

IP-USN 네트워크 매니지먼트

김강묘, 박준성, 김기형
아주대학교 정보통신전문대학원
e-mail:rlaay@ajou.ac.kr

IP-USN Network Management

Kang-Myo Kim, Jun-Sung Park, Ki-Hyung Kim
Dept of Graduate School of Information & Communication, Ajou University

요 약

IP-USN이 필요로 하는 매니지먼트 대상을 정의하고 이것이 기존 네트워크에서의 매니지먼트 대상과 다른 점을 분석하였다. 그리고 이런 분석결과를 바탕으로 SNMP를 기반으로 하는 IP-USN 매니지먼트 시스템을 제시하고 기존의 IP-USN 매니지먼트 시스템과의 비교를 통해 향후 발전방향을 제시하였다.

1. 서론

USN (Ubiquitous Sensor Network)은 국내외의 네트워크 기술이 발전함에 따라 다양한 형태로 진화해왔다. 특히 무선 네트워크 기술이 발달하는 것에 발맞추어 ZigBee, IP-USN 등 다양한 형태의 USN 모델이 생겨나게 되었다.

IP-USN은 USN에서 IP를 기반으로 한 통신을 가능하게 함으로써 IP 네트워크에서 개발된 여러 가지 프로토콜 및 응용을 손쉽게 USN에 적용하는 것을 목적으로 한다. IP-USN은 IEEE 802.15.4 MAC/PHY를 사용하며 IP 네트워크와의 연결을 위해 IP-USN 라우터를 사용한다. 또한 각 IP-USN 노드에는 어댑테이션 계층이 존재해 IP 패킷과 IP-USN 패킷 간의 변환 및 주소 할당, 라우팅, 단편화 등을 수행한다. 그리고 그 상위에 IP, 전송 및 응용 계층의 구조를 가진다.

IP-USN은 센서 네트워크에 IP를 사용함으로써 기존의 다른 센서 네트워크와는 다른 목적을 가지게 된다. IP-USN은 센서 네트워크에 참여한 모든 노드를 IP 네트워크의 호스트처럼 IPv6 주소를 호스트처럼 IPv6 주소를 사용하여 직접 접근이 가능하다. 하지만 IP-USN 노드는 IP 네트워크의 호스트와는 또 다른 성격을 가진다. 대부분의 IP를 가진 인터넷 호스트가 최종 사용자의 역할만을 수행하는 반면 IP-USN의 노드는 많은 경우 IP-USN 네트워크 내에서 필요한 라우팅을 수행하는 FFD (Full Function Device)로 구성된다. 따라서 기존의 네트워크 매니지먼트에서 관리 대상으로 삼는 라우터가 IP-USN 네트워크 에서는 네트워크를 구성하는 대부분의 노드로 확대된다. 이런 점은 IP-USN이 사용하는 IEEE 802.15.4 MAC/PHY의 특성과 함께 네트워크 매니지먼트 측면에서 IP-USN 만의 특징을 나타낸다.

2장에서는 IP-USN이 가지는 매니지먼트 측면의 특징

을 살펴보고 이것이 SNMP를 IP-USN에 바로 적용 하는 것에 어떤 영향을 미치는지 이야기 한다. 또한 기존에 개발된 IP-USN 네트워크 매니지먼트 시스템을 분석하고 3장에서는 더 효율적인 네트워크 매니지먼트를 위해서 몇 가지 요소를 추가한 새로운 IP-USN 네트워크 매니지먼트 시스템을 소개한다. 마지막으로 4장에서는 기존의 IP-USN 매니지먼트 시스템과의 비교를 통해 향후 발전 방향에 대해서 이야기 한다.

2. 관련 연구

2.1 IP-USN

IP-USN은 USN 기술과 IP 기술을 접목을 통하여 두 기술 간의 상호 운용을 쉽게 수행하기 위해 개발되었다. 또한 한정된 전력과 적은 처리량이 요구되는 응용들에 무선연결환경을 제공하는 단순하고 간단한 저가형 통신 네트워크로 개발되었다. 일반적으로 IP-USN은 무선 센서 노드들과 같이 현실세계의 응용 환경에 물리적으로 연결되기 위해 함께 동작하는 장치들을 포함한다. 이런 무선 센서 노드는 IEEE 802.15.4 표준을 따르고 있다.

IP-USN이 IEEE 802.15.4 표준을 따르므로 다음과 같은 몇 가지 특징을 가진다.

