

## Tunneling 기법을 이용한 IP-USN 통합망 구축 Implementation of IP Protocols in USN based on Tunneling

절자야, 강익선, 곽호영  
제주대학교

Zolzaya Lkhagvasuren, Kang ik-seon,  
Kwak ho-young  
Jeju Univ.

### 요약

IP-USN은 인터넷 프로토콜-유비쿼터스 센서 네트워크(Internet Protocol-Ubiquitous Sensor Network)의 약어로 기존의 IP 인프라를 기반으로 USN에 광범위한 확장성을 제공하고 센서 노드, 게이트웨이 및 싱크 노드의 이동성을 보장하는 USN서비스이다. IP-USN 기술로 현재 IPv6를 바탕으로 6LoWPAN 이라는 표준화 기술이 나왔지만 현재 TCP/IP 망에서는 대부분 IPv4를 사용하기 때문에 바로 운용하기에는 어려운 실정이며 IPv6 는 USN 환경에서 사용하기에는 많은 노드 자원을 사용한다. 따라서 본 논문에서는 현재 TCP/IP 의 IPv4의 망에서 사용가능하며 USN 자체 프로토콜을 사용하는 IP-USN망을 구축하여 End-to-End 통신을 구현하는 방법을 제안한다.

## I. 서론

USN 기술은 다가올 유비쿼터스 사회에서 사회적 기반이 될 중요한 기술 중의 하나로서, 이를 통해 전반적인 산업 구조 및 시장 구조의 큰 변화를 주도할 기술이다.

IP-USN은 인터넷 프로토콜-유비쿼터스 센서 네트워크(Internet Protocol-Ubiquitous Sensor Network)의 약어로 기존의 IP 인프라를 기반으로 USN에 광범위한 확장성을 제공하고 센서 노드, 게이트웨이 및 싱크 노드의 이동성을 보장하는 USN서비스이다.[1] 유비쿼터스 통신 인프라를 선도 구축하여 u-City, 재난방재를 비롯한 각종 u-서비스 실현을 위한 공통 기반 인프라로 활용가능하며 IP-USN 라우터와 무선기지국을 u-City 인프라로 활용가능하다.

공통 인프라를 기반으로 새로운 서비스를 자유로이 확장 가능하며 인프라 사업자와 서비스 사업자가 구분하여 출현되어 다양한 사업모델이 적용가능하다. 또한 IP-USN 라우터, 기지국, 단말 분야 등 신규 시장이 창

출 가능한 만큼 다가올 미래 사회의 시장 구조의 큰 변화를 주도할 기술이다. 따라서 앞으로 효과적으로 유비쿼터스 서비스를 제공하기 위해 무선 센서 네트워크와 TCP/IP 기반의 인터넷을 연동하는 기술에 대한 연구가 필요하다.

이에 본 논문에서는 Tunneling 방법을 이용하여 IP-USN 융합망을 구축하는 모델에 대해서 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재 IP-USN 연구에 대한 진행상황을 설명하고, 3장에서는 Tunneling 방법을 이용한 IP-USN 구축방법을 설명한다.

## II. 현재 IP-USN 연구 진행사항

IETF 6LoWPAN WG는 L2 Layer에 IEEE 802.15.4를 기반으로 하는 센서 네트워크에 IPv6를 지원하기 위한 이슈를 다루는 그룹으로서 저전력, 20~250kbps의 데이터 전송률, 900~2400MHz의 주파수 대역에서 최

소형 메모리와 최소형 프로세서만을 장착한 센서 응용을 대상으로 하면서 IP기반의 센서 네트워킹에 대한 표준 기술을 다루고 있는 그룹으로 LoWPAN 상에서 IPv6 패킷 전송 방안을 정의하는 것을 목표로 하고 있다. 어떻게 하면 데이터 전송 속도가 느린 IEEE 802.15.4 (250kbps/ 2.4GHz, 40kbps/915MHz, 20kbps/868MHz) 기술을 통해 헤더 사이즈가 큰 IPv6 패킷을 효율적이고 안전하게 전달하고, 또 전달하고자 하는 장치들을 어떻게 검색할 것인지에 대한 내용을 연구하는 것이다.

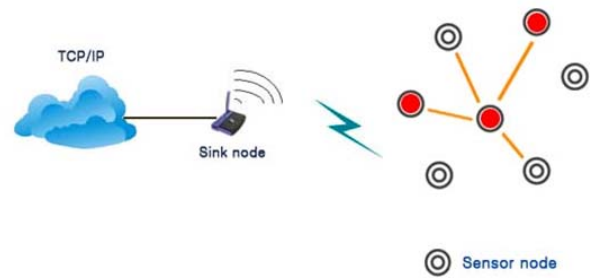
최악의 경우 IEEE 802.15.4 프레임을 통한 IP 패킷 전송하게 될때 최대 가용 크기는 81바이트 이며, IPv6 옵션 헤더를 제외한 IPv6헤더 40바이트를 적용하면 UDP나 TCP와 같은 상위 계층 프로토콜에게는 41바이트만 남는다. UDP의 8바이트 헤더 또는 TCP의 20바이트 헤더를 적용하면 UDP와 TCP를 위한 데이터 전송 공간은 각각 33바이트와 21바이트만 남게 된다. 추가로 단편화와 재조립을 위한 계층에서 사용될 공간까지 생각한다면 응용 데이터 전송을 위해서는 아주 적은 공간만이 남게 된다. 따라서, 이러한 프로토콜 형태로 사용하면 데이터가 수십 바이트에 불과하더라도 과도한 단편화와 재조립이 일어나게 된다.[2]

### Ⅲ. Tunneling 기법을 이요한 IP-USN 망 구축

터널링은 인터넷을 사적(私的)이며 안전한 네트워크의 일부로서 사용하는 것으로서, 한 네트워크에서 다른 네트워크의 접속을 거쳐 데이터를 보낼 수 있도록 하는 기술을 말한다.

