

IPv6기반의 유비쿼터스 센서 네트워크(USN) 기술

특집
10

목 차

1. 서 론
2. 6LoWPAN 표준화 동향
3. 6LoWPAN 라우팅
4. 6LoWPAN 테스트베드
5. 결 론

박준성 · 임재성 · Waleed Mansoor
김기영 · 박수용 · 유승화 · 이재오
(아주대학교 · 삼성전자 · 한국전산원)

1. 서 론

유비쿼터스 센서 네트워크는 센서의 정보와 센서간의 메시지를 전달하는 저전력 무선 네트워크이다. IEEE 802.15.4[1]는 센서 네트워크의 PHY, MAC을 위한 표준이다. IEEE 802.15.4는 저속, 저전력, 저비용, 근거리의 특성을 가지는 LR-WPAN(Low Rate WPAN)을 구성한다. 본 논문에서 다루는 센서 네트워크는 IEEE 802.15.4를 기반으로 하고 있다. 기존에 개발된 센서 네트워크의 한 예로서 ZigBee[2] 기술이 2004년 12월에 ZigBee Alliance[3]에 의해 승인을 받아 정식 출시되었다. ZigBee 기술은 IEEE 802.15.4 상에서 동작하는 네트워크 기술이며 네트워크 계층, APS(Application Support Layer), ZDO(ZigBee Device Object), 프로파일로 구성되며, 2005년 6월부터 저변확대를 위해 일반에게 스펙이 공개되었다.

유비쿼터스 센서 네트워크에 있어 센서로부터 생성된 다양한 정보가 언제, 어디서든 사용자에게

전달될 수 있도록 인터넷과의 연결이 요구되고 있다. ZigBee와 같은 기존의 센서 네트워크 기술은 IEEE 802.15.4 네트워크로 구성되어 있으며, IP네트워크를 고려하기 위한 게이트웨이 연구가 진행 중이다. IEEE 802.15.4 네트워크는 유비쿼터스 센서네트워크가 인터넷과의 연결성을 도모하기 위한 표준이 필요하게 되었다. 6LoWPAN은 IEEE 802.15.4 네트워크 상에서 IPv6를 직접 적용하는 기술로서 2005년 3월부터 IETF 인터넷 영역(Area)의 워킹그룹(WG)으로 표준화되고 있다. 6LoWPAN은 IPv6의 6와 LoWPAN(Low Power Wireless Personal Area Network)이 조합되어 만들어진 이름이다.

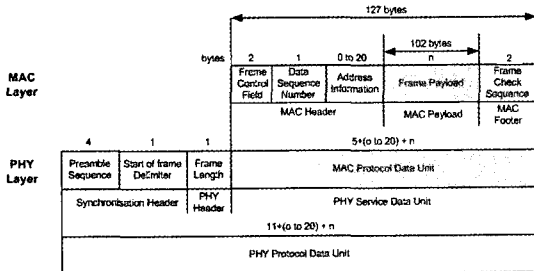
본고에서는 IPv6에 기반을 둔 유비쿼터스 센서네트워크 기술을 살펴보고자 한다. 2장에서는 6LoWPAN과 관련된 표준화 동향에 대해 다루며, 3장에서는 6LoWPAN 라우팅에 대해 살펴본다. 4장에서는 6LoWPAN을 이용한 테스트 베드 구축사례에 대해 살펴보고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 6LoWPAN 표준화 동향

6LoWPAN 워킹그룹의 표준화 범위는 두 개의 IETF 6LoWPAN 워킹그룹 드래프트에 정의되고 있다. 첫 번째 문서는 6LoWPAN의 문제 정의, 가정 그리고 목표(6LoWPAN : Overview, Assumptions, Problem statement and Goals)[4]이며, 두 번째 문서는 IEEE 802.15.4 네트워크에서 IPv6 패킷 정의(Transmission of IPv6 Packets over IEEE)[5]이다

2.1 IEEE 802.15

IEEE 802.15 워킹그룹은 개인 퍼스널 네트워크 (Wireless Personal Area Networks, WPAN)의 근거리 네트워크 PHY, MAC의 표준을 정의하고 있다. IEEE 802.15.4 TG4 (IEEE 802.15.4) 표준은 저전력, 저비용, 저속의 센서 네트워크에 적합한 특성을 가지며 ZigBee, 6LoWPAN의 PHY, MAC 계층의 표준으로 사용되고 있다. (그림 1)은 IEEE 802.15.4 프레임 포맷이다.

