤 포인트, NCM으로부터의 데이터를 분석하여 실제적인 정보로 변환하는 데이터 처리 부분, 관리자로부터 입력된 정보를 관리하는 DM(Database Manager)부분으로 구분된다. 그림 2는 제안된 센서미들웨어의 전체적인 구조를 나타낸다. 하위의

NCM에서 센서네트워크와의 통신을 담당하고 상위의 UPnP 컨트를 포인트에서 다양한 기능의 응용서비스를 제공하는 UPnP 디바이스들과의 통신을 담당한다.

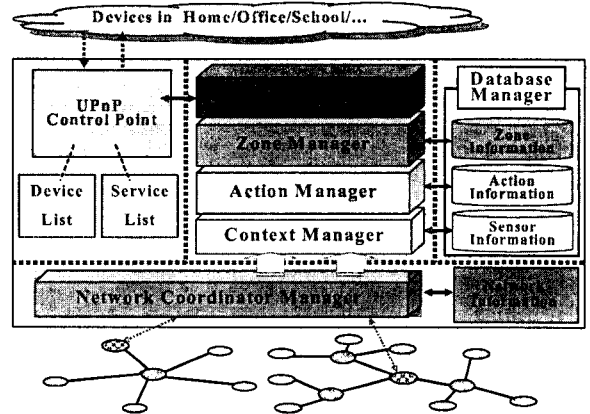


그림 2. Zone-Control 센서미들웨어 시스템 구조

NCM 모듈의 경우 ZigBee의 Network Coordinator센서를 탑재하여 센서네트워크내의 NC와 양방향 통신이 가능하다. 기존의 센서미들웨어의 경우 이벤트가 발생하면 발생한 이벤트와 긴밀히 연결된 응용서비스만을 제공하지만, 본 논문에서 제안된 지능형 센서미들웨어 시스템은 특정지역의 센서가 이벤트 발생을 감지하면 해당 이벤트에 상응하는 액션을 수행할 뿐만 아니라 동시에 주변의 다른 기능을 수행하는 센서의 정보를 융합하여 연속적인 액션수행이 가능하도록 설계하였다.

이를 위하여 지능형 센서미들웨어의 NCM모듈이 센서 디스커버리 과정에서 센서네트워크의 구성 정보를 주기적으로 통합하고 관리하는 NI(Network Information)모듈을 생성하고 관리한다. 즉, 각각의 ClusterID에 연결된 다양한 기능의 센서들의 종류와 수량을 파악하고 ClusterID단위로 분류해서 관리한다. 이를 통하여 이벤트가 발생할 경우 미들웨어 시스템에서는 계층적 주소체계를 이용하여 이벤트가 발생한 곳의 ClusterID와 해당 센서의 종류를 파악하고 이를 제외한 다른 기능의 센서들로부터 정보를 가져오게 함으로써 동일한 Cluster내에서 동시에 연속적인 정보수집이 가능하다. 수집된 정보는 CM(Context Manager) 모듈에서 Context-aware 과정을 거쳐 센싱된 내용이 실제로 어떠한 내용과 의미를 담고 있는가로 분석된다. 분석된 정보는 센서미들웨어의 AM(Action Manager), ZM(Zone Manager), AiZ(Action-in-Zone Decision) 모듈을 거쳐 특정지역에 적합한 디바이스와 액션을 결정하고 이를 UPnP 디바이스를 통하여 서비스를 제공한다.

3.2 센서미들웨어의 Zone-Control 기능

센서미들웨어 시스템의 NCM모듈을 거쳐 전달된 데이터는 CM모듈에서 파싱과정을 거쳐 구체적이고 세분화된 정보로 바뀐다. 즉 단순한 이벤트의 발생으로부터 이벤트 발생 지역정보, 이를 감지한 센서의 종류, 센싱된 정보

의 실제적인 내용으로 분류되어 상위 AM모듈로 전달된다. AM모듈에서는 CM으로부터 받은 정보 가운데 센서의 종류와 센싱된 정보의 내용만을 추출하고 데이터베이스에 저장된 Action Information을 통하여 미들웨어에서 수행시켜야 하는 응용디바이스의 종류와 액션 정보들을 결정한다.

Step State	Step1 Precaution	Step2 Warn	Step3 Emergency
사립인지	• 전파 개기		
LowTemp	23 (°C) < T < 25(°C) • 경고 - 알기 • 데이터 감도 약	23 - 10(°C) < T < 23 (°C) • 경고 - 알기 • 데이터 감도 손	T < 23 (°C) • 데이터 - 알기 - 감 • 관리자 알림 (클러스터 ID = PDA)
HighTemp	13(°C) < T < 15(°C) • 경고 - 알기 • 데이터 - 감도 약	23 + 5(°C) < T < 25 + 10(°C) • 경고 - 알기 • 데이터 - 감도 손	25 + 10(°C) < T • 데이터 - 알기 - 감 • 관리자 알림 • 센서서 연결
AirCondition	1000(ppm) < P < 1100(ppm) • 경고 - 알기 • 공기청정기 - 감도 약	1100(ppm) < P < 1150(ppm) • 경고 - 알기 • 공기청정기 - 감도 손	1200(ppm) > P • 공기청정기 - 감도 감 • 센서서 연결