USN 내부의 패킷이 외부의 망으로 나갈 때에는 싱크노드(Sink Node)에서 TCP/IP 패킷 안에 캡슐화 하여 보내게 되는데 종착점 호스트에서는 TCP/IP 패킷을 역캡슐화 시켜서 노드정보에 대한 패킷을 추출하게 된다.

반면에 패킷을 받게 될 때에는 노드(Node) 정보를 싱크노드(Sink Node)에서 노드에 대한 정보를 Multiple TCP/IP Stack을 이용하여 구현 한 뒤에 싱크노드에서 받은 패킷을 해당 노드로 포워딩(forwarding) 시켜준다. 그러기 위해서는 해당 노드에 대한 정보를 싱크노드에서 가지고 있어야 하는데 싱크노드는 IP 주소 및 노드 ID 에 대한 정보를 테이블로 갖고 있다.



▶▶ 그림1. IP-USN 융합망 구축

터널링과 패킷을 받을때의 해당 노드로의 포워딩은 싱크노드가 하게 되는데 그 이유는 싱크 노드는 TCP/IP망과 바로 연결되면서 일반 노드들과 달리 고사양의 시스템 자원을 갖기 때문이다. 노드들끼리 통신을 하게 될때에는 USN 망에 주는 부담을 줄이기 위해서 헤더 사이즈가 상대적으로 적은 Zigbee 등 자체 프로토콜을 사용하여 통신을 하게 된다.

#### 1. 센서네트워크

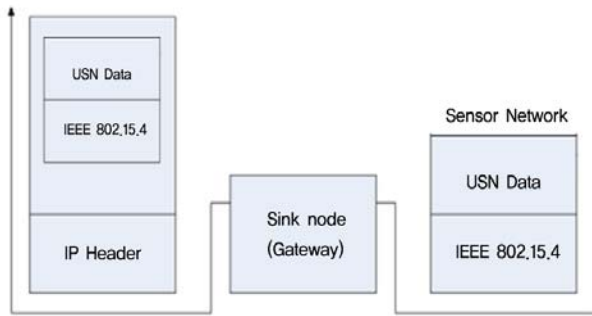
센서네트워크에서의 통신은 TCP/IP 프로토콜을 사용하지 않고 Zigbee 등의 자체 프로토콜을 가지고 통신을 한다. 6LoWPAN 같은 경우는 센서 네트워크에서의 통신에도 IPv6를 사용하여 통신을 하게 되는데, 센서네트워크 자체에서도 IPv6를 사용한다면 별도의 게이트웨이 없이 바로 노드를 접근 할 수 있다는 장점이 있지만, 이렇게 된다면 IP 헤더를 처리하기 위해서 센서노드들에게 부하가 크게 작용한다.

물론 6LoWPAN에서는 센서 노드들간의 저전력 통신을 고려하여 설계 하였지만, 조금만의 어플리케이션의 데이터의 크기가 커져도 과도한 단편화 및 재조립이 일어나게 되면서 센서노드들에게 부담이 되는 것이다.

이러한 점을 해결 하기위해서 본 제안하는 내용에서는 해당 노드들 간의 통신은 Zigbee 등 자체 USN 프로토콜을 가지고 통신을 하게 된다. 다만 외부에서는 싱크노드에서 Multiple TCP/IP Stack을 통하여 노드들이 IP주소를 갖고 있기 때문에 각 노드들에게로 접근하는 데에는 지장이 없으며 End-to-End 통신이 구현하게 되는 것이다.

## ■ 참고 문헌 ■

- [1] 김학범 "IP-USN 최신 기술 동향 및 보안요구사항 분석"
- [2] 6LoWPAN 기반의 IP-USN 기술 표준화 동향



▶▶ 그림2. 터널링 방법

## 2. 게이트웨이

센서 네트워크에서 싱크 노드(Sink Node)는 게이트웨이 역할을 하는데, 싱크 노드는 일반 노드들과 달리 시스템의 사양이 높고 전력을 상용으로 사용하기 때문에 자원의 부담이 상대적으로 적은 편이다. 따라서 싱크 노드에서 일반 노드들이 처리하기에 부하가 큰 TCP/IP 프로토콜의 전환 및 터널링 기법을 적용해준다.

표1. IP-노드ID 변환 테이블

IP Address	Node ID
117.17.102.100	1
117.17.102.101	2

패킷을 받게 될 때에는 Multiple TCP/IP Stack을 이용하여 구현하였다고 하더라도 노드 종단 까지 패킷이 가지 못하기 때문에 싱크노드에서 자체 노드ID 와 IP주소를 가지고 있는 테이블로 확인 한 뒤에 해당 노드로 패킷을 포워딩 시켜줘야 한다. 게이트웨이에서는 캡슐화를 통한 프로토콜 변환 및 받은 패킷을 해당 노드로 포워딩만 시키는 역할 만을 하게 되는데 TCP 및 UDP, ICMP 등의 프로토콜의 전환 및 기능 구현을 통해 보다 정교하게 USN을 제어 할 수 있는 기술 개발이 현 과제이다.

TCP 및 UDP, ICMP 등의 프로토콜의 전환 기술이 적용 될 경우에는 상대적으로 적은 자원으로 USN 자체 프로토콜을 통해서 IP-USN 망을 구축 할 수 있게 될 것이다.