① IEEE 802.15.4는 상대적으로 작은 크기의 전송 패킷 제한을 가진다. 즉, 물리적 계층의 패킷 크기가 최고 127 바이트로 제한된다. 이는 MAC 헤더를 제외하고 MAC 계층에서 사용할 수 있는 크기가 단지 102 바이트라는 것을 의미한다. 따라서 추가적으로 보안을 적용하는데 어려움이 있다.

② 16비트의 short형과 IEEE의 64비트 확장 형식의 MAC 주소를 지원한다.

③ 각 물리 계층의 2.4GHz, 915MHz, 868MHz에 대해서 각각 250kbps, 40kbps, 20kbps의 대역폭을 제공한다.

즉 최고 250kbps 의 저속 통신을 지원한다.

④ 스타, 메시 토폴로지를 지원한다.

⑤ 저 전력의 배터리로 동작하는 것을 기본으로 한다.

⑥ 6LoWPAN 네트워크에 사용되는 장비는 비교적 저가형 센서 등 비교적 단순한 처리, 작은 저장 공간 등을 가진다.

⑦ 6LoWPAN에 사용 되는 센서 기기들의 위치는 일반적으로 고정되지 않는다.

⑧ 6LoWPAN 안의 센서 기기들은 다양한 이유로 신뢰성을 보장받기 힘들다.

IP-USN은 IEEE 802.15.4 MAC/PHY를 사용하면서 IP 계층을 그 상위 계층을 지원하기 위해 어댑테이션 계층을 가지고 있다. 이 계층에서는 LOAD, DYMO-Low 등과 같은 라우팅 프로토콜을 지원하고 Hi-Low 등의 주소 지정 스키마 그리고 패킷 헤더의 압축과 패킷의 분할 및 재조립 등에 관련된 기술을 제공한다. (그림 2.1) IP-USN 구조에서는 기본적인 IP-USN의 스택 구조를 보여주고 있다. 여기서 IP 계층 상위의 계층에서는 IP 기반의 서비스를 별도의 과정 없이 사용할 수 있다.

2.2 IP-USN 네트워크 매니지먼트의 특징

앞서 말한 것과 같이 IP-USN도 기존의 네트워크에 적용되는 네트워크 관리 시스템이 필요하다. 하지만 IP-USN만이 가지고 있는 몇 가지 특징 때문에 기존의 SNMP와 같은 관리 프로토콜을 IP-USN에 그대로 적용하기는 어렵다. 특히 SNMP를 IP-USN에 적용할 때 생기는 문제점들에는 다음과 같은 것들이 있다.

IP-USN의 장비는 비교적 적은 저장 공간을 가진다. SNMP에서는 MIB (Management Information Base)와 같은 일종의 데이터베이스를 이용하여 관리 대상 장비에 존재하는 관리용 정보를 유지하게 된다. 하지만 MIB의 크기가 센서 네트워크의 장비에 적용되기에는 너무 크다. MIB를 만들어 활용하는 것에서도 에이전트가 사용할 수 있는 장치의 자원이 너무 제한적이다. 이와 같은 문제점으로 인해 SNMP의 MIB를 그대로 IP-USN 네트워크 관리 시스템에 적용하는 것은 바람직하지 않다.

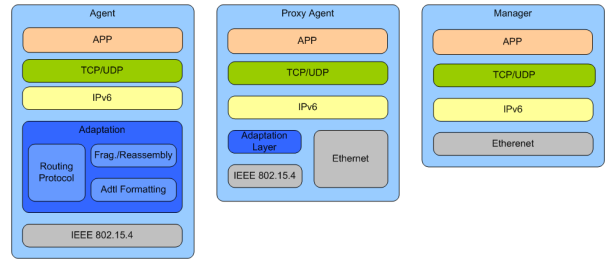
네트워크 측면에서 볼 때 IP-USN에서 패킷 크기는 MAC 계층에서 헤더를 제외하고 107 바이트 밖에 사용할 수 없다. 이것은 응용 계층에서 40 바이트 정도의 패킷만을 주고받을 수 있다는 의미가 된다. 따라서 과도한 양의 MIB도 문제가 되지만 MIB 정보를 전송하기 위한 패킷의 크기가 커지는 것 또한 문제로 작용한다.

다른 큰 문제 중의 하나는 IP-USN 센서 장치에서 단지 관리 서비스만이 동작하는 것이 아니라 다른 서비스들과 함께 동작한다. 여기서 네트워크 관리 서비스는 우선순위에 다른 서비스 보다 하위에 있다. 관리 시스템 자체가 다른 서비스의 안정적인 동작을 위해 고안된 것인데 관리를 위해 다른 서비스를 제약할 수 없다. 이런 이유로 다른 서비스가 사용하는 자원을 정확하게 파악하고 그에 맞게

동작할 수 있는 관리 서비스를 제작해야 한다는 어려움이 있다.