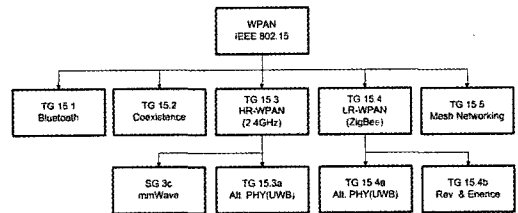


(그림 1) IEEE 802.15.4 프레임 포맷

1. IEEE 802.15.4는 ISM (Industrial, Scientific and Medical) 밴드에서 동작하며, 2.4GHz에서 259Kbps, 915MHz에서 40kbps, 868MHz에서 20kbps의 최대 대역폭을 가진다.
2. IEEE 802.15.4의 토폴로지는 스타, 트리, 메시를 구성할 수 있다.
3. IEEE 802.15.4의 MAC 계층 패킷은 헤더와

페이로드, FCS로 구성되며, 총 패킷 길이는 127bytes이다. MAC 패킷의 구성별 사이즈는 헤더가 최대 23bytes, FCS는 2bytes, 페이로드는 102바이트로 구성 된다.

4. IEEE 802.15.4는 두 가지 주소를 지원하며 IEEE EUI 64비트 주소와 16비트 주소를 이용 가능하다.
5. IEEE 802.15.4는 저전력을 위해 슈퍼프레임 구조를 사용한다. 주기적으로 장치가 슬립 모드로 동작하여 에너지 소비를 줄일 수 있다.



(그림 2) IEEE 802.15 Working Group 구성

IEEE 802.14 TG4의 표준화 이후 작업으로서 (그림 2)와 같이 TG4a로 UWB를 이용한 위치인식 기술과 저전력 기능이 추가된 표준이 진행 중이며, TG4b에서는 TG4의 기술적인 문제해결을 위해 표준이 이루어지고 있다.

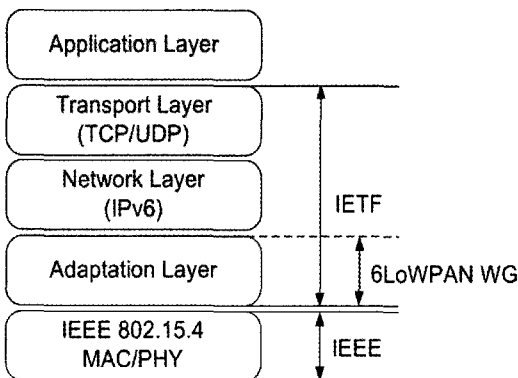
2.2 IPv6의 적용

한정된 자원 하에 소규모의 다양한 어플리케이션을 지원해야 하는 센서네트워크는 사용자에 게 정보를 제공하는 방법에 있어 제약을 받게 된다. 센서 네트워크가 현실세계의 어플리케이션과 연동하기 위해서는 IP기반의 주소체계가 필요하다. 이를 통해 사용자에게 간편하면서도 다양한 접근을 가능하게 하기 위해서는 IP 기술을 이용하여 인터넷을 통한 접근이 가능하도록 할 수 있다. 또한 IP를 적용함으로써 기존에 구축되어 있는 IP 네트워크 인프라를 사용할 수 있으며, 검증된 다양한 IP 기술이 접목가능하다는 이점을 가

진다. 그러나 센서 네트워크는 배치될 센서 디바이스의 수량이 많을 것으로 예상되며 이에 따라 부여할 많은 주소 공간이 필요하다. 또한 사용자에 의한 장치 조작이 제한적인 센서 네트워크의 특성상 주소 자동 설정 기능이 지원되어야한다. 이러한 점들을 고려해 보았을 때 IPv6가 유력한 방안으로 떠오르게 된다.

