

SNMP를 이용하는 무선 센서 관리 아키텍처

장홍석*, 최덕재*

*전남대학교 전산학과

e-mail:jwang@iat.chonnam.ac.kr

The Wireless Sensor Management Architecture using SNMP

Hong-Seok Jang*, Deok-Jai Choi*

*Dept of Computer Science, Chonnam National University

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅과 센서 네트워크가 발달함에 따라 무선 센서의 관리에 대한 필요성이 커지고 있다. 그러나 기존의 관리 기능이 없는 무선 센서의 정보 전달 방법은 의미 없는 불필요한 정보의 전달로 효율적인 무선 센서 통신을 저해하고 수많은 이벤트 통보로 인한 이벤트 플러딩 문제를 일으킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 단순한 값의 전달뿐만 아니라 정보를 저장하고 관리할 수 있는 관리 구조가 필요하다. 유비쿼터스 환경에 적합한 무선 센서 관리 구조로서 정보의 저장과 관리에 유용한 SNMP 네트워크 관리 프로토콜을 이용하는 관리 구조를 제안한다. 또한 SNMP 에이전트의 구현을 통해 환경 정보를 저장하고 관리함으로써 효율적인 무선 센서 관리가 가능함을 보인다.

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅과 센서 네트워크의 발달로 센서의 중요성은 급격히 증대되고 있다. 유비쿼터스 환경 안에서 센서의 역할은 상황 정보의 센싱과 그 정보를 미들웨어나 응용에 전달해줌으로써 주변 환경과 컴퓨팅 환경을 연결해 주는 것이다

적은 자원으로 운용되는 센서에 있어서 의미 없는 정보의 전달은 센서의 에너지 소모를 늘리고, 트래픽 대역폭을 증가시켜 효율적인 센서 통신을 저해한다. 또한 의미 있는 정보라 할지라도 관리 기능이 무시된 막연한 정보의 전달은 과다한 이벤트 통보로 인한 이벤트 플러딩의 문제를 야기해 네트워크의 혼잡을 야기한다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 단순한 정보의 전달이나 통보가 아닌 정보의 저장과 관리가 가능한 아키텍처가 필요하다. 이를 위해서 우리는 무선 센서 네트워크의 센서 관리 아키텍처로 SNMP(Simple

Network Management Protocol)[1]를 사용하는 구조를 제안한다. SNMP는 네트워크 관리를 위한 용도로 사용되는 프로토콜이다. SNMP 응용은 네트워크 요소들을 경유하여 에이전트의 도구들을 사용한다. 네트워크를 구성하는 장치들의 주어진 특성의 자원들을 관리하기 위해 에이전트는 MIB 정보를 이용한다. SNMP를 사용하면 여러 가지 장점이 있다. 인터넷에서 널리 쓰이고 있는 프로토콜이므로 기존의 네트워크 장비와 호환과 관리가 쉽고, 각 시스템의 특성에 맞는 MIB을 적용할 수 있으므로 시스템 고유의 특성에 맞는 관리가 쉬운 특성이 있다.

오랫동안 망관리에서 사용되어온 SNMP는 이러한 정보 전달의 호환성 이외에도 센서의 이벤트 처리와 유사한 기능인 임계값(Threshold)을 기준으로 한 조건 통보의 기능(이벤트 트랩)도 가지고 있기 때문에 센서 관리에 있어 적합하다. 또한 인터럽트와 폴링을 지원하는 SNMP 통신 메카니즘은 센서 관리가 가능한 센서 통신의 정보 전달을 가능하게 한다.

* 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음

그리고 센서의 정보를 일시적으로 사용하는 것뿐만 아니라 차후에도 사용할 수 있는 효율적인 관리 방안이 필요한데, 이러한 정보 관리의 문제 해결 역시 SNMP가 유용하다. 효율적인 센서 관리 구조를 위해서는 센서 노드에 정보 저장과 관리를 위한 부분을 둬으로써 환경적인 영향에 민감한 센서들의 활동 상태를 효율적으로 관리할 수 있어야 하는데, SNMP에서는 정보를 저장하는 부분과 관리하는 부분을 따로 두고 있기 때문에 이를 센서 관리에서도 적용할 수 있다.