2.3 기존 IP-USN 네트워크 매니지먼트 분석

IP-USN 네트워크 관리 시스템은 센서 장치와 네트워크에 대한 관리를 통하여 보다 높은 질의 서비스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이 때 SNMP 등과 같은 프로토콜을 IP-USN에 바로 적용하기에는 2 장에서 이야기 한 것과 같은 문제점들이 존재하므로 MIB를 IP-USN에 맞게 수정하고 메시지 형식과 동작 방법 등을 수정 했다.



(그림 1) IP-USN 관리 시스템 블록 다이어그램

IP-USN 네트워크 관리 시스템은 (그림 1)에서 나타난 것과 같이 에이전트, 프록시 에이전트, 매니저의 세 가지 구성 요소로 구성된다.

에이전트는 IP-USN 네트워크 관리 시스템의 주 관리 대상인 센서 노드에서 동작한다. 에이전트는 장치의 각종 정보를 수집하여 네트워크 관리 시스템이 사용할 수 있는 형태로 변환하여 이를 유지/관리하고 프록시 에이전트와 매니저에게 제공한다.

프록시 에이전트는 IP-USN 라우터에서 동작한다. 프록시 에이전트는 에이전트에서 기본적인 정보를 제공 받아 센서 네트워크에 참가하고 있는 노드의 간략한 정보를 유지하고 이 정보를 매니저에게 제공해 준다.

매니저는 원격지의 호스트 컴퓨터에서 동작하며 사용자가 IP-USN의 정보를 모니터링 하고 관리하기 위해 필요한 기능을 제공한다. SET, GET 명령을 이용하여 네트워크의 현재 상태를 보거나 설정할 수 있으며 위치 감지 서비스를 통해 특정 노드의 물리적인 위치를 감지 할 수 있다. 또한 토폴로지 모니터링을 통해 현재 센서 노드들이 어떤 형태로 네트워크를 구성하고 있는지에 대한 정보도 얻을 수 있다.

<표 1> Data Response Packet

	0	1	2-3	4-5	6-39
Type	Category	Community	ID	Flag	Payload

<표 2> Data Request Packet

	0	1	2-3	4-5
Type	Category	Community	ID	Flag

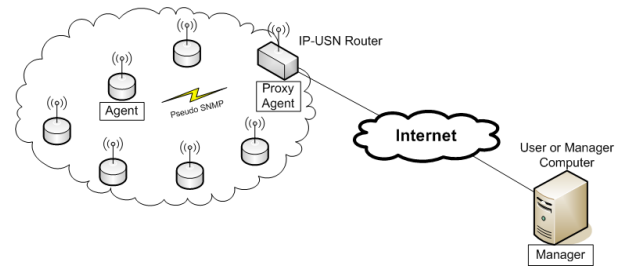
[표 1]과 [표 2]는 IP-USN 네트워크 관리 시스템에서 에이전트, 프록시 에이전트, 매니저 사이에서 사용되는 패킷 형식을 보여주고 있다. 첫 바이트는 상위 4 비트와 하위 4 비트를 나누어 사용한다. 상위 4 비트는 패킷의 형식을 나타내는 패킷 타입 하위 4 비트는 패킷이 담고 있는 데이터의 영역을 나타내는 카테고리 영역이다. 다음 바이트는 추후 보안이나 인증에 사용되기 위해 예약된 커뮤니티 필드이며 다음 두 바이트는 각 에이전트와 매니저, 사용자 인터페이스 프로그램을 구분하기 위한 ID 필드가 위치한다. 마지막으로 역시 후에 사용되기 위해 예약된 두 바이트의 플래그 필드가 존재한다. 요청 패킷은 이와 같이 여섯 바이트로 구성된다. 반면 응답 패킷에는 여섯 바이트 외에 서른 세 바이트로 구성된 페이로드 필드가 존재한다. 이 페이로드에는 카테고리 필드에서 정의한 것과 같은 영역의 데이터가 실제 저장된다. 카테고리는 Platform, System, Status, Sensor, Routing Table, Neighbor Table의 여섯 가지로 구분 된다. 또한 각 구성 요소들이 교환하는 패킷의 타입은 GET, SET, RESPONSE, TRAP의 네 가지 타입이 존재한다. GET과 SET은 매니저 혹은 사용자 인터페이스 프로그램에서 에이전트에게 특정 정보를 요청하거나 혹은 특정 정보에 대해서 값의 변경을 요구할 때 사용된다. RESPONSE는 GET과 SET에 대한 응답으로 GET의 RESPONSE는 해당 정보를 페이로드에 담아 보내게 된다. SET의 경우에는 변경을 요청한 정보의 이름과 해당 값을 페이로드에 담아서 보낸다. TRAP는 GET이나 SET 요청 없이 에이전트에서 센서 장치의 값 변화를 인지하여 매니저나 사용자 인터페이스 프로그램으로 변경된 값을 전송하는 패킷 형식이다.