2.3 6LoWPAN 표준화

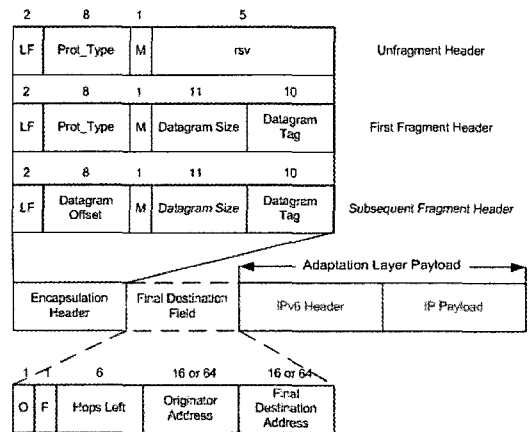
지금까지 센서 네트워크를 위한 무선 네트워크는 IEEE 802.15.4를 기반으로 ZigBee 기술의 경우와 같이 주로 기업들에 의해 주도 되어왔다. 그러나 최근 들어 유비쿼터스 센서 네트워크와 인터넷의 연결에 대한 요구가 늘어나게 되었다. 이에 따라 IEEE 802.15.4 네트워크 상에 직접 IPv6를 적용하고자 하는 IETF 6LoWPAN 워킹 그룹에 많은 관심이 모아졌다. 6LoWPAN 워킹 그룹은 2004년 11월 10일 미국 워싱턴에서 열린 61번째 IETF 정기 회의에서 BOF(Birds of Feather, IETF의 정식 워킹 그룹이 되기 전 그룹)활동을 시작하였으며, 2005년 3월 62번째 IETF 정기 회의부터 인벤시스(Invensys)사의 Geoff Mulligan을 의장으로 하여 워킹 그룹이 시작되었다.



(그림 3) 6LoWPAN 워킹 그룹 작업 범위

IEEE 802.15.4 MAC 계층 위에 IPv6 계층을 구성하기 위해서는 그 둘 사이에 (그림 3)에서 보듯이 어댑테이션(Adaptation) 계층이 필요하다. 어댑테이션 계층은 본고 3장에서 다루고 있는 HiLow, LOAD 등의 라우팅 프로토콜과 패킷의 단편화(Fragmentation) 및 재조립(Reassembly) 등과 같은 기능을 담고 있다. 상위 계층을 통하여 기존의 구축된 유선 네트워크 인프라를 이용하여 추가비용 없이 6LoWPAN 네트워크와 통신이 가능하다.

IEEE 802.15.4 네트워크에 IPv6 기술을 적용하는 데에는 여러 가지 어려움이 따른다. 패킷의 크기도 그 중의 하나로서 IPv6의 MTU(Maximum Transmission Unit)는 1280바이트이지만 6LoWPAN의 PDU(Protocol Data Unit)는 81바이트에 불과하다. 이를 해결하기 위해서 IP계층과 IEEE 802.15.4 MAC 사이에 어댑테이션 계층을 통해 패킷의 단편화 및 재조립을 수행해야 한다.



(그림 4) 6LoWPAN 패킷형식

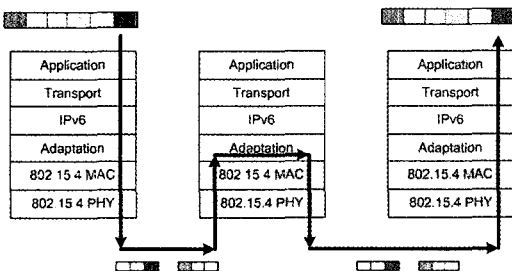
(그림 4)는 6LoWPAN의 적용 계층 패킷을 보여준다. 6LoWPAN의 적용계층 패킷은 IEEE 802.15.4 MAC 패킷 헤더 다음으로 (그림 4)와 같이 Encapsulation 헤더와 최종 목적지 필드로 구성된다. Encapsulation 헤더는 프래그먼트의 유

무와 프래그먼트 Datagram size와 목적노드에서 리어셈블리를 위한 Datagram Offset, Datagram Tag 정보를 가지고 있다.

최종 목적지 필드(Final Destination Field)는 메쉬 네트워크에서 라우팅을 하기위한 최종 목적지 필드이다. 최종 목적지 필드는 메쉬 네트워크에서 라우팅을 위해 사용되기 때문에 스타 토폴로지에서는 사용되지 않는다. 따라서 네트워크 토폴로지 형태에 따라 Encapsulation 헤더에서 M 필드를 통하여 최종 목적지 필드 유무를 알려준다.