정보의 접근에 있어서는 센서 노드의 MIB에 저장되어 관리되는 센서의 정보는 SNMP 매니저가 쉽게 접근하여 사용할 수 있다. 이는 SNMP 프로토콜을 사용하는 어떤 응용에서도 쉽게 센서의 MIB에 접근하여 정보를 가지고 올 수 있기 때문에 유연한 개발 환경의 조성과 새로운 응용의 개발이 가능함을 의미한다. 센서 개발자 쪽에서 간단히 MIB값을 공개함으로써 센서측의 API에 상관없이 미들웨어나 응용측의 개발자들은 받아들이는 MIB값의 간단한 수정으로 개발이 가능하다.

또한 SNMP와 같은 네트워크 관리 기법들은 여러 해 동안 사용되어 왔기 때문에 단순하고 조작하기가 쉽고, 관련된 다양한 툴들이 존재한다. 이러한 표준화된 네트워크 관리 기법을 이용하게 되면 센서와 센싱된 정보를 처리하는 미들웨어 사이에 공통의 프로토콜을 사용함으로써 센서의 환경에 종속되는 종속성을 피할 수 있다.[4] 이는 자유로운 센서의 추가와 삭제를 가능하게 해 유연한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 조성할 수 있게 할 수 있다.

본 논문에서는 호스트 PC에서 받아들이는 무선 센싱 정보를 SNMP 에이전트를 통해 서비스함으로써 센서의 투명성을 보장하고 무선 네트워크 환경의 센서 정보를 MIB를 통해 관리함으로써 SNMP를 통한 유연한 센서 관리가 가능함을 보인다.

1장의 서론에 이어 2장에서는 관련 연구들을 논하고 3장에서는 아키텍처 설계 사항 및 구현에 대해서 기술하고, 마지막으로 4장에서는 결론과 향후 과제를 제시한다.

2. 관련연구

이번 장에서는 센서 관리에 대한 기존의 연구 상황과 기존 센서 관리 아키텍처의 장단점을 살펴본다.

2.1. MANNA(Management Architecture for

Wireless Sensor Network)[2]

MANNA는 무선 센서 네트워크(WSN)의 관리의 필요성과 기능적인 구조를 네트워크 관리의 측면에서 처음으로 제시하였다. 센서 네트워크의 규모가 커짐으로 인해 센서 네트워크 관리의 필요성이 대두되었고, 기존의 네트워크 관리의 기법을 이용해서 관리를 쉽게 할 것을 제안하였다.

그러나 MANNA는 관리의 필요성 및 가능성을 제기하였을 뿐 실제 무선 센서 네트워크에의 적용은 보이지 않았다. 그래서 우리는 시뮬레이션이 아닌 실제 무선 센서 네트워크에 센서 관리 아키텍처를 적용함으로써 센서의 관리가 가능함을 보인다.

2.2. SNMS(Sensor Network Management System)[3]

SNMS는 센서 네트워크에 대한 관리의 필요성을 염두에 두고 센서측에 삽입되는 관리 도구이다. SNMS는 기존의 네트워크 레이어에 더해진 두가지 프로토콜(Collection & Dissemination Protocol)을 통해 정보의 전달과 수집을 한다. 이러한 병렬적인 구조 때문에 센서에 삽입되는 응용에 상관없이 관리 기능을 수행할 수 있다. 센싱한 정보를 SNMS에서는 쿼리 프로세서와 이벤트 로거 프로세서를 통해 처리함으로써 센서의 성능과 실패를 감지한다. 또한 자원을 제어(sleep, wake, reboot)할 수 있는 기능이 있다. 그러나 SNMS에는 센서 관리를 위해서는 센서 시스템 종속적인 응용의 설치가 필요하다는 점과 센서의 시스템 자원의 제한으로 인해 기본적인 관리 기능밖에 할 수 없는 단점이 있다.

다음은 센서 네트워크 관리를 설계함에 있어 SNMS와 비교해서 추가가 고려되는 기능들이다.[5]

- (1) 사용자가 원하는 유용한 정보만을 얻기 위한 질의 기능과 해당 이벤트에 대한 통보 기능
- (2) 이벤트 로그와 정보의 저장으로 차후의 검색 및 센서의 상태를 인식할 수 있는 기능
- (3) 임계값을 통한 조건 통보 설정으로 센서의 상태나 정보를 통보 받을 수 있는 기능
- (4) 그룹 전체를 조절하거나 개체만을 제어할 수 있는 센서 제어 기능

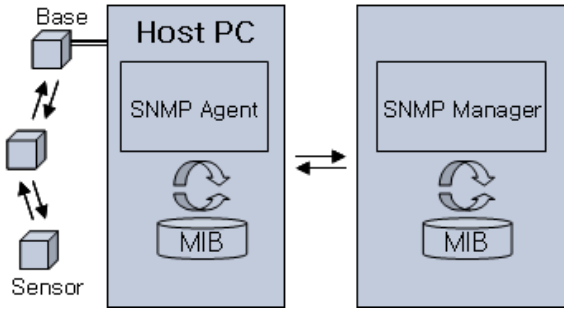
SNMP를 이용하면 이상의 기능을 만족하는 센서 관리 구조를 설계할 수 있다. 본 논문에서는 이를

보이기 위해 SNMP 표준 프로토콜을 이용하여 무선 센서의 값을 저장하고 관리한다.