이렇게 IP-USN 네트워크 관리 시스템을 실제 SNMP에서 사용하는 패킷이나 MIB와 다른 구조로 개발한 것은 IP-USN의 낮은 전송률과 센서 장치의 비교적 적은 자원 환경에서 네트워크 관리를 수행하기 위함이다.

3. 새로운 IP-USN 네트워크 매니지먼트 시스템

3.1 구조

IP-USN은 센서 노드들이 구성한 센서 네트워크와 이 센서 네트워크와 IP 네트워크를 연결해주는 라우터로 크게 구분할 수 있다. 따라서 IP-USN 네트워크 매니지먼트(이하 IP-USN NMS)에서도 센서 노드와 센서 네트워크 그리고 라우터에 대한 각각의 매니지먼트가 이루어져야 한다. 따라서 (그림 2)와 같이 각 센서 노드에 에이전트가 동작하고 라우터에는 프록시 에이전트가 동작하는 구조가 이상적인 구조다. 에이전트는 센서 노드가 가지고 있는 정보를 모아 관리하고 프록시 에이전트는 각각의 노드에 대한 정보 뿐 아니라 센서 네트워크 전체에 대한 정보를 수집하고 관리한다. 이렇게 수집된 정보는 매니저에게 제공되어 관리자 혹은 사용자가 IP-USN 네트워크의 상태를 쉽게 파악할 수 있다.



(그림 2) IP-USN NMS

3.2 요구 사항

기존에 개발된 IP-USN 네트워크 매니지먼트 시스템은 단순히 센서 노드의 정보를 수집하고 수집된 정보를 바탕으로 하는 단편적인 네트워크 상태를 매니저에게 제공했다. 이 결과 관리자 등 매니저를 사용하는 사람은 센서 노드의 개별적인 상태와 개략적인 센서 네트워크의 상태만을 확인할 수 있었다. 또한 하나의 IP-USN 네트워크에 두 개 이상의 매니저가 연동하여 동작할 경우나 매니저가 동작하지 않는 기간 동안 노드 및 네트워크의 상태를 기록해 놓는 기능이 없었다.

따라서 IP-USN 네트워크 매니지먼트에는 다음과 같은 필수 기능이 요구된다.

A. 매니저 관리 기능

IP-USN NMS은 IP-USN 노드나 네트워크 뿐 아니라 시스템이 동작하는 네트워크를 매니지먼트 하고자 하는 각 매니저를 관리할 수 있어야 한다. 센서 노드와 마찬가지로 각 매니저도 일정한 등록 절차를 거쳐 IP-USN NMS에 등록되어 자신의 상태를 알려야 한다. 온라인이 아닌 매니저에게는 패킷 전송을 하지 않음으로 네트워크 자원을 절약할 수 있을 뿐 아니라 허가받지 않은 사람이 네트워크 정보를 열람하는 것을 방지할 수 있다.

B. 상태 정보 기록 기능

센서 네트워크는 다른 네트워크와는 달리 인프라 망이 존재하지 않는 곳에서도 형성될 수 있다. 이런 경우 IP-USN NMS는 구축되어 있지만 여기에 연동되어 동작할 매니저는 연결이 힘들 수도 있다. 또한 센서 네트워크가 형성되는 과정 자체를 향후 시뮬레이션 할 수 있도록 네트워크 형성부터 최근 상태까지를 자동적으로 기록할 수 있는 기록 장치가 필요하다.

C. 물리적 위치 감지 기능

센서 네트워크의 노드는 인터넷 호스트와는 달리 자신의 정확한 위치를 확정하기 힘들다. 최초 위치를 저장해 놓는다고 해도 센서 네트워크의 특성 상 네트워크의 위치가 옮겨질 수 있다. 따라서 GPS 혹은 위치 감지 시스템 등을 활용하여 센서 네트워크에 참여한 노드의 정확한 위치를 파악하고 이를 관리자에게 제공할 수 있어야 한다. 이는 네트워크의 문제 지점을 IP-USN NMS 통해 감지했다 해도 실제 위치를 찾는 데 더 많은 시간을 소모할 수밖에 없는 센서 네트워크의 단점을 보완해 줄 수 있다. 또한 위치 정보를 이용하여 LBS와 같은 응용 서비스를 제공해 줄

수 있다.