Encapsulation 헤더에서 LF(Link Fragment) 필드는 프래그먼트 유무를 보여준다. LF 값이 00이면 프래그먼트가 되지 않았음을 알려주고 01이면 프래그먼트의 첫 번째임을 알려주며, 11이면 중간 프래그먼트 패킷이라는것을 알려준다. 정보가 큰 패킷은 하나의 Datagram Tag를 가지고 동일한 Datagram Size로 프래그먼트 되며 첫 번째 프래그먼트 패킷에는 IPv6의 헤더 및 UDP, TCP, ICMP의 압축을 정의 하고 중간 프래그먼트 패킷은 리어셈블리를 위한 Datagram Offset을 포함한다.

최종 목적지 필드의 'O'와 'F' 비트는 각각의 최종 목적지가 16비트 주소인지 64비트 주소인지를 나타낸다. Hops Left는 멀티홉으로 라우팅되는 최종 목적지까지의 남은 홉 수를 가진다. 매번 링크 프래그먼트 패킷이 포워딩 될 때마다 중간노드는 Hops Left값을 1만큼 감소시킨다.

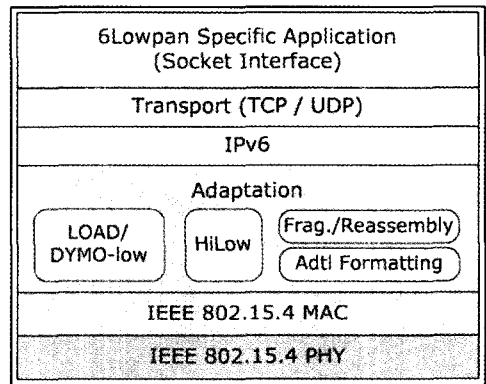


(그림 5) Sub-IP 메쉬 라우팅

(그림 5)는 데이터 패킷이 프래그먼트가 일어나서 메쉬 라우팅으로 목적 노드에서 리어셈블리를 통하여 패킷이 전송되는 예이다. 어플리케이션에서 만들어진 데이터가 적응계층에서 프래그먼트가 일어서 메쉬 네트워크로 중간노드의 적응계층에서 라우팅으로 목적노드에게 패킷이 전달되고 리어셈블리를 통하여 목적 어플리케이션에서 패킷을 조합하는 예이다.

3. 6LoWPAN 라우팅

6LoWPAN의 무선 센서노드는 (그림 6)와 같이 구성된다. IEEE 802.15.4 PHY, MAC 위에 어댑테이션 계층 및 IPv6 계층이 존재한다. 어댑테이션 계층은 본장에서 서술한 LOAD, DYMO-low와 같은 Ad-hoc모드의 멀티홉 라우팅 프로토콜과 계층적 주소 할당을 하는 HiLoW 등을 사용하여 6LoWPAN 센서 노드간의 네트워크를 형성한다.



(그림 6) 6LoWPAN 프로토콜 스택

3.1 HiLow

HiLow는 LoWPAN에서 적용 가능한 16비트 주소를 계층 구조(Hierarchical)로 할당하여 라우팅 테이블 없이 라우팅이 가능한 라우팅 프로토콜이다. IETF 63차 회의를 통하여 'Hierarchical Routing over 6LoWPAN(HiLow)'를 드래프트

로 제출되었다.

IEEE 802.15.4는 16비트 주소와 IEEE EUI-64 주소를 지원하고 있다. IEEE 802.15.4 패킷 크기가 127바이트로 제한적이기 때문에 IEEE EUI-64 주소를 이용하여 패킷을 전송하면 많은 오버헤드가 발생하게 된다. 따라서 16비트 주소를 계층적이고 분산적으로 할당하여 16비트 주소만 이용하여 데이터를 전송할 수 있는 라우팅 테이블이 없는 계층적 라우팅 프로토콜을 제안하게 되었다.