3. 아키텍처 설계 및 구현

3.1. 아키텍처의 구성

본 논문에서 제안하는 SNMP 에이전트와 매니저의 아키텍처 구성은 다음 [그림 1]과 같다.



(그림 1) 센서 관리 아키텍처의 구성

호스트 PC의 SNMP 에이전트는 센싱된 환경 정보를 수집하고 관리하는 서버의 역할을 수행하고, 외부 시스템의 SNMP 매니저는 이러한 에이전트에 접근하여 정보에 접근할 수 있는 클라이언트의 역할을 수행한다.

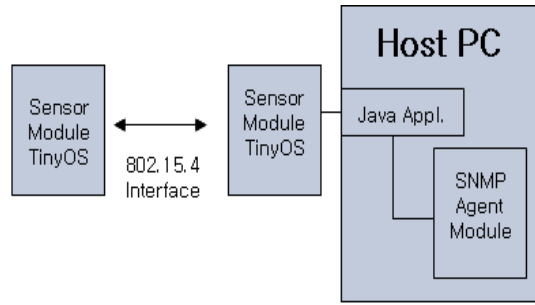
서버(호스트 PC)측의 SNMP 에이전트 모듈은 센서를 관리하고 통제하여 주기적으로 환경 정보를 매니저측으로 전달하는 SNMP 에이전트, 센서의 환경 정보를 저장하는 MIB, 그리고 데이터를 전송하는 부분으로 구성된다.

클라이언트측의 SNMP 매니저 모듈은 SNMP 에이전트로부터 환경 정보를 물어보고 관리할 수 있는 SNMP 매니저와 정보 저장에 쓰이는 MIB으로 구성된다.

본 논문에서는 서버측의 시스템(에이전트)을 구성하여 SNMP 에이전트가 무선 환경으로부터 센싱된 환경 정보를 이상 없이 서비스할 수 있는지를 알아본다. 클라이언트측의 시스템은 SNMP를 지원하는 어떠한 시스템이라도 상관없이 여기서는 고려하지 않기로 한다.

센서 관리 아키텍처 중 에이전트부는 센서 모듈과 센서의 값을 읽어 들이는 호스트 시스템으로 구성된다. 다음 [그림 2]는 에이전트쪽의 아키텍처 구성을 보여준다.

센서 모듈은 2.4GHz IEEE 802.15.4 방식으로 무선 통신을 하여 센싱된 정보를 베이스 혹은 다른 센서에 전달하고 호스트 시스템에 USB의 UART로



(그림 2) 에이전트부의 구성

연결된 베이스 센서 모듈을 통해 송·수신을 한다.

센서 모듈에는 TinyOS라 불리는 경량화 OS가 관리하는 응용 프로그램을 설치하여 구성한다. 여기서는 오실로스코프 RF 응용 프로그램을 설치하여 온도, 조도, 내부 전압 등을 측정할 수 있게 한다. 오실로스코프 RF는 센싱된 정보를 베이스 센서 모듈이나 다른 센서 모듈로 포워딩하는 역할을 한다.

호스트 PC측의 구성은 다음과 같다. 게이트웨이 역할을 하는 베이스 센서 모듈에서는 TinyDB, MoteIF 등의 자바 인터페이스를 이용하여 UART에서 받아들인 센싱된 정보를 SNMP 에이전트 응용 모듈의 MIB에 저장하여 관리한다. 여기서는 일반적인 MoteIF를 이용하여 센싱 정보를 응용측에 넘겨주는 형태로 시스템을 구성한다.

3.2. 아키텍처의 구현

앞 장의 아키텍처 설계를 바탕으로 무선 센서 네트워크를 지원하는 센서 관리 아키텍처의 에이전트 부분을 구현하였다.

센싱 정보의 수집을 위해 사용한 무선 모듈은 다음과 같다.