D. 주소 관리 기능

IP-USN은 IPv6 주소를 사용함으로 각 노드들에게 할당되는 주소는 자동으로 관리된다. 이런 특징은 네트워크 형성과정에서 상당히 큰 도움이 되지만 매니지먼트 측면에서는 문제점을 야기한다. 가장 큰 문제로 노드와 네트워크의 정보를 수집해야 할 프록시 에이전트와 에이전트가 서로의 주소를 알 수 없게 된다. 기존에 사용 되던 방법은 각 에이전트에 사전에 프록시 에이전트의 주소를 고정시켜 놓는 방법으로 주소 등의 변경이 일어났을 때 효율적으로 대처하지 못하는 단점이 있다. 따라서 에이전트와 프록시 에이전트 간에 주소를 효율적으로 교환하는 방법이 강구되어야 한다. 그리고 LBS를 위해 위치 정보와 주소 정보가 연결 되어 관리될 필요가 있다. 그리고 센서 네트워크의 특성 상 센서 노드는 네트워크에 참가와 탈퇴를 반복할 수 있다. 이 때 즉각적인 관리가 이루어 지지 않으면 특정 노드로 보내야 할 메시지가 전혀 다른 노드로 전송 되는 등의 문제점이 발생할 수 있다.

E. MIB 사용

기존의 IP-USN 네트워크 매니지먼트 시스템은 SNMP의 MIB과 유사한 구조를 사용했다. 이는 센서 노드의 자원 제약 등의 문제로 MIB을 사용하기가 힘들었고 IP-USN용 MIB가 없었기 때문이다. 하지만 향후 SNMP와의 연동 과 효율적인 매니지먼트를 위해서 MIB의 사용은 필수적이다. 현재 IP-USN을 위한 MIB가 제작되었으므로 향후 이 MIB를 사용할 수 있도록 기능이 개선되어야 한다.

4. 결론

앞에서 우리는 IP-USN에 대해서 살펴보았다. IP-USN은 USN에 IP를 접목시켜 IP 기술을 USN에서 쉽게 사용할 수 있도록 하기 위해 만들어 졌다. 따라서 IP 네트워크에서와 같이 네트워크 매니지먼트가 필요 하지만 IP-USN의 몇 가지 특성 때문에 SNMP를 그대로 적용시키는 것은 문제가 있었다. 또한 우리는 기존에 제시된 IP-USN 네트워크 매니지먼트 시스템을 분석하여 부족한 점을 찾아 3장에서 다섯 가지 필수 기능을 제시하였다.

기존의 IP-USN 네트워크 매니지먼트 시스템은 센서 노드에 존재하는 정보 획득과 네트워크 토폴로지 등의 정보를 얻는 것에서는 큰 성과를 거두었지만 동적으로 변화는 IP-USN 네트워크를 효율적으로 매니지먼트 하는 측면에서는 많은 개선이 필요했다. 특히 매니저 관리, 상태 정보, 물리적 위치 감지, 주소 관리 기능이 강화되어야 하며 최종적으로 SNMP에서 사용하는 MIB를 사용할 수 있도록 개선되어야 한다.

이런 점들이 개선 된 후에는 궁극적으로 SNMP와 연동되어 IP-USN NMS와 IP 네트워크의 NMS가 특별한 변환 과정 없이 MIB 정보를 이용하여 네트워크 매니지먼트를 수행할 수 있어야 한다.

참고문헌

- [1]Network Working Group RFC1157, A Simple Network Management Protocol (SNMP), May. 1990
- [2]Kantorovitch, J.; Mahonen, P., Case studies and experiments of SNMP in wireless networks, IP Operations and Management, 2002 IEEE Workshop on 2002 Page(s):179 - 183
- [3]William Stallings, SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON1 and 2, Addison Wesley, 1999
- [4]IETF RFC1155, Structure and Identification of Management Information for TCP/IP-based Internet, May. 1990
- [5]IETF RFC1212, Concise MIB definitions, 1991.3.
- [6]IETF RFC1213, Management Information based fm Network Management of TCPAF-barcd infcmets: D - 1 1 , 1991.3.
- [7] NGC2006, 6LoWPAN 네트워크 매니지먼트, 2006. 11