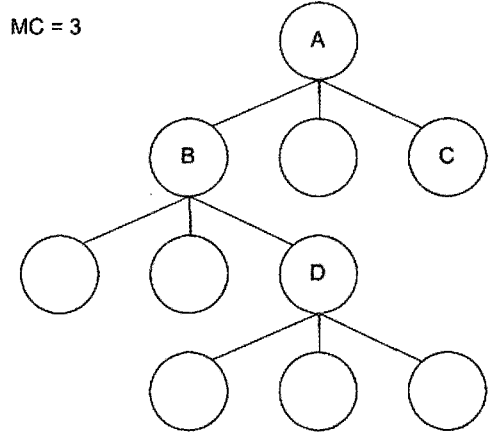
6LoWPAN 노드가 네트워크에 참여하기 위해서는 기존 네트워크를 찾는 스캔(Scan)과정을 수행한다. IEEE802.15.4에서 스캔과정은 능동적 스캔과 수동적 스캔으로 정의하고 있으며 이러한 스캔으로 자신의 위치에서 6LoWPAN 네트워크가 있는지 확인하게 된다. 기존 네트워크를 찾게 되면 자신은 자식으로서 부모노드에게 16비트 주소를 할당 받아 부모 자식관계를 유지하게 된다. 만약 기존 네트워크를 찾지 못하면 자신이 코디네이터가 될지를 확인하고 네트워크를 생성하게 되면 자신의 주소를 0으로 설정하고 부모노드로서 자식 노드에게 주소를 줄 수 있게 된다.

부모 노드는 자식노드에게 (그림 7)과 같이 주소를 할당하기 위해서 MC(Max Children)값을 가지게 된다. 첫 번째 자식은 수식 1에 의해 16비트 주소를 부여하고, 두 번째는 부터는 수식을 토대로 MC 만큼 순차적으로 n을 증가한다.

$$AC_n = MC \times A_p + n \quad \text{[수식 1]}$$

수식 1에서 AC_n 은 현재 할당된 자식의 n-1의 주소이며, MC는 Max Children 값과 A_p (부모의 주소)를 이용하여 자식의 주소를 생성한다.

(그림 7)은 MC가 3인 HiLow 주소 할당을 위한 예제이다. A는 최상위 노드이며 코디네이터가 되어 네트워크를 형성하였다. 따라서 A의 16



(그림 7) HiLow 주소할당

비트 주소는 0이며, B의 주소는 A로부터 1을 할당 받을 것이다. 수식에서 MC X 부모의 주소 + 할당된 자식의 수이므로 '3X0+1'로 B는 부모 A로부터 16비트 주소 1을 할당 받는다. C는 3번째 자식이어서 '3X0+3'으로 3을 할당 받게 된다. D는 B의 3번째 자식으로 6을 할당 받게 되는데 수식은 'MC(3) X $AC_n(1) + n(3)$ '와 같다.

계층적 라우팅 프로토콜은 ZigBee 기술에서도 사용되고 있다. ZigBee의 계층적 주소 할당 방법은 'Depth-First' 방식으로서 네트워크의 전체 크기를 정의하고 깊이에 따른 자식의 주소를 할당 하는 방법이다. 따라서 네트워크가 형성 되기 전에 이미 하나의 노드가 가질 수 있는 자식의 수와 네트워크의 깊이가 결정되게 된다.

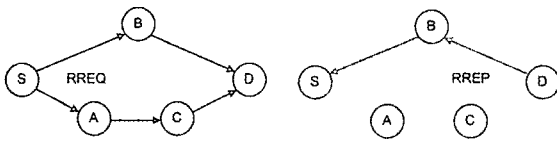
HiLow의 계층적 주소 할당 방법은 'Width-First' 알고리즘으로 깊이에 제한되지 않고 'Depth-First' 방식으로 네트워크 깊이의 제한을 가지지 않는다. 계층적 라우팅은 Ad-hoc 라우팅과 비교하여 최선의 경로를 사용하지는 못하지만 라우팅 테이블 없이 메시지를 전달 할 수 있어 장치의 능력이 제한적인 센서 노드에 적합하다.

3.2 LOAD

LOAD는 6LoWPAN에서 Ad-hoc한 방법으로

멀티 홉 노드에게 패킷을 전달하는 라우팅 프로토콜이다. LOAD는 MANET의 AODV를 기반으로 작성되었으며 IETF 63차 회의에서 ‘6LoW PAN Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing(LOAD)’ 드래프트가 제출되었다.

LOAD는 AODV를 간략화하고 IEEE 802.15.4 네트워크의 특성에 맞도록 조절한 프로토콜로 컨트롤 메시지와 라우팅 테이블을 경량화 하고 새로운 라우팅 메트릭을 정의하였다. 기본동작은 AODV와 동일하게 경로를 탐색하는 RREQ(Route Request), RREP(Route Reply), RERR(Route Error) 메시지를 이용한다.