- © TIP50CM 무선 센서 모듈(MAXFOR)
- Chipcon2420 RF모듈, TI의 MSP430 MCU를 사용하는 2.4GHz IEEE 802.15.4 저전력 무선 센서 시스템(Telos A형)

베이스 스테이션 이외의 센서 모듈에는 센싱한 값을 무선으로 보낼 수 있는 오실로스코프RF 프로그램을 설치하였다. 베이스 센서 모듈에는 베이스 스테이션 프로그램을 설치해서 센서 쪽으로부터 들어오는 메시지를 받아들이거나 PC에서 센서로 메시지를 보낼 수 있는 브릿지의 역할을 하게 한다.

호스트 PC쪽에서는 시리얼 포워드 프로그램을

실행시켜 베이스 센서 모듈로부터 환경 정보를 가져온다. 이러한 호스트 PC쪽에서 받아들인 환경 정보는 SNMP 에이전트부에 전달되고 센싱된 값은 SNMP 에이전트를 통해 관리된다.

아래 [그림 3]은 SNMP 에이전트 측에서 관리하는 환경 정보에 대한 센서 테이블의 모니터링 모습이다. 주기적인 폴링을 통해 확인해 본 결과, 센서의 환경 정보를 제대로 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

nodeid	light	temp	voltage
1	226	6362	652

(그림 3) 센서 테이블의 모니터링

클라이언트 역할을 하는 SNMP 매니저측에서는 SNMP 에이전트에 접근해 Trap, Get, Set 등의 명령어를 통해 필요한 환경 정보를 수집하고 응용에 필요한 센서 관리를 하게 된다. SNMP는 두루 널리 쓰이는 표준 프로토콜이기 때문에 그에 대한 여러 응용이 가능하다. SNMP 매니저는 단순히 MIB에 접근할 수 있는 기본 정보(아이피, 커뮤니티 정보, MIB OID 등)를 통해 에이전트에 접근이 가능하다. 단순히 SNMP 매니저 모듈을 응용이나 미들웨어에 삽입함으로써 수월하게 센서의 환경 정보를 얻어오거나 이용할 수 있다. [그림 4]는 MIB 브라우저(클라이언트)에서 얻어온 센서의 환경 정보이다.

(그림 4) Get 명령을 이용한 센싱 정보

위와 같은 에이전트의 구현을 통해 센서의 환경 정보를 SNMP 모듈을 통해 검색, 제어 할 수 있음을 알 수 있었다. SNMP 에이전트를 통한 센서 래핑은 다양한 센서의 입력부 처리에 있어 응용의 개발자가 센서의 특성에 따른 API를 알 필요가 없는 투명성을 제공해 줄 수 있는 역할을 할 수 있기 때문에 응용 프로그램의 개발에 있어 더 큰 효율을 가져다 줄 수 있다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 무선 센서 네트워크를 지원하는 센서 관리를 위해 SNMP 프로토콜을 통한 센서 관리 방안을 제시하였다. 이러한 아키텍처를 이용하면 정보 전달, 정보 저장, 조건 통보, 제어 등의 기능을 만족하는 센서 관리 구조를 만들 수 있다. 에이전트 부의 구현을 통해서 센서 관리에 있어서도 기존의 SNMP 프로토콜을 이용한 관리 시스템이 센서 관리에 있어서도 유용한 방안임을 알 수 있었다. 향후 연구 과제로는 센서 관리에 있어 무선 센서 자체의 자원을 이용하여 SNMP와 유사한 고급 기능을 수행할 수 있는 관리 시스템에 대해 연구하고, 기존의 센서 정보 전달 방법과 SNMP를 통해 관리되는 정보 전달 방법의 비교 실험을 통해 효율적인 센서 관리를 위한 현실적인 문제를 살펴본다.

참고문헌

[1] William Stallings, "SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON1 and 2 Third Edition", Addison Wesley New York

[2] Ruiz, Linnyer B. Nogueira, Jose M. Loureiro, Antonio A., "MANNA: A management architecture for wireless sensor networks", IEEE Communications Magazine, Volume 41, Issue 2, pp.116 - 125, Feb. 2003.

[3] Gilman Tolle, "Design of an Application-Cooperative Management System for Wireless Sensor Networks", CENTS Research Retreat, 2005

[4] Kugsang Jeong, Deokjai Choi, Soohyung Kim and Guesang Lee, "An SNMP agent for context delivery in ubiquitous computing environments", ICCSA2005, proceeding part V, pp.203, May 2005.

[5] 장홍석, 정국상, 최덕재, "SNMP를 이용한 센서 관리 아키텍처 설계", 한국컴퓨터종합학술대회 2005, Vol. 32, No. 1, pp.883-885, 2005. 7.