그림 3. Action Information 테이블

그림 3는 Action Information에 저장된 센서의 종류에 따른 단계별 액션목록을 나타낸다. 액션정보들의 수집이 완료되면 AM모듈에서는 하위에서 전달받은 이벤트발생 지역정보와 새로이 수집된 액션정보를 상위의 ZM에게 전달한다. AM과정을 통하여 이벤트 발생에 따라 수행되어야 하는 액션이 결정되고 어느 지역의 응용디바이스를 수행할 것인가에 대한 결정은 ZM모듈에서 이루어진다. ZM모듈에서는 하위로부터 전달받은 정보와 특정지역에 위치하는 UPnP 응용디바이스의 정보를 포함하는 Zone Information을 이용하여 이벤트가 발생된 지역에서 서비스되어야 할 UPnP 응용디바이스를 선택하게 된다.

3.3 UPnP 응용디바이스 관리

UPnP(Universal Plug and Play)는 MS사에서 제안한 통신방식으로써 UPnP 컨트롤 포인트는 기존의 IP네트워크와 HTTP프로토콜을 사용하여 UPnP 기기가 제공하는 서비스를 자동으로 발견하고 사용 및 제어기능을 가진다[4]. UPnP 응용디바이스는 자신이 수행 가능한 서비스들을 컨트롤 포인트에게 알려주고 수행명령을 받을 경우 자신의 서비스를 실행하는 기능을 가진다. 따라서 본 논문에서 제안한 지능형 센서미들웨어에서는 UPnP 컨트롤 포인트 모듈을 탑재하여 시스템에서 주기적으로 WPAN환경에 존재하는 UPnP 디바이스들의 목록과 서비스 목록을 유지하여 분석된 정보를 기반으로 특정지역에 효과적인 서비스제공을 가능하게 한다.

4. 지능형 센서미들웨어의 동작과정

ZigBee기반의 센서네트워크 환경에서 UPnP 응용디바이스를 통한 Zone-Control 기능을 수행하는 지능형 센서미들웨어의 동작 시나리오는 다음과 같다.

- ① 미들웨어 시스템이 활성화되면 UPnP 컨트롤 포인트와 ZigBee NCM 모듈이 활성화된다.
- ② UPnP 컨트롤 포인트는 UPnP 응용디바이스목록과

서비스 목록을 생성한다.

- ③ ZigBee NCM모듈에서는 센서네트워크로부터 각 ClusterID 하위에 존재하는 다양한 센서들의 계층적 정보를 Network Information에 저장한다.
- ④ 이벤트 발생
- ⑤ 이벤트 발생지역의 계층적 주소체계와 이벤트 내용이 미들웨어의 NCM으로 전달
- ⑥ Network Information의 정보를 기반으로 동일한 ClusterID하위의 다른 기능을 가진 센서의 존재유무 파악
- ⑦ 해당 ClusterID내에 다른 기능의 센서들이 있을시 센서네트워크로 정보센싱을 요구하고 없을시 ⑥번 수행
- ⑧ Context Manager에서 이벤트발생 지역정보, 센서의 종류, 센싱된 정보의 내용으로 분류하여 상위로 전달
- ⑨ Action Manager에서 서비스가 수행될 UPnP 응용디바이스와 액션의 종류 결정
- ⑩ Zone Manager에서 액션이 수행될 특정 Zone의 UPnP 응용디바이스를 결정하고 이를 상위로 전달
- ⑪ 액션이 수행될 지역의 UPnP 응용디바이스 정보와 해당 액션정보를 UPnP 컨트롤 포인트로 전달
- ⑫ UPnP 컨트롤 포인트에서 해당 UPnP 응용디바이스로 액션 수행

5. 결론

본 논문에서는 ZigBee기반의 센서네트워크 환경에서 센서의 에너지 효율성을 극대화하고 이벤트 발생지역의 계층적 주소체계와 이벤트내용을 관리하는 NCM모듈을 두어 연속적으로 다른 기능의 센서들의 정보를 유도하는 지능형 센서미들웨어를 설계하였다. 이와 더불어 다양하게 센싱된 데이터들을 Context-aware과정을 통하여 정확한 정보로 분석하는 Context Manager모듈을 관리하고, 이벤트 발생을 중심으로 지역적으로 분리된 특정 서비스 수행이 가능하도록 Action Manager모듈과 Zone Manager모듈을 관리한다. 각각의 모듈들은 최적의 인터페이스로 구성되고 효율적인 상호연동을 통하여 센서 필드의 이벤트에 따라 지역적인 데이터 처리가 가능하도록 설계되었다. 향후 제안된 센서미들웨어는 UPnP 응용디바이스뿐만 아니라 다양한 응용서비스를 제공하는 디바이스와의 연동을 통하여 WPAN 환경에서 보다 확장된 서비스 제공이 가능하게 될 것이다.

참고문헌

- [1] Heinzelman, W.B, Murphy, "Middleware to Support Sensor Network Applications," IEEE Network, vol.18, no.1, pp.6-14, Jan/Feb 2004.
- [2] <http://www.zigbee.org>
- [3] <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4.html>
- [4] <http://www.upnp.org>
- [5] Yang Yu, Bhaskar Krishnamachari, "Issues and Designing Middleware for Wireless Sensor Networks," IEEE Network, vol.18, no.1, pp.15-21, 2004.