(그림 8) LOAD

LOAD는 (그림 8)의 왼쪽 그림과 같이 RREQ 메시지를 브로드캐스트하여 경로를 탐색한다. S가 D를 찾기 위해 RREQ 메시지를 브로드캐스트하면 수신받은 B와 A는 자신의 라우팅 테이블에 D의 경로를 찾아보고 없으면 이웃 노드에게 RREQ메시지를 발송하여 목적 노드 D에게 RREQ메시지를 브로드캐스트 한다.

RREQ메시지를 받은 D는 (그림 8) 오른쪽 그림과 같이 RREP를 유니캐스트로 S노드에게 알려 줌으로서 경로를 확정한다. RREP를 받은 S는 B에게 데이터 전송을 하여 목적 노드 D에게 데이터를 보낼수 있다. RERR은 기존의 AODV와 달리 적은 오버헤드를 생성하도록 소스노드에게 유니캐스트로 전달하여 경로의 오류를 알린다.

3.3 DYMO-low

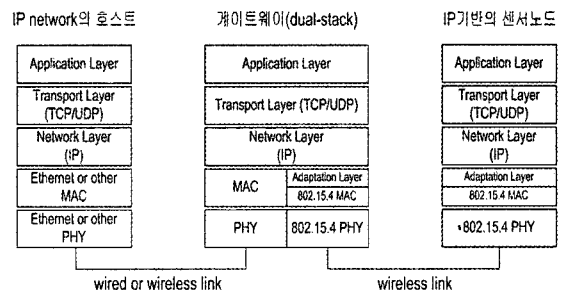
DYMO-low는 DYMO를 6LoWPAN에 적용한 라우팅 프로토콜이다. DYMO(Dynamic Manet

On-demand)는 MANET환경에서 AODV의 복잡성을 단순화하고 기능을 보완한 라우팅 프로토콜이다. DYMO-low는 IETF 63차 회의를 통하여 AODV의 저자인 ‘Charlie Perkins’이 DYMO의 6LoWPAN 환경으로 확장에 대한 의견을 제시하여 ‘Dynamic Manet On-demand for 6LoWPAN(DYMO-low) Routing’로 드래프트가 제출되었다.

DYMO-low는 IP계층의 상위에서 동작하는 것이 아니라 하부 계층인 어댑테이션 계층에서 동작하며 LoWPAN상의 모든 노드를 동일한 IPv6링크에 있는 것으로 간주하며 기존 DYMO와의 연동에 제약이 없도록 필수 기능만 사용한다. DYMO-low는 RREQ 메시지와 RREP메시지를 RE(Routing Element)메시지로 통합하였다. 링크 에러 통지를 위한 DYMO의 UERR(Unsupported Element Error) 메시지는 DYMO-low에서는 RERR 메시지로 변경되었다.

3.4 게이트웨이

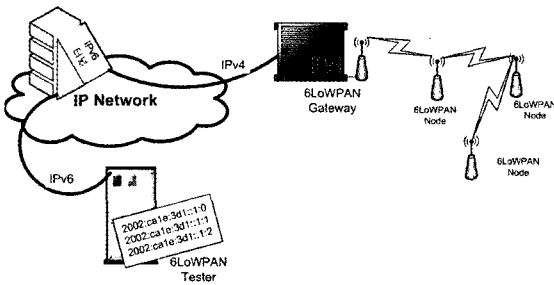
6LoWPAN 게이트웨이는 6LoWPAN 센서노드와 인터넷의 게이트웨이로 6LoWPAN 센서노드와 인터넷 사이의 패킷을 교환해 준다. 따라서 6LoWPAN 게이트웨이는 IPv6 스택과 6LoWPAN의 스택이 듀얼 스택으로 구성되어 있다. (그림 9)에서는 6LoWPAN 게이트웨이의 스택 구성을 보이고 있다.



(그림 9) 6LoWPAN 게이트웨이 프로토콜 스택

4. 6LoWPAN 테스트베드

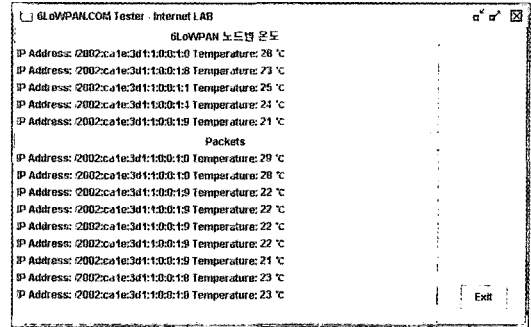
6LoWPAN 테스트베드는 6LoWPAN 센서 노드 4개와 게이트웨이로 구성된다. 게이트웨이는 IPv4망에 연결되어 있으며 IPv6 터널을 통하여 원격지에 있는 IPv6망에 연결이 가능하다. 센서 노드가 정상적으로 네트워크에 가입을 하게 되면 자신의 주소를 관리 프로그램에게 UDP 패킷을 보내게 된다. 이를 통해 센서 노드의 자동 할당된 IPv6 주소가 관리 프로그램에 등록되게 되면, 관리 프로그램은 주기적으로 UDP를 통하여 센서 노드에게 패킷을 요청한다. 요청 패킷을 받은 센서 노드는 다시 관리 프로그램에게 UDP로 응답 패킷을 되돌려 보내게 되며 이는 데이터베이스에 저장되게 된다. (그림 10)은 테스트 환경을 그림으로 표현 한 것이다.



(그림 10) 6LoWPAN 테스트베드

테스트는 다음과 같은 절차로 진행되었다.

1. 5대의 센서 노드에 전원을 인가하면 사용자의 설정 없이 자동으로 6LoWPAN 센서 네트워크에 참여한다.
2. 네트워크에 참여한 센서노드는 자동 생성된 IPv6 주소와 온도정보를 6LoWPAN Test GUI로 패킷을 전송한다. 전송된 패킷은 멀티 홉 라우팅 프로토콜을 이용하여 6LoWPAN 센서네트워크에서 6LoWPAN 게이트웨이를 지나 IPv6 망에 있는 6LoWPAN Test GUI 프로그램이 동작하는 PC로 자신의 IPv6주소와 온도정보를 주기적으



(그림 11) 6LoWPAN Test GUI

로 보내게 된다.

(그림 11)은 6LoWPAN 관리 프로그램에 6LoWPAN 센서노드로부터 전송된 IPv6 주소와 온도 정보를 보여준다. 그림에서 6LoWPAN 노드별 온도는 각 센서에서 수집한 최신의 정보를 보여 주면 아래에 있는 Packets는 6LoWPAN 센서 노드들의 모든 정보를 보여준다. 그림에서 보듯이 5대의 6LoWPAN 센서노드가 2002:ca1e:3d1::1:0, 1, 4, 8, 9의 주소와 온도정보를 등록하고 있다. 3. (그림 12)는 6LoWPAN Test GUI의 정보를 이용하여 등록된 6LoWPAN IPv6 주소인 2002:ca1e:3d1::1:0을 PC에서 ICMPv6 Echo 패킷을 전송한 결과이다. 총 32번의 전송에 대해 성공적으로 패킷이 되돌아오는 모습을 볼 수 있다.

```
18 bytes from 2002:ca1e:3d1::1:0: icmp_seq=30 ttl=243 time=84.0 ms
18 bytes from 2002:ca1e:3d1::1:0: icmp_seq=31 ttl=243 time=85.0 ms
18 bytes from 2002:ca1e:3d1::1:0: icmp_seq=32 ttl=243 time=73.3 ms
--- 2002:ca1e:3d1::1:0 ping statistics ---
32 packets transmitted, 32 received, 0% packet loss, time 31314ms
rtt min/avg/max/mdev = 72.854/82.498/113.224/6.711 ms
[root@ipv6gw ipv6gw]#
```

(그림 12) IP망에서 6LoWPAN 센서노드 Ping test

5. 결론

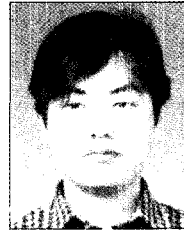
본고에서는 IPv6를 USN에 적용하기 위해서 IETF에서 표준화 작업중인 6LoWPAN 기술과 구축된 6LoWPAN 테스트베드 실행에 대해 소개 하였다. 6LoWPAN 테스트베드에서 테스트 결과

LOAD를 통한 멀티홉 전송 및 UDP 및 ICMPv6 등의 패킷 전송이 무리없이 동작하는 모습을 보여주었다. 이번 실험을 통하여 USN에 IPv6를 적용하여 센서 네트워크와 인터넷의 연동이 가능하며, 다양한 어플리케이션을 통해 생활에 파고 들 수 있는 가능성을 보여주었다. 6LoWPAN 테스트베드 구축이 IPv6를 적용한 개방형 센서네트워크의 중요한 기술적 사례가 되기를 바라며, 향후 다양한 관련 연구가 이루어질 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] IEEE Computer Society, "IEEE Std. 802.15.4-2003", October 2003.
- [2] ZigBee Alliance <http://www.zigbee.org>.
- [3] ZigBee Alliance, "ZigBee Specification 1.0", http://www.zigbee.org/en/spec_download/download_request.asp, December 2004.
- [4] N. Kushalnagar, G. Montenegro, "6LoWPAN: Overview, Assumptions, Problem Statement and Goals," draft-ietf-6lowpan-problem-02.txt Feb. 2006.
- [5] G., Montenegro, N. Kushalnagar, "Transmission of IPv6 Packets Over IEEE 802.15.4 Networks," Draft-ietf-6lowpan-format-02.txt, March. 2006.

저자약력



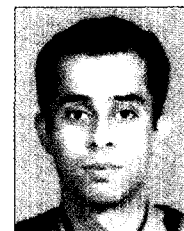
박준성

2003년 가야대학교 소프트웨어공학과 졸업(공학사)
2005년 영남대학교 대학원 정보통신학과 졸업(공학석사)
2006년 아주대학교 정보통신 전문대학원 박사과정
관심분야 : 6LoWPAN, 센서네트워크, IPv6, 임베디드시스템
이 메 일 : jun@ajou.ac.kr



임재성

2005년 아주대학교 정보컴퓨터 공학부 졸업(공학사)
2006년 아주대학교 정보통신 전문대학원 석사과정
관심분야 : 6LoWPAN, 센서네트워크, IPv6
이 메 일 : crimsuni@ajou.ac.kr



Waleed Mansoor

2004년 NUST 졸업 (공학사)
2005년-현재 아주대학교 정보통신 전문대학원 석사과정
관심분야 : 6LoWPAN, 센서네트워크, IPv6
이 메 일 : waleed@ajou.ac.kr



김기영

1990년 한양대학교 졸업(공학사)
 1992년 한국과학기술원 졸업(공학석사)
 1996년 한국과학기술원 졸업(공학박사)
 1997년-2005년 영남대학교 정보통신 공학부 교수
 2005년-현재 아주대학교 정보컴퓨터 공학부 교수
 관심분야 : 6LoWPAN, 센서네트워크, IPv6, 임베디드시스템
 이 메 일 : kkim86@ajou.ac.kr



유승화

1972년 서울대학교 졸업(이학사)
 1980년 University of Kansas 졸업(공학석사)
 1983년 University of Kansas 졸업(공학박사)
 1983년-1988년 AT Bell 연구소(미) 연구원
 1988년-1989년 Amdahl Corporation(미) 수석 연구원
 1989년-1999년 삼성전자(주) 전무이사
 1999년-현재 아주대학교 정보컴퓨터 공학부 교수
 관심분야 : 6LoWPAN, 센서네트워크, RFID, 홈네트워크,
 무선인터넷
 이 메 일 : swyoo@ajou.ac.kr



박수웅

1999년 단국대학교 전자공학과
 1999년-2002년 OPICOM IPv6 기술개발총괄
 2004년-2005년 IPv6포럼코리아 Convergence WG 의장
 2005년-2006년 무선인터넷포럼 IETF Mobility WG 의장
 2005년-현재 IETF 16ng Working Group 의장
 2002년-현재 삼성전자 디지털미디어연구소
 이 메 일: soohong.park@samsung.com



이재호

1995년 성균관대학교 정보공학과(학사)
 1997년 성균관대학교 정보공학과(석사)
 2006년 연세대학교 전기전자공학과(박사수료)
 1997년-현재 한국전산원 차세대인터넷팀 책임연구원
 관심분야 : IPv6, USN, BcN, Mobile IP
 이 메 일 : jaeho@nca.